



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ



**«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

Всероссийская студенческая научно-практическая конференция,
приуроченная к профессиональному празднику – Дню работника
автомобильного транспорта

23 октября 2025 года

УДК - 35.073. 537 (470+571)

ББК - 39(2)

П 278

Перспективы развития транспортной системы Российской Федерации: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, 23 октября 2025 года. - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2025. - 299 с.

Редакционная коллегия:

Правдина Е.Н., к.с/х.н., доцент, врио ректора ФГБОУ ВО РГАТУ;

Борычев С.Н., д.т.н., профессор, первый проректор ФГБОУ ВО РГАТУ;

Лукьянова О.В., к.с/х.н., доцент, и.о. проректора по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ;

Аникин Н.В., к.т.н., доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

Терентьев В.В., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО РГАТУ;

Юхин И.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, ФГБОУ ВО РГАТУ;

Богданчиков И.Ю., к.т.н., доцент, председатель Совета молодых учёных, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, ФГБОУ ВО РГАТУ;

Князькова О.И., начальник информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ.

В сборник вошли материалы докладов, представленных на Всероссийскую студенческую научно-практическую конференцию.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Техническая эксплуатация автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники.....	6
<i>Белоусов Н.В., Чумаченко Д.А., Шуханов С.Н.</i> О некоторых особенностях систем торможения грузовых машин	6
<i>Глазков В.Ю., Букина М.А., Глазков Ю.Е.</i> Анализ организации технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта	10
<i>Корнюшенко К.А., Аниканов М.А.</i> Ферроцен в бензине: кратковременная польза и долговременный вред	15
<i>Панковец Д.Ю., Шуханов С.Н.</i> Сравнительный анализ карбюраторных и дизельных двигателей внутреннего сгорания	22
<i>Сидоров А.А., Гаврилин М.А.</i> Ключевые аспекты технического обслуживания автодорожной техники.....	27
<i>Сидоров А.А., Гаврилин М.А.</i> Совершенствование диагностирования и ремонта автотранспортных средств	34
<i>Тимонин М.В.</i> Методика восстановления изношенных деталей на основе технико-экономического критерия.....	40
<i>Тимонин М.В.</i> О выхлопных системах с изменяемой геометрией	47
<i>Федоров В.О., Аниканов М.А.</i> Влияние отложений на впускном клапане на эффективное сечение клапана.....	54
<i>Хабитуев А.К., Сухаева А.Р.</i> Обзор и анализ электронного обеспечения элементов тормозной системы автомобилей	58
<i>Чумаченко Д.А., Шуханов С.Н.</i> К вопросу об электромобилях	62
Секция 2. Строительство инженерных сооружений и гидромелиоративных систем...	67
<i>Борычев С.Н., Гаврилина О.П., Щур А.С., Кочкин Н.Н.</i> Использование возобновляемых источников энергии для насосных станций	67
<i>Гаврилина О.П., Попов А.С., Кочкин Н.Н.</i> Влияние мелиорации на баланс подземных и поверхностных вод.....	72
<i>Гаврилина О.П., Попов А.С., Щур А.С., Белозеров А.И.</i> Способы возведения мелиоративной системы поверхностного полива	77
<i>Гаврилина О.П., Попов А.С., Щур А.С., Белозеров А.И.</i> Технологии строительства магистральных и распределительных каналов при устройстве систем поверхностного полива	83
<i>Глуценко П.Н., Дегтярева Е.В.</i> Безопасная эксплуатация и интеллектуальное управление гидротехническими сооружениями	88
<i>Козловский А.А., Карпенко М.С.</i> Использование водосберегающих технологий в ирригационных системах	94

<i>Колошеин Д.В., Щур А.С., Волынский А.В., Маркушов А.А.</i> Автоматизация и цифровые технологии управления гидромелиоративными системами	98
<i>Колошеин Д.В., Гаврилина О.П., Маркушов А.А., Щур А.С., Волынский А.В.</i> Биотехнологии в управлении водным режимом почв.....	103
<i>Маслова Л.А., Попов А.С., Крысин К.Р.</i> Моделирование водного и солевого баланса мелиорируемых земель.....	109
<i>Назаркин Т.Д., Гаврилина О.П.</i> Эффективность применения конструкций противофильтрационных устройств при строительстве грунтовых плотин.....	115
<i>Никулина А.И., Николенко А.Ю.</i> Технология производства ячеистых бетонов.....	119
<i>Попов А.С., Лукина А.С.</i> Анализ методов расчета несущей способности кирпичных конструкций при усилении.....	123
<i>Попов А.С., Лукина А.С.</i> Анализ повреждений каменных конструкций в процессе эксплуатации зданий и сооружений.....	128
<i>Попов А. С., Лукина А.С.</i> Анализ существующих способов усиления кирпичной кладки с помощью стальных перфорированных лент.....	133
<i>Попов А. С., Королёв О.А.</i> Применение геомембран для реконструкции открытых каналов и водоемов	139
<i>Радзиховский А.А., Карпенко М.С.</i> Влияние гидромелиоративных систем на экосистему и методы минимизации рисков	143
<i>Чесноков Р.А., Попов А.С., Нагнибеда Е.И.</i> Влияние изменения климата на задачи и методы гидромелиорации.....	147
<i>Чесноков Р.А., Бойко А.И., Нагнибеда Е.И., Маркушов А.А.</i> Применение горизонтальных дренажей в гидромелиорации: преимущества и ограничения.....	152
<i>Щур А.С., Попов А.С., Лукина А.С.</i> Анализ методов расчета армированных кирпичных конструкций	156
<i>Щур А.С., Попов А.С., Цимбалюк Р.М.</i> Анализ существующих способов усиления кирпичной кладки	161
Секция 3. Организация транспортных процессов и безопасность дорожного движения	167
<i>Ерёмушкин Д.А., Тимонин М.В.</i> Повышение эффективности транспортных процессов	167
<i>Зеленцов П.А., Гуськов А.А.</i> Транспортно-логистические схемы доставки грузов в международном сообщении	173
<i>Леонтьев А.С., Липатова М.А.</i> Особенности перевозки скоропортящейся продукции автомобильным транспортом.....	178
<i>Машинистова Д.Д.</i> Модернизация системы обучения в автошколах	182
<i>Миловидов Н.В.</i> Грузоперевозки скоропортящейся продукции	186
<i>Новикова С.В., Сафронюк И. Д.</i> Грузовое АТП как сложная система	190

<i>Петрухина О.А., Митрохина Е.В.</i> Специализированный транспорт для перевозки скоропортящихся грузов.....	195
<i>Семеновых Г.А., Семеновых А.Г.</i> Анализ транспортных реформ в Екатеринбурге	199
<i>Стрижевский В.М., Залукаева Н.Ю.</i> Организации перевозок грузов через узловые терминалы	203
<i>Стрыгина В.О.</i> Повышение безопасности дорожного движения при использовании средств индивидуальной мобильности	208
<i>Татаринцева А.С., Ольшевская А.Д., Ольшевский В.А.</i> Перспективы внедрения цифровых технологий при организации транспортировки домашних животных	221
<i>Татаринцева А.С., Мищенко Е.С., Гавриков В.А.</i> Организация перевозок животных: проблемы и перспективы развития	227
<i>Татаринцева А.С., Мартынов Д.В., Гуськов А.А.</i> Транспортировка сельскохозяйственных животных: анализ логистических процессов, проблемы и пути совершенствования	232
<i>Терентьев О.В., Терентьев В.В., Аникин Н.В.</i> Интеллектуальные системы на автомобильном транспорте	240
Секция 4. Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК.....	246
<i>Алексиевич А.С., Есакова Л.Ю., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Соколов А.А.</i> Внесение калимага и калимагнезии при обработке почвы	246
<i>Букатов Д.А., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М.</i> Принципы работы беспилотных (автономных) тракторов	250
<i>Виноградов А.Ю., Нагаев Н.Б., Корнюшин В.М.</i> Анализ режимов работы электрооборудования автоматических линий в картофелехранилищах	256
<i>Гаврилин М.А., Сидоров А.А.</i> Противодействие коррозии на сельскохозяйственной технике	263
<i>Каракайтис Д.Ю.</i> Ключевые технологии повышения энергоэффективности как основа инновационного обеспечения предприятий АПК.....	268
<i>Коновалова Е.А., Кострюков С.С., Коваль А.Н., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е.</i> Влияние обработки почвы на состояние биоты.....	273
<i>Коновалова Е.А., Есакова Л.Ю., Алексиевич А.С., Лузгин Н.Е., Кунцевич А.А.</i> Применение элементов точного земледелия СТФ при проведении обработки почвы.....	278
<i>Лупова К.Р., Виноградов Д.В.</i> Приемы основной обработки почвы под картофель в нечерноземье.....	283
<i>Овечкин А.Д., Подопригора А.В.</i> Повышение урожайности озимой пшеницы в раснодарском крае посредством использования гидромелиоративных систем	287
<i>Панов Э.А., Сухаева А.Р.</i> О технических средствах для внесения удобрений.....	290
<i>Панфилова А. А., Митрохина Е.В.</i> Использование альтернативных источников энергии в АПК России.....	294

УДК 629. 331

*Белоусов Н.В., студент,
Чумаченко Д.А., студент,
Шуханов С.Н., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО ИГУ, г. Иркутск, РФ*

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СИСТЕМ ТОРМОЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ МАШИН

Успешное функционирование агропромышленного комплекса во многом обеспечивается с помощью современных технологий и технических средств механизации сельскохозяйственного производства. К числу приоритетных направлений развития аграрного сектора страны относится автотракторная техника. Транспортные перевозки занимают значительное место в производственном процессе агропромышленного комплекса. Наряду с высокой мобильностью использование транспортных средств предполагают большие затраты не только времени, но и средств на их техническое обслуживание, ремонт и эксплуатацию. Модернизация автомобильной техники способствует повышению их качественных характеристик. Современные разработки, посвященные этим проблемам, способствуют их решению [1-7]. Одним из важнейших направлений исследований являются системы управления автомобилем [8-10].

Тормозная система выполняет ключевую функцию при обеспечении безопасности транспортных средств, в частности, грузовых машин.

Виды тормозных систем по принципу функционирования структурируются на (рис. 1):

- гидравлическую. Такая тормозная система широко применяется на легковых автомобилях. При воздействии на педаль формируется давление в системе, вследствие чего тормозная жидкость передает это усилие к тормозным механизмам на колесах. Гидравлическая система функционирует плавно, но очень чувствительна к герметичности — в случае попадания в нее воздуха или вытекания жидкости тормоза прекращают свою работу.

- пневматическую (рис. 2). Основное применение такая система нашла в грузовых автомобилях. Функцию жидкости в данном варианте заменяет сжатый воздух, который генерируется посредством компрессора с последующей подачей его в систему. Пневматическая система формирует высокое значение тормозного усилия. Особенность состоит в том, что для ее корректного функционирования необходимо время на подготовку для формирования требуемого давления, в противном случае транспортное средство не способна начать движение.

- механическую. Данная система характеризуется простотой конструкции, главным образом применяется в качестве стояночного тормоза. В такой системе

усилие трансформируется с помощью системы рычагов, а также тросов связанных напрямую с тормозным механизмом колес.



Рисунок 1 – Классификация тормозных систем по принципу действия

Принцип действия пневматической системы торможения базируется на эффекте сжатого воздуха. Последний вырабатывается компрессором, непосредственно подключенным к двигателю внутреннего сгорания грузового автомобиля. Компрессорное устройство обеспечивает постоянное давление в ресивере. При включении тормозной педали воздух подается в тормозные камеры. В этот момент диафрагма срабатывает, при этом S-образный кулачок совершает вращательное движение, а далее вступают в работу тормозные колодки.

При отключении тормоза посредством тормозной педали воздух высвобождается, компрессор начинает вырабатывать сжатый воздух, стабилизируя значение давления.

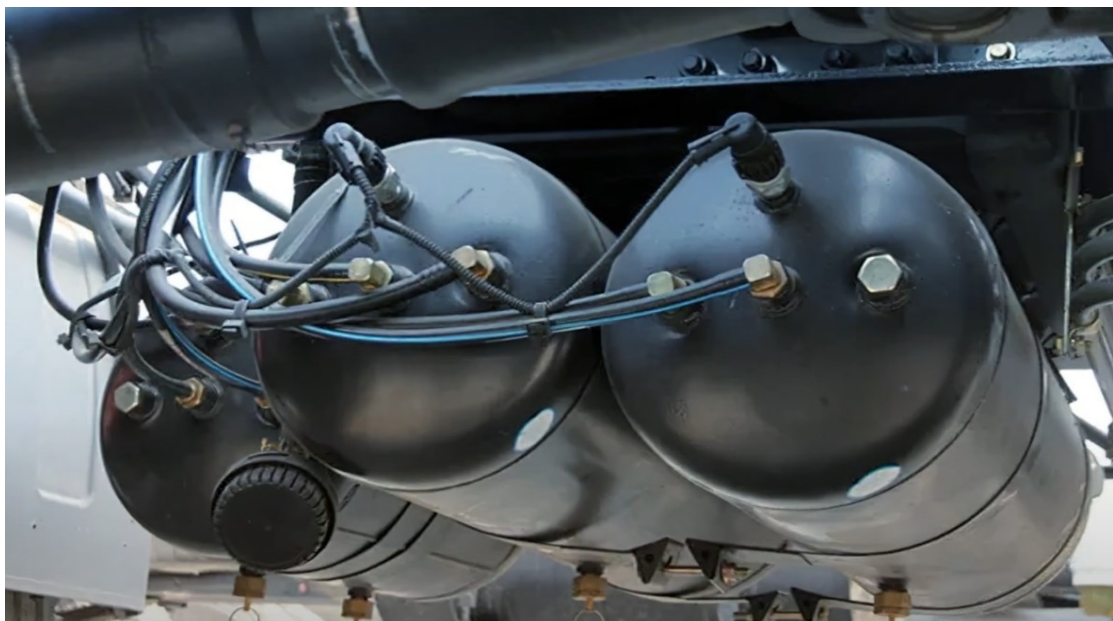


Рисунок 2 – Фрагмент пневматической системы тормозов транспортной машины

В случае неправильного функционирования всей системы с целью остановки транспортного средства имеется дополнительная цепь (аварийная), приводящая в действие тормозные колодки.

Осушители влаги в пневматической системе тормозов обеспечивают ее надежную работу при отрицательных значениях температуры окружающей среды.

Ключевое достоинство пневматических тормозов – формирование значительной силы для торможения тяжелой техники, что способствует существенному повышению эффективности и, соответственно, надежности ее функционирования.

В перечень достоинств пневматической тормозной системы при применении на грузовых машинах, а также больших автобусов входит возможность прямого соединения посредством внешних линий, которые позволяют тормозную систему соединять с воздушными баллонами, что обеспечивает реализацию непосредственного управления из водительского места тормозами не только самого автомобиля, но также всеми используемыми прицепами.

Применение сжатого воздуха не ограничивается лишь тормозной системой и выходит далеко за ее пределы функционирования. С помощью накопленного объема воздуха в ресиверах можно выполнять необходимые операции по осуществлению технического обслуживания транспортной машины, в том числе регулирование уровня давления в шинах.

Кроме того, возможная утечка воздуха минимизируется работой компрессора, что имеет несомненное преимущество по сравнению с гидравлическими системами тормозов. Для которых малейшая утечка масла может стать причиной снижения тормозной способности, а в некоторых случаях к полной ее потере.

Наряду с положительными сторонами пневматическая система тормозов, применяемая на мобильных технических средствах, имеет отрицательные стороны. К ним относится регулярный перегрев тормозной системы по причине того, что большие тормозные усилия, оказываемые на колодки тормозов, поглощают достаточно большое количество энергии для обеспечения надежной их работы.

Выполненный обзор и анализ особенностей тормозных систем транспортных машин расширяет рамки представления о них, что позволяет лучше понять их принцип функционирования, с дальнейшей возможностью их совершенствования, а также использования в постоянно изменяющихся производственных условиях.

Библиографический список

1. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова, И.В. Серявин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. -

2015. - № 1. - С. 239-244.

2. Алтухов, С.В. Исследование теплообмена корпуса распылителя форсунки с топливом / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 80. - С. 54-61.

3. Оценка топливопотребления двигателей при ультразвуковой обработке топлива / Р.В. Пуков и др. // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 11. - С. 12-17.

4. Алтухов, С.В. Исследование тепловых потоков в распылителе форсунки дизельного двигателя 4ч 11/12,5 / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса : Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти А.А. Ежевского. - 2018. - С. 242-248.

5. Юсупов, Ш.Т. Влияние неравномерности подачи топлива на эффективные показатели дизеля / Ш.Т. Юсупов, О.М. Осмонов, М.Б. Балданов // Ларионовские чтения – 2022 : сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции. - 2022. - С. 121-125.

6. 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.

7. Корреляция продолжительности прогрева двигателя со значением температуры воздуха / С.С. Ямпиллов и др. // Наука в центральной России. - 2025. - № 1 (73). - С. 64-72.

8. Выборов, П.Ю. Краткий обзор способов аналитического описания функционирования пневматического тормозного привода / П.Ю. Выборов, В.Д. Коваливнич // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. - 2020. - С. 242-249.

9. Бодякина, Т.В. Бортовая диагностика системы впрыска дизельных двигателей / Т.В. Бодякина, Е.В. Елтошкина, П.А. Болоев // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2023. - № 49. - С. 8-16.

10. Сусликов, И.А. Перспективные направления повышения эффективности работы двигателей внутреннего сгорания для сельского хозяйства / И.А. Сусликов, А.В. Кузьмин, С.В. Агафонов // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутскому ГАУ. - Молодежный, 2024. - С. 118-123.

11. 11. Повышение безотказности тормозной системы на примере автомобиля КАМАЗ-5320 / И. Н. Николотов, С. Н. Кулик, А. В. Подъяблонский [и др.] // Грузовик. – 2025. – № 9. – С. 3-7.

*Глазков В.Ю., студент,
Букина М.А., студент,
Глазков Ю.Е., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ТГТУ, г. Тамбов, РФ*

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Организации автомобильного техобслуживания, входящие в единую систему автосервисных предприятий нашей страны, создаются специально для улучшения качества проводимых ремонтных работ и общего уровня технического состояния личного автотранспорта граждан в различных регионах и субъектах Российской Федерации.

Становление и развитие инфраструктуры, а также совершенствование используемых технологий, оказывают значительное влияние на величину затрат владельцев автомобилей, необходимых для эксплуатации транспортного средства, проведения своевременного ремонта и регулярного технического обслуживания машины. Одновременно данные меры обеспечивают гражданам уверенность в стабильности работы своего транспорта и позволяют избежать значительных проблем и трудностей во время пользования автомобилем.

Производители автомобилей обязаны самостоятельно обеспечивать выполнение гарантийного обслуживания своей продукции, включая проведение необходимого ремонта. Конкурентная среда современного рынка диктует жесткие условия: любое производственное предприятие, игнорирующее данное требование, рискует потерять доверие потребителей и упустить свою долю рынка. Поэтому каждый крупный автопроизводитель формирует собственные специализированные сети автомобильных сервисов, оснащенных современным оборудованием и высококвалифицированными специалистами, чтобы уверенно удерживать позиции на российском автомобильном рынке и поддерживать высокий уровень доверия среди клиентов.

Фирмы, предоставляющие услуги технического обслуживания и ремонта автомобилей, представлены сегодня широким спектром различных организаций. Среди них есть крупные специализированные сервисы с современным оборудованием и квалифицированными специалистами, небольшие частные мастерские с узкой специализацией, мобильные выездные бригады и даже индивидуальные мастера-частники. Такое разнообразие объясняется высокой востребованностью услуг автосервиса среди автовладельцев, которые имеют возможность выбирать наиболее подходящие варианты исходя из личных предпочтений, финансовых возможностей и специфики своего автомобиля.

Современное состояние автомобильного рынка характеризуется жесткой конкурентной борьбой между компаниями, оказывающими данные виды услуг. Это связано с тем, что сейчас клиенты обладают полной свободой выбора исполнителя работ – ни одна компания не вправе навязывать своим клиентам

какие-либо конкретные услуги или ремонтные работы. В результате фирмы вынуждены постоянно совершенствовать качество предоставляемых услуг, расширять спектр предложений, внедрять современные технологии диагностики и ремонта, повышать квалификацию персонала и улучшать уровень сервиса, чтобы привлекать и удерживать клиентов.

Необходимо выделить следующие основные формы организации технического обслуживания и ремонта, представленные на рисунке 1 [1].



Рисунок 1 – Основные организационные формы ТО и ТР

Компания-производитель автомобилей имеет разветвленную структуру различных подразделений и служб, обеспечивающих организацию всесторонней сервисной поддержки своей продукции после продажи конечным потребителям.

Отдел сбыта компании играет ключевую роль в изучении рынка через проведение регулярных маркетинговых исследований, целью которых является выявление спроса и предпочтений покупателей относительно моделей автомобилей, качества обслуживания, востребованности запчастей и дополнительного оборудования. Этот отдел также отвечает за обработку заявок от официальных партнеров производителя на поставку необходимых запасных частей и услуг технического обслуживания.

Продажи готовых автомобилей и автомобильных компонентов осуществляются через специально организованную двухуровневую систему дистрибуции. Первый уровень представлен региональными дистрибьюторами, основная задача которых заключается в своевременном обеспечении потребности региональных рынков в товарах автопроизводителя (запасные части, расходники, аксессуары). Второй уровень включает сеть специализированных предприятий и организаций, непосредственно взаимодействующих с конечными клиентами:

Дилеры, предоставляющие услуги по продаже новых автомобилей и

осуществлению гарантийного ремонта.

Станции технического обслуживания, выполняющие профилактические работы и устранение неисправностей.

Авторемонтные мастерские, специализирующиеся на кузовном ремонте, покраске и восстановлении поврежденных деталей автомобиля.

Индивидуальные предприниматели, оказывающие комплексные услуги по ремонту и обслуживанию транспортных средств.

Специализированные магазины автозапчастей, предлагающие широкий ассортимент товаров, начиная от масла и фильтров до кузовных элементов и электронных блоков управления.

Крупные мультибрендовые автомобильные центры объединяют несколько направлений деятельности одновременно: продажу новых и подержанных автомобилей, ремонт, тюнинг, страхование и другие сопутствующие услуги.

Предприятие стремится организовать чётко выстроенную систему обслуживания клиентов и реализации своей продукции, которая обеспечивает оперативную реакцию на запросы потребителей и поддерживает стабильно высокий уровень удовлетворенности клиентов качеством предлагаемых товаров и предоставляемых услуг. Система направлена на достижение быстрого удовлетворения потребностей рынка, обеспечение стабильной работы каналов продаж и поддержания доверия клиентов через эффективное взаимодействие всех подразделений компании.

Система распределения запасных частей (запчастей) функционирует следующим образом:

Главный офис предприятия получает заказы непосредственно от отдела сбыта, который ведёт переговоры с клиентами и оформляет коммерческие сделки.

После получения заказа главный офис оперативно сверяется с наличием необходимых деталей на центральных и региональных складах компании.

Если товар имеется в наличии, осуществляется оформление документов и распределение объемов заказов между соответствующими филиалами – центральными и периферийными складскими комплексами.

В случае отсутствия запрошенного ассортимента заказ направляется одновременно двум направлениям:

Отдел базового производства комплектующих – подразделение, ответственное за самостоятельное изготовление компонентов на собственных производственных мощностях предприятия.

Отдел кооперации – структура, осуществляющая связь с внешними поставщиками-партнёрами и закупка недостающих элементов у сторонних организаций-производителей.

Эти меры обеспечивают бесперебойность процесса снабжения сети запасными частями и позволяют своевременно пополнять запасы требуемыми деталями для оперативного выполнения заявок конечных заказчиков.

Ключевой основой всей системы автомобильного сервиса и авторемонта служит обширная сеть специализированных автосервисных организаций

различного типа и уровня компетенции [3,4]. В неё входят разнообразные учреждения, такие как крупные автомобильные центры, небольшие станции технического обслуживания, специализированные предприятия, производящие запчасти и комплектующие, а также мастерские различных профилей, занимающиеся выполнением полного спектра ремонтных услуг и поддерживающих работу транспортных средств.

Специализированные автомобильные центры (автосервисные технопарки, автотехцентры) представляют собой крупнейшие многофункциональные объекты инфраструктуры сферы автосервиса. Они играют роль центральных узлов региона или определенной территории, интегрируя вокруг себя другие ремонтные подразделения и станции техобслуживания путем прямой подчиненности или взаимодействия посредством технических регламентов, договоров сотрудничества и взаимной координации деятельности.

Официальные станции технического обслуживания (дилерские) техобслуживания создаются непосредственно производителем автомобиля для выполнения функций продаж и оказания профессиональной технической помощи клиентам на конкретной территории города, области или целого региона. Важнейшим условием открытия такой станции является наличие официального договора, подписанного изготовителем транспортного средства или уполномоченным представительством фирмы-производителя. Подобные договорённости включают формы партнерских отношений, таких как дилерский контракт, соглашение о дистрибуции или иное юридическое подтверждение полномочий службы по обслуживанию данной марки автомобиля.

Обслуживанием техники в коммерческом парке занимается специализированное подразделение самого владельца транспортной компании. Однако поставка запасных частей осуществляется главным образом через специализированные автотранспортные центры, которые располагают необходимым ассортиментом запчастей и комплектующих, необходимых для регулярного поддержания работоспособности подвижного состава.

Регламентация планового технического обслуживания и порядок осуществления ремонтов определяются инженерами научно-технических отделов компаний-производителей. Эти нормы документируются и утверждаются крупными автомобильными центрами, прошедшими аккредитацию производителей, или официальными сервисными структурами. Таким образом обеспечивается единообразие подходов и стандартов качества в сфере авторемонта и эксплуатации автомобилей.

Службы дефектовки выявляют дефекты и анализируют отказы автомобильной техники и осуществляют систематический сбор информации обо всех зафиксированных поломках, проблемах и недостатках автомобилей, обрабатывают полученные данные и передают их обратно компаниям-изготовителям. Это позволяет своевременно вносить корректировки в конструкцию машины, оптимизировать процессы производства и улучшать качество выпускаемых моделей.

Система технического обслуживания автомобилей обладает

характеристиками открытой и разомкнутой системы, взаимодействуя с внешней средой через многочисленные точки входа и выхода. Эта система тесно связана с гораздо большей сервисной инфраструктурой среды, поскольку постоянно обменивается ресурсами с внешним миром – потребляет значительный объем запасных частей (деталей), расходных материалов и прочих компонентов, необходимых для проведения ремонтных работ, профилактического осмотра и поддержания транспортных средств в исправном состоянии [5, 6].

Таким образом, автомобильная ремонтная инфраструктура функционирует не автономно, а зависимо от внешних поставщиков комплектующих изделий и обслуживающих организаций, формирующих общую цепочку поставок и поддержки клиентов в сфере автосервиса.

Компания-производитель активно проводит специализированные мероприятия, направленные на повышение квалификации руководителей технических подразделений компаний-клиентов. Основной задачей является углубление знаний и практических навыков сотрудников, занимающихся эксплуатацией и обслуживанием сложного технического оборудования.

Система технического обслуживания автомобилей тесно связана с научно-техническим подразделением компании-производителя. Взаимодействие производителя с автовладельцами обеспечивают подразделения анализа неисправностей сервисных центров и головной центр, где собираются сведения о поломках комплектующих и агрегатов машин. Испытания техники проводятся непосредственно пользователями транспорта в реальных эксплуатационных условиях. Научно-технический центр предприятия разрабатывает систему авторемонта, регламентирует техобслуживание и ремонт, создает техническую документацию, которая впоследствии проверяется на практике в автомобильных технических центрах (АТЦ) либо центральных станциях техобслуживания (СТО).

Выполнение работ по обслуживанию и ремонту автомобилей невозможно без достаточного запаса запчастей, поэтому система техобслуживания активно использует большое количество запасных элементов. Следовательно, фирменная сеть автосервисов функционирует как открытая и незамкнутая система, входящая в общую структуру автотранспортного обслуживания.

Библиографический список

1. Хабибуллин, Р. Г. Основы формирования фирменной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей: 05.22.10 : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Р.Г. Хабибуллин. - Москва, 2000. - 183 с.

2. Методы принятия решений при управлении автотранспортными предприятиями: Учебное пособие / Н. В. Хольшев [и др.]; – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2021. – 119 с.

3. Доровских, Д. В. Формирование стратегии развития технического сервиса автомобилей и машин на предприятиях агропромышленного комплекса / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2025. – №

2(74). – С. 110-118.

4. Доровских, Д. В. Оценка расхода ресурсов на техническое обслуживание и ремонт клиентских транспортных средств / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2021. – № 4(52). – С. 81-89.

6. Дефектация и ремонт деталей автотракторной техники / С. М. Ведищев, [и др.]. – Рязань: РГАТУ, 2025. – 129 с.

7. Кончин, В. А. Новый вектор технического обслуживания автомобилей с применением эндоскопа серии F4-A / В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 71-77.

8. Евсенина, М.В. Текущий ремонт подвижного состава в автотранспортном предприятии: экономическая оценка / М.В. Евсенина, И.Н. Горячкина // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. - Курск, 2020. - С. 150-153.

9. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 162 с.

УДК 629.3.083

Корнюшенко К.А., студент,

Аниканов М.А., аспирант

Подмосковный институт (филиал) МАДИ, г. Бронницы, РФ

ФЕРРОЦЕН В БЕНЗИНЕ: КРАТКОВРЕМЕННАЯ ПОЛЬЗА И ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ ВРЕД

На сегодняшний день самым массовым топливом в продаже на АЗС в России по данным аналитиков банка «Русский стандарт» стал АИ-95 – на него пришлось 57% покупок [1]. Бензин получают двумя основными способами:

1. Первый способ – крекинг, распространённый метод для получения высокооктанового бензина, октановое число по данному методу 70–80 единиц. Для получения более высокого октанового числа в топливо, полученное крекингом, добавляют различные присадки – октан-корректоры.

2. Второй способ получения бензина – риформинг. Данный метод позволяет получить октановое число 95 единиц и выше, но процесс дороже.

Крекинг и риформинг одинаково распространены для изготовления бензина из нефти во всём мире. Например, на предприятиях «Роснефти», «ЛУКОЙЛа» и других специализированных компаний стоят установки обоих типов. Однако, крекинг даёт слишком низкое октановое число, не подходящее современным двигателям, для получения АИ-92 и АИ-95 в топливо, добавляют присадки. Для предотвращения детонации (неконтролируемого самовоспламенения топливовоздушной смеси) в топливо добавляют октан-корректоры.

Технология этилирования бензина была изобретена американскими химиками из «Дженерал Моторс» в 20–30-е годы XX века. Этилированный бензин — это бензин, в который добавлена тетраэтилсвинец (ТЭС) для повышения октанового числа и улучшения детонационной стойкости топлива.

Проблему детонации топлива смогли решить, но соединения тетраэтилсвинца высокотоксичны. Свинец легко проникает в организм через дыхательные пути и накапливается в нём, нанося вред нервной системе и внутренним органам, а также накапливается в окружающей среде.

В 1986 году в США окончательно запретили использование этилированного бензина для автомобилей. Запрет ввели после того, как учёные доказали вред присадки ТЭС, для повышения октанового числа бензина. В Евросоюзе запретили использование этилированного бензина для автомобилей с 1 января 2000 года, а в России – с 15 ноября 2002 года. Окончательно использование этилированного автомобильного бензина в мире прекратилось в 2021 году — последней страной, где его использование было прекращено, стал Алжир.

На смену ТЭС в антидетонационных присадках пришёл Ферроцен. Металлоорганическое соединение, которое используют в качестве антидетонационной присадки к топливу для бензиновых двигателей. Ферроцен — органическое соединение металла, содержание железа не менее 28%. Ферроцен не растворим в воде. Растворяется в бензине, дизельном топливе и пр. Добавление 160-180 грамм присадки на 1 тонну бензина ведет к повышению октанового числа на 4-5 единиц. Точная дозировка зависит от качеств бензина и должна быть определена тестовым путем [2]. К тому же такое топливо не токсично для человека.

Положительный эффект от использования Ферроцена можно увидеть сразу, но продолжительное использование создаёт негативный накопительный эффект, снижая ресурс и ухудшая характеристики ДВС. Существуют ограничения по его концентрации, согласно ГОСТу, ферроцен и его производные допускаются к применению в составе бензинов всех марок в концентрации, соответствующей содержанию железа, не более 17 мг/л. (ГОСТ 32514–2023), при данной концентрации негативное воздействие на двигатель приравнивается к таковому с обычным товарным бензином [3]. На данный момент Ферроцен на территории РФ запрещён в соответствии с техническим регламентом таможенного союза ТР ТС 013/2011 [4]. Ограничения на содержание ферроцена в топливе связаны с его негативным влиянием на узлы и механизмы двигателей внутреннего сгорания.

Опасность данной присадки заключается в образовании токопроводящих отложений красного цвета на свечах зажигания, нарушение герметичности и перегрев клапанов, залегание поршневых колец, вывод из строя каталитических систем обезвреживания выхлопных газов (отравление платинового катализатора). Повышенный износ деталей двигателя из-за накопления оксидов железа, которые откладываются в камере сгорания в виде нагара, приводит к загрязнению форсунок топливной аппаратуры ДВС.

Журнал «За рулем» провёл тест работы антидетонационной присадки на основе ферроцена [5]. В ходе экспериментальных исследований использовался специализированный испытательный стенд, оснащённый восьмиклапанным бензиновым двигателем модели ВАЗ 21114. Первоначально в топливный бак был залит бензин марки АИ-95. После этого были проведены замеры основных параметров двигателя в 15 различных режимах функционирования – от работы на холостом ходу до достижения максимальной мощности. Исследуемые характеристики включали мощность двигателя, расход топлива, уровень токсичности выхлопных газов.

На следующем этапе в топливо была введена присадка. Двигатель функционировал на модифицированном топливе в течение десяти часов. По завершении этого периода были повторно выполнены все измерения в идентичных рабочих режимах для сравнения полученных результатов.

Первоначальные результаты испытаний продемонстрировали положительную динамику рабочих параметров двигателя. Мощностные характеристики показали прирост в пределах 2% относительно базовых показателей. Детонационные процессы, ранее фиксировавшиеся при максимальных нагрузках на двигатель, полностью устранены. Топливная экономичность улучшилась на 4% по сравнению с исходными данными. Экологические показатели также продемонстрировали улучшение: зафиксировано снижение концентрации вредных веществ в отработавших газах. Данные изменения свидетельствуют о положительном влиянии присадки Ферроцен (Рисунок 1).

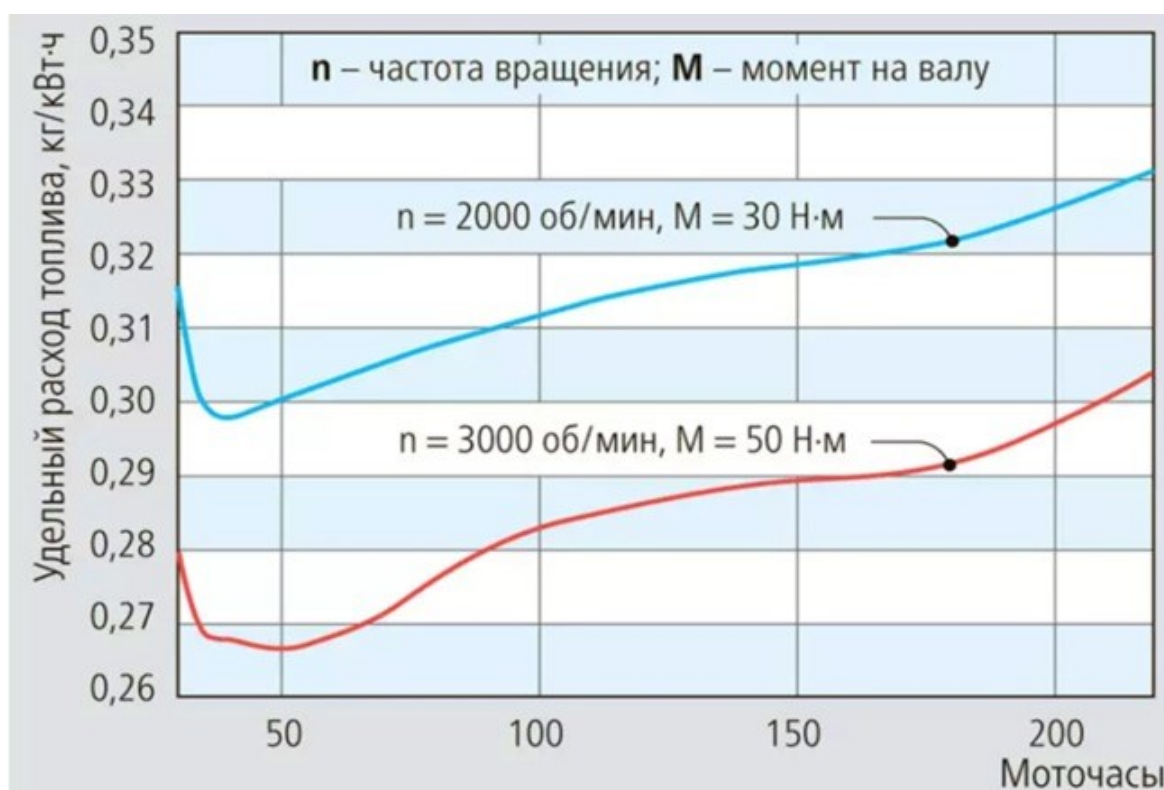


Рисунок 1 – В двух контрольных режимах в течении всего цикла испытаний снимали показатели расхода топлива

Изначальное улучшение показателей, связанное с повышением детонационной стойкости топлива, на которое отреагировала система управления двигателем, быстро сменилось негативной динамикой, сказывается негативный накопительный эффект от работы с присадкой (ухудшение качества свечей зажигания и образование налёта на датчике кислорода). В ходе продолжительных испытаний (250 моточасов) была проведена оценка долговременного влияния модифицированной топливной смеси на работу двигателя. За указанный период было израсходовано 1500 кг топлива с добавлением 20 единиц присадки.

Мониторинг эксплуатационных параметров осуществлялся с интервалом 50 моточасов. По результатам наблюдений выявлена следующая динамика:

1. Первоначальный положительный эффект постепенно снижался в течение всего периода испытаний.

2. К завершению эксперимента зафиксированы критические отклонения в работе двигателя: повышенная вибрация на режиме холостого хода, нестабильность работы силового агрегата, частые срабатывания системы диагностики (CheckEngine). Конечные показатели продемонстрировали ухудшение относительно исходных значений. Мощность двигателя ниже базового уровня, увеличен расход топлива, наблюдается повышенная токсичность отработавших газов (Рисунок 1 и 2).

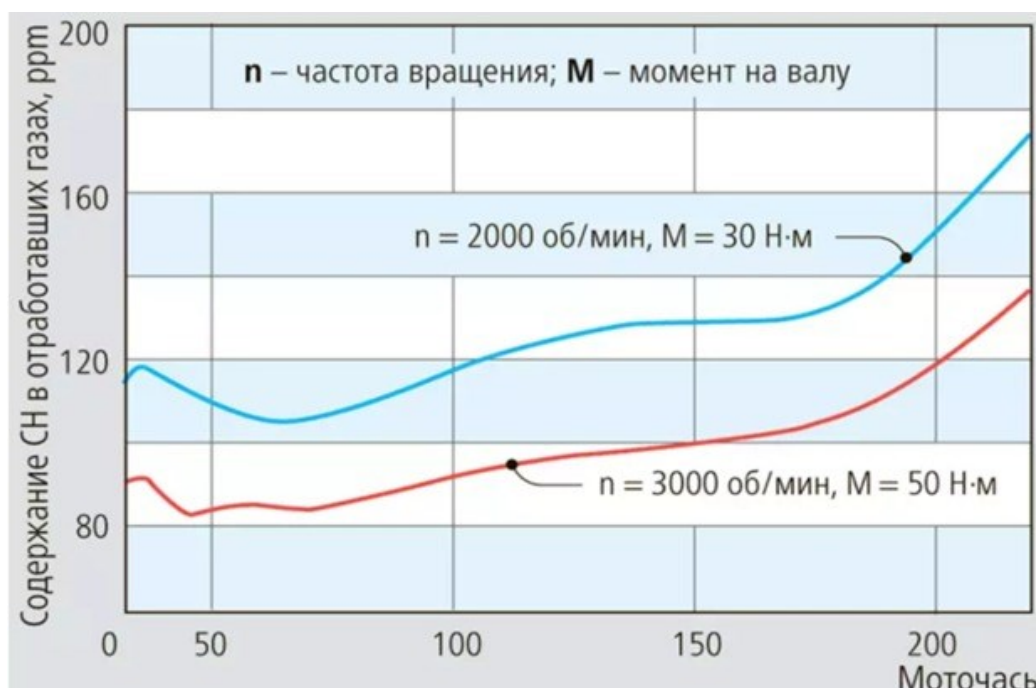


Рисунок 2 – Замер токсичности выхлопных газов

Техническое состояние ключевых компонентов показало критическое состояние свечей зажигания и выход из строя лямбда-зонда (датчик кислорода). Топливная система продемонстрировала ускоренное загрязнение, замена топливного фильтра потребовалось дважды.

Данные результаты указывают на негативное влияние длительного применения исследуемой присадки на эксплуатационные характеристики и ресурс двигателя.

Исследования журнала «За рулем» подтверждаются практикой. В официальный дилерский центр Лада, расположенный по адресу Московская область, Котельники, Коммерческий проезд, 8к2, поступил автомобиль Лада Нива с жалобой на нестабильную работу ДВС, пропуски зажигания и потерю мощности. После проведения первичной диагностики выявлена некорректная работа системы впрыска топлива, принято решение установить форсунки на стенд для проверки. Все четыре форсунки не прошли тестовый пролив, показав большую разницу в количестве распыляемого топлива за равный промежуток времени (Рисунок 3). Требуется замена сразу всех топливных форсунок.



Рисунок 3 – Тест топливных форсунок на стенде

При осмотре свечей зажигания выявлен красно-рыжий налёт (Рисунок 4) – явный признак ферроцена. Комплект свечей зажигания требует замены. После теста топливных форсунок выполнена дальнейшая разборка топливной системы, которая показала значительное загрязнение топливного фильтра (Рисунок 5).



Рисунок 4 – Свечи зажигания после работы с ферроценом



Рисунок 5 – Топливный модуль с топливным фильтром

Вывод: Ферроцен действительно даёт временный положительный эффект для работы ДВС, увеличивая детонационную стойкость топлива. Продолжительная работа на топливе с данной присадкой губительна для двигателя, это подтверждается исследованиями журнала «За рулем» и обращением автовладельца в сервисный центр.

Топливная система при использовании топлива с ферроценом требует более частой замены топливного фильтра. Топливные форсунки быстрее выходят из строя, сказывается образование металлизированного налёта, препятствующего работе. Схожим процессам подвержен и топливный насос.

Налёт, образующийся на свечах зажигания, ухудшает искрообразование, что также ухудшает работу ДВС и увеличивает частоту замены свечей зажигания. Помимо свечей зажигания налет образуется на датчиках кислорода, выводя их из строя.

Библиографический список

1. Удачин, С. Какой бензин предпочитают водители в России [Электронный ресурс] / С. Удачин // Auto.Mail.Ru. – 2024. – 28 октября. – URL: <https://auto.mail.ru/article/97633-kakoj-benzin-predpochitayut-voditeli-v-rossii/> (дата обращения: 10.09.2025).

2. Ферроцен – Антидетонационная присадка к бензину [Электронный ресурс] // ТопливоПромПрисадки : официальный сайт. – URL: <http://www.toplivopromprisadki.ru/katalog/prisadki/prisadki-dlya-benzina/ferroczen-antidetonnacionnaya-prisadka-k-benzinu> (дата обращения: 10.09.2025).

3. ГОСТ 32513-2023 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия.

4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту".

5. Колодочкин, М. Запрещенка для топлива: экспертиза присадок [Электронный ресурс] / М. Колодочкин // Журнал «За рулём». – 2016. – 28 июля. – URL: <https://www.zr.ru/content/articles/901825-tabletka-dlya-topliva-ehksperty/> (дата обращения: 10.09.2025).

6. Толмачева, А.О. Химический экспресс-метод определения содержания октан-корректора – Ферроцена в автомобильных бензинах [Электронный ресурс] / А.О. Толмачева // Международный школьный научный вестник. - 2018. - № 5-4.; URL: <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=728> (дата обращения: 16.10.2025).

7. Анализ влияния антидетонационных присадок на токсичность автомобильных двигателей [Электронный ресурс] // Dspace Тольяттинского государственного университета. – URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/19718/1/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%9C.%D0%92._%D0%AD%D0%9C%D0%A1%D0%BC-1902%D0%B0.pdf (дата обращения: 10.09.2025).

8. 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.

9. Энергетические и экологические показатели двигателей с ультразвуковой очисткой электромагнитных форсунок / И. К. Данилов [и др.]. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2022. – 122 с.

10. Грашков, С. А. Альтернативное топливо для автомобильного транспорта / С. А. Грашков, В. В. Сазонов, Г. Д. Калмыков // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2023) : сборник научных статей 15-й Международной научно-технической конференции, Курск, 17 ноября 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 79-82.

11. Ерофеева, Т. В. Негативное воздействие автомобильного транспорта на сельхозугодья / Т. В. Ерофеева, О. А. Антошина, Ю. В. Однодушнова // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 17 марта 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 41-45.

УДК 621.431.3

*Панковец Д.Ю., студент,
Шуханов С.Н., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО ИГУ, г. Иркутск, РФ*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРБЮРАТОРНЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Технические средства и технологии агропромышленного комплекса претерпевают бурное развитие. Этим вопросам посвящены труды аграрных ученых [6,10]. Ключевым источником энергии машин и механизмов сельскохозяйственного производства являются поршневые двигатели внутреннего сгорания (рис. 1), которым, в том числе уделяется большое внимание со стороны исследователей [1-5;7-9].

Ключевые отличия карбюраторных двигателей от дизельных кроются в принципе приготовления топливовоздушной смеси (смеси топлива с воздухом), а также способе ее воспламенения. В карбюраторном двигателе образование топливовоздушной смеси осуществляется вне цилиндров, а именно в карбюраторе (прибор для приготовления горючей смеси) и представляет собой внешний способ смесеобразования.

Такт впуска (впускной клапан открыт, а поршень движется к нижней мертвой точке) характеризуется формированием в цилиндре разрежения. В это время выполняется процесс засасывания воздуха через воздушный патрубок карбюратора. Двигаясь по диффузорам карбюратора, воздух посредством

смешивания с бензином, распыляемого из жиклеров за счет разряжения, образует горючую смесь. В дальнейшем эта смесь подается в цилиндр, в котором в результате сжатия осуществляется ее завершающее перемешивание, а также разогрев.

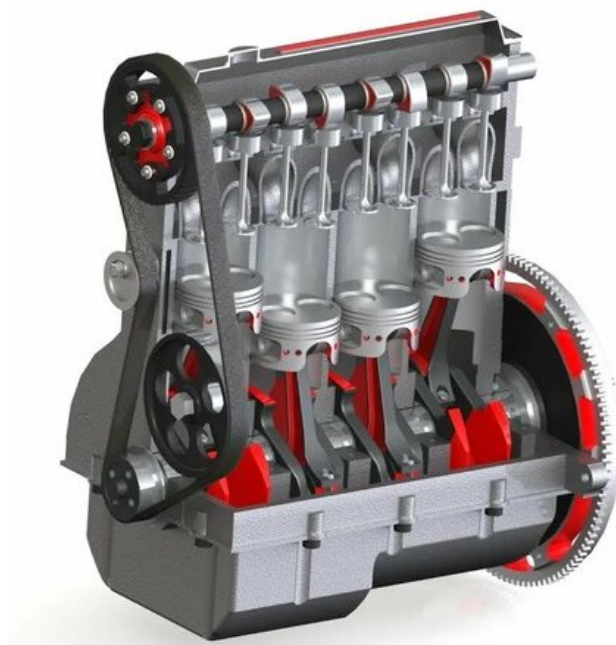


Рисунок 1 – Общий вид поршневого ДВС

В последующем смесь подвергается воспламенению с помощью искры от свечи зажигания, и осуществляется такт расширения (рабочий ход).

Отличительная особенность дизеля состоит в том, что топливовоздушная смесь образуется в самом цилиндре двигателя (так называемое внутреннее смесеобразование). На первом этапе (первый такт-впуск) через впускной клапан очищенный воздух подается в цилиндр двигателя. Во втором такте воздух сжимается за счет этого нагревается до высоких температурных значений и, не доходя до верхней мертвой точки положения поршня, впрыскивается через форсунки строго определенное количество топлива (угол опережения впрыска), что приводит к очень быстро смешиванию с воздухом (образуется горючая смесь) и моментальному ее воспламенению, то есть воспламенение топливовоздушной смеси реализуется за счет сжатия. Происходит такт расширения (рабочий ход), а именно выполняется полезная работа посредством применения тепловой энергии сгорания горючей смеси.

Дизельные двигатели характеризуются на порядок более высоким значением степени сжатия по сравнению с карбюраторными, что является основой для осуществления эффекта самовоспламенения топливовоздушной смеси.

Рассмотрение принципа функционирования дизеля и карбюраторного двигателя дают возможность выполнить сравнительный анализ: уточнить их положительные и отрицательные стороны.

Перечень положительных сторон карбюраторного двигателя включает в себя:

- существенно меньшие габариты, в том числе масса (показатель по степени сжатия гораздо меньше, что не предполагает тяжелых составных частей цилиндропоршневой группы);
- небольшое значение шумности;
- конструктивно простая топливная аппаратура, сочетающаяся с не высокой ценой;
- не сложность технической эксплуатации.

Существенное достоинство – более качественное смесеобразование, что является причиной лучшего процесса сгорания горючего.

Перечень отрицательных сторон:

- не высокая экономичность;
- выхлопные газы характеризуются более высокой степенью концентрации токсичных веществ;
- высокая чувствительность к качеству горючего;
- на переменных режимах работы двигатель демонстрируют не высокие динамические качества;
- корреляция функционирования системы питания с положением как двигателя, так и автомобиля;
- более высокое значение пожароопасности (воспламеняемость дизельного топлива гораздо ниже бензинового).

Устройство карбюратора включает в себя (рис. 2) диффузор в виду своей конструктивной особенности, существенно снижает скорость наполнения цилиндра горючей смесью. Значительно снижает этот недостаток инжекторная система питания (впрыск бензина).

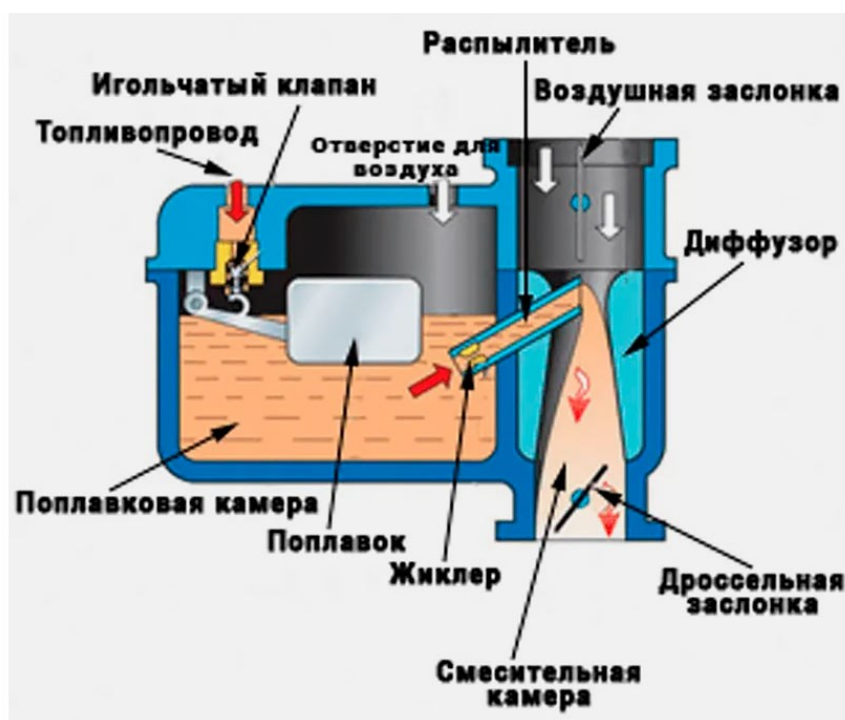


Рисунок 2 – Общий вид карбюратора

Высокая токсичность отработавших газов предполагает применение различных нейтрализаторов, увеличивающих степень сопротивления выпускной системы. Эти факторы ведут к существенному снижению показателя как по эффективности, так и по экономичности функционирования карбюраторного двигателя.

У дизелей таких недостатков нет, кроме того, двигатели с турбонаддувом демонстрируют повышенные показатели по наполняемости цилиндров воздухом.

Перечень положительных сторон дизельных двигателей по отношению к карбюраторным следующий:

- лучший показатель по экономичности;
- не исключается вероятность работы (кратковременно) на нестандартном топливе;
- высокие динамические качества;
- есть возможность форсировать мощность посредством наддува;
- позволяет выполнение автоматизации процессов образования смеси, а также дозирования количества топлива, направляемые в цилиндры.

Перечень отрицательных сторон присущих дизельным двигателям по сравнению с карбюраторными включает в себя:

- значительные габариты, а также масса;
- топливная аппаратура отличается сложностью, а также дороговизной;
- работа характеризуется не только повышенным значением жесткости, но и шумности.

Одно из слабых сторон дизелей – это качество смесеобразования. Временной промежуток которых гораздо меньший: мгновение между впрыском топлива и его сгоранием. В карбюраторном двигателе процесс смесеобразования осуществляется более продолжительное время: карбюратор – впускной трубопровод – такт всасывания – такт сжатия. Эти элементы влияют на качество смесеобразования влияют на такие показатели процесса сгорания топлива как скорость, так и полнота.

Посредством реализации различных технических решений, например, таких как измененная форма камеры сгорания, оптимизация процесса впрыска и т.п., специалисты работают над улучшением качества смесеобразования.

Библиографический список

1. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова, И.В. Серявин // Вестник СМУ РГАТУ. - 2015. - № 1. - С. 239-244.
2. Алтухов, С.В. Исследование теплообмена корпуса распылителя форсунки с топливом / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 80. - С. 54-61.
3. Оценка топливопотребления двигателей при ультразвуковой обработке топлива / Р.В. Пуков и др. // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 11. - С. 12-17.

4. 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 науч. конф. - Красноярск, 2022. - С. 154-156.
5. Юсупов, Ш.Т. Влияние неравномерности подачи топлива на эффективные показатели дизеля / Ш.Т. Юсупов, О.М. Осмонов, М.Б. Балданов // Ларионовские чтения – 2022 : сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции. - 2022. - С. 121-125.
6. Алтухов, С.В. Анализ обеспеченности техникой сельскохозяйственных организаций Иркутской области / С.В. Алтухов, Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2022. - № 62. - С. 5-8.
7. 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. - Курган, 2022. - С. 12-16.
8. Корреляция продолжительности прогрева двигателя со значением температуры воздуха / С.С. Ямпиллов и др. // Наука в центральной России. - 2025. - № 1 (73). - С. 64-72.
9. Бодякина, Т.В. Бортовая диагностика системы впрыска дизельных двигателей / Т.В. Бодякина, Е.В. Елтошкина, П.А. Болоев // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2023. - № 49. - С. 8-16.
10. Сусликов, И.А. Перспективные направления повышения эффективности работы двигателей внутреннего сгорания для сельского хозяйства / И.А. Сусликов, А.В. Кузьмин, С.В. Агафонов // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 90-летию Иркутскому ГАУ. - Молодежный, 2024. - С. 118-123.
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. Энергетические и экологические показатели двигателей с ультразвуковой очисткой электромагнитных форсунок / И. К. Данилов [и др.]. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2022. – 122 с.
13. Терентьев, В. В. Анализ способов увеличения эффективности функционирования двигателей тракторов и техники, применяемой в сельском хозяйстве / В. В. Терентьев, Н. Н. Пашканг, М. А. Боронин // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки. – Рязань, 2024. – С. 77-83.
14. Биодизель как альтернатива минеральному дизельному топливу / Ю. Н. Рыжов, В. Е. Семенов, А. В. Трудко, Н. Е. Лузгин // Вестник СМУ РГАТУ. – 2023. – № 1(17). – С. 73-77.

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Техническое обслуживание автодорожной техники, организованное с учётом её конструктивных и технологических особенностей, формирует основу для продления эксплуатационного ресурса машин. Его включают в общий комплекс мер по поддержанию работоспособности и сохранению параметров надёжности. Увеличение срока службы напрямую повышает производственную отдачу: техника дольше остаётся в строю и закрывает больший объём плановых работ.



Рисунок 1 – Пример ремонта автодорожной техники на АТП

Экономическая целесообразность разработки и внедрения новых методов управления работоспособностью машин подтверждается расширением возможностей применения систем поддержания работоспособности, адаптированных к условиям рыночной экономики. Такие системы учитывают стоимость ресурсов, риски отказов и ограничения производственного графика, что согласует технические решения с экономическими критериями. В результате профилактические мероприятия выполняют в сжатые сроки и при меньших трудовых и финансовых затратах.

Сопоставление показывает, что предупреждение отказов обходится дешевле, чем восстановление работоспособности после нарушения, а общая

эффективность эксплуатации повышается за счет сокращения простоев и объема ремонтных операций.

Внедрение в парке дорожной техники более совершенной системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) повышает качество регламентных и ремонтных операций. Кроме того, такая система обеспечивает владельцам расширенный набор сервисных услуг, связанных с технической эксплуатацией машин.

Накопленные научные разработки, методические решения и производственный опыт в области технического сервиса дорожной техники преимущественно сосредоточены на организационных мероприятиях. В то же время вопросы совершенствования технологии и методов обслуживания, формирование стратегий и пересмотр периодичности регламентов изучены существенно слабее. В результате практические рекомендации остаются частными, и прогрессивные подходы внедряются заметно реже, чем традиционные, давно используемые на эксплуатационных предприятиях.

По результатам технического осмотра автодорожной техники нередко выявляются неисправности, устраняемые только заменой одной или нескольких деталей. Замена элементов относится к операциям повышенной ответственности и требует от мастера квалифицированного исполнения, точного соблюдения технологии и последовательности работ. Для таких операций разработана методика, регламентирующая порядок выполнения замены и контроль результата. Ее соблюдение обеспечивает стабильное качество и системность ремонтных работ, а также необходимую производительность процессов.



Рисунок 2 – Высокоточное оборудование на АТП

Применение высокоточного диагностического оборудования (рисунок 2) при техническом осмотре повышает информативность контроля и чувствительность к ранним признакам деградации. Прицельные измерения фиксируют минимальные отклонения параметров и выявляют зарождающиеся дефекты еще до проявления отказа. Раннее вмешательство снижает риск эскалации повреждения. Обнаруженные несоответствия подлежат классификации по принадлежности к узлу (детали) и по степени критичности и ремонтпригодности. Такая дефектофикация формирует основу для выбора корректирующих действий: оперативного ремонта, планового вмешательства или полной замены.

Замена исходной детали рентабельна при капитальной поломке (невосстановимом, катастрофическом отказе). Под ней понимается полная утрата функциональности элемента и отсутствие технической либо экономической целесообразности восстановления. Подобные события сопряжены с существенными затратами времени и ресурсов и приводят к увеличению простоя оборудования. Чаще всего капитальная поломка возникает из-за превышения ресурса, установленного изготовителем, либо вследствие нарушений условий эксплуатации. В первом случае профилактика обеспечивается регламентными заменами по сроку службы или наработке. Во втором — строгим соблюдением эксплуатационных требований и регулярным проведением технических осмотров без пропусков.

При наличии технической возможности деталь предпочтительно восстанавливать, а не менять. Такой ремонт, как правило, обходится существенно дешевле полной замены и снижает сопутствующие издержки. Иногда требуется лишь минимальное вмешательство, поэтому установка новой детали экономически не оправдана. Если повреждение носит капитальный характер, восстановительный ремонт теряет смысл. В этом случае необходимо полное снятие и замена узла на новый.

Перед началом замены дефектной детали проверяют наличие соответствующей позиции на складе. Для этого направляют официальный запрос в складскую службу или фиксируют заявку в системе учета с последующим подтверждением резерва. Без положительного подтверждения работы по разборке не запускают. Иначе потребуются обратная сборка узла, поскольку срок поставки у внешнего поставщика может составлять от нескольких дней до недель и даже месяцев. Держать неработоспособную машину на рабочем посту в этот период недопустимо из-за ограниченной пропускной способности мастерской.

Если нужной позиции нет и требуется заказ, технику переводят на доремонтное хранение. Оборудование размещают на выделенной площадке до поступления комплектующей и возобновления ремонтных операций.

После подтверждения наличия новой комплектующей приступают к демонтажу. В ряде случаев приходится снимать не только отказавший узел, но и сопряжённые с ним элементы, поскольку доступ к крепежу и соединениям обеспечивается только после их удаления. Для автодорожных машин это типично из-за плотной компоновки агрегатов. При значительном объёме

разборки заранее подготавливают рабочее место. Нужна площадка достаточной площади для раскладки снятых деталей, чтобы исключить их повреждение и перепутывание; удобны маркировка и упорядоченная выкладка по этапам демонтажа.

Для сокращения трудоёмкости применяют механизированный и автоматизированный инструмент: пневмо- и электроинструмент, гидравлические съёмники, а также подъёмно-транспортные средства. Такое оснащение повышает производительность работника в несколько раз по сравнению с ручными операциями.

После демонтажа неисправную деталь направляют на утилизацию в установленном порядке. Новая деталь поступает со склада и устанавливается на агрегат. Монтаж выполняют при строгом соблюдении последовательности технологических операций. Все элементы фиксируют в предназначенных для них посадочных местах в соответствии с конструкторской и сборочной документацией.

При замене отдельной детали нередко возникает необходимость в локальном ремонте или подгонке смежного узла. Эти дополнительные операции увеличивают трудоёмкость и могут потребовать коррекции сопрягаемых поверхностей. Соответствующий резерв времени следует закладывать при планировании работ и нормировании трудозатрат.

При отказе автодорожной техники в полевых условиях применяют две стратегии. На место направляют мобильную бригаду для диагностики и, при наличии условий, оперативного ремонта. Либо машину буксируют или эвакуируют на стационарную ремонтную площадку. Полевое обслуживание ограничено по ресурсам: доступен лишь небольшой набор инструмента, ход работ зависит от погодных факторов, отсутствует гарантия устранения неисправности на месте. В результате решение может оказаться частичным или потребовать последующей эвакуации. Эвакуация дороже, поскольку часто необходимы услуги спецтехники для транспортировки. Зато ремонт проводят в сервисных условиях с полным доступом к оборудованию и технологиям, что расширяет перечень доступных операций и повышает вероятность окончательного устранения дефекта.

Замена узлов и деталей на автодорожной технике требует четкой организации и технологической дисциплины. Цель — обеспечить надежный результат и минимальные простои оборудования.

Перед началом работ: уточняют предполагаемые причины и условия возникновения отказа. Время работ планируют заранее, синхронизируя операции и ресурсы для сокращения простоев. Используют современное оборудование и инструмент, совместимые с требованиями производителя и характеристиками детали. На всех этапах строго соблюдают технику безопасности и действующие нормы эксплуатации.

Замена компонентов на дорожной технике характеризуется специфическими техническими и организационными требованиями. Ограниченный доступ к узлам, значительная масса агрегатов, наличие гидравлических и пневматических контуров, а также электронных блоков

управления определяют состав инструмента, порядок операций и меры безопасности.

Влияние условий эксплуатации (пыль, вибрация, температурные перепады) дополнительно усложняет контроль чистоты и герметичности соединений. Работа с изделиями специального назначения — например, элементами тормозных и рулевых систем, узлами подъёмных механизмов, компонентами систем безопасности — требует углубленной подготовки. Необходимы знание регламентов производителя, применение поверенных средств измерений, соблюдение моментов затяжки и процедур калибровки, а также контроль загрязнений в зонах точных сопряжений. В ряде случаев обязательны допуск персонала и документированная проверка квалификации.

Строгое следование утверждённой методике замены и сопутствующим требованиям существенно снижает вероятность дефектов и риск возникновения неисправностей в ходе ремонта и при последующей эксплуатации. Практически это достигается через использование контрольных листов, фиксацию параметров сборки (включая моменты затяжки и зазоры), проведение функциональных испытаний под нагрузкой и проверку утечек. Такой порядок уменьшает объём переделок, сокращает простой техники и стабилизирует качество обслуживаемого парка.

Библиографический список

1. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

2. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.

3. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской науч. Конф., Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

4. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

5. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки

сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.

6. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 182-189.

7. Сидоров, А. А. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

8. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

9. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

10. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

11. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

12. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н.В. Аникин и др. // Международный техникоэкономический журнал. – 2009. – №. 3. – С. 92-96.

13. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК :

Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

14. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.

15. Виноградов, Д. В. Методологические вопросы оценки эффективности управления затратами / Д. В. Виноградов, В. С. Конкина, Е. Н. Правдина // Молодёжь в поисках дружбы : Материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященный к 20-летию Национального примирения и году Молодежи в Республике Таджикистан, Бохтар, 28 апреля 2017 года / Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан; Институт энергетики Таджикистана. – Бохтар: Институт энергетики Таджикистана, 2017. – С. 20-28.

16. 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.

17. Кончин, В. А. Применение эндоскопа марки Rosdiag F4-а при техническом обслуживании автомобиля / В. А. Кончин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2024) : Сборник научных статей 16-й Международной научно-технической конференции, Курск, 15 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 50-55.

18. 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.

19. Евсенина, М.В. Текущий ремонт подвижного состава в автотранспортном предприятии: экономическая оценка / М.В. Евсенина, И.Н. Горячкина // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. - Курск, 2020. - С. 150-153.

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

21. 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.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Автомобильный транспорт — один из наиболее распространённых средств передвижения на суше. Его широкое использование поддерживается сочетанием автономности, доступности и развитой дорожной инфраструктуры, что покрывает типичные повседневные потребности перемещения. В индивидуальной эксплуатации автомобиль обеспечивает гибкость маршрута, экономию времени на коротких и средних дистанциях и возможность перевозки багажа.

Долговечность машины определяется состоянием её узлов и агрегатов. Для сохранения ресурса требуется регулярная эксплуатационная поддержка: соблюдение регламента ТО, своевременная замена масла и фильтров, контроль уровня и качества рабочих жидкостей, проверка тормозной системы и подвески, а также диагностика электронных модулей. Выполнение указанных операций по графику уменьшает износ, снижает риск отказов и стабилизирует эксплуатационные показатели, включая расход топлива и безопасность движения.



Рисунок 1 – Автомобиль проходит диагностику на подъёмнике

Техническое обслуживание автомобилей (рисунок 1) — это система регламентированных операций, направленных на раннее выявление возможных неисправностей, их устранение и профилактику. В нее входят диагностические проверки, регулировочные работы, смазка узлов, замена расходных материалов и контрольные испытания. Качество выполнения этих операций напрямую отражается на надежности, безопасности и ресурсе автомобиля, а также на его остаточной стоимости и совокупной стоимости владения. Иными словами, от уровня сервиса зависит дальнейшая эксплуатационная траектория машины.

Для обеспечения высокого качества работ применяют совокупность профессиональных принципов: плановость и соблюдение периодичности согласно регламентам производителя, использование сертифицированных материалов и оборудования, квалификация персонала и производственный контроль, документирование операций и прослеживаемость, соблюдение требований охраны труда и техники безопасности. Последовательное следование этим правилам стабилизирует результаты обслуживания и снижает вероятность повторных отказов.

Для повышения точности операций и снижения риска инцидентов при техническом обслуживании целесообразно применять серийное высококачественное оборудование. В противном случае возрастают вероятность отказов (включая падение подъёмника) и технологические отклонения, способные сорвать рабочий процесс.

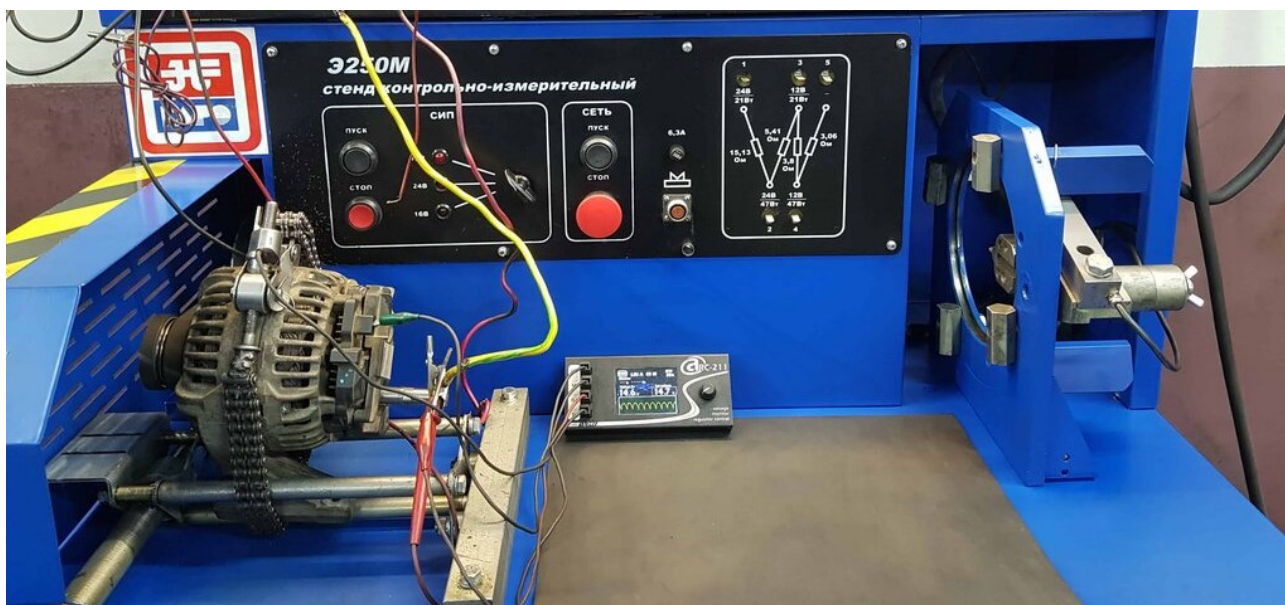


Рисунок 2 – Пример высокотехнологичного оборудования на АТП

При эксплуатации высокотехнологичного оборудования (рисунок 2) соблюдают требования, зафиксированные в эксплуатационной документации. В регламент обслуживания входят своевременная очистка элементов, склонных к засорению при проведении ремонтных операций, и смазка узлов, испытывающих трение. Оборудование применяют строго по назначению, без режимов и нагрузок, не предусмотренных производителем.

Повысить КПД и устойчивость процесса помогает организованное рабочее пространство. У каждого прибора и инструмента должно быть постоянное, легко идентифицируемое место. Рационален порядок, при котором средства располагают по классификационным группам и геометрическим параметрам (габариты, масса, тип крепления). Такая схема ускоряет выбор нужного оборудования и снижает количество лишних перемещений. Грамотное распределение рабочей зоны повышает эффективность выполняемых операций и ощутимо экономит время, затрачиваемое на поиск требуемого устройства. Эта организационная мера напрямую поддерживает стабильность работ и их своевременное завершение.

Оборудование, применяемое для диагностики и ремонта, должно соответствовать требованиям завода-изготовителя и обеспечивать заданный уровень точности.

Проверку соответствия выполняют по техническому паспорту конкретного изделия: в этом документе указаны основные характеристики, допуски и условия эксплуатации. При расхождении фактических параметров с паспортными данными либо при отсутствии паспорта дальнейшая эксплуатация недопустима. Нарушение этого правила угрожает сохранности автомобиля и безопасности работника.

Рост доли электрооборудования в современных автомобилях существенно повысил требования к квалификации сервисных специалистов. Работа с электронными системами предполагает владение методами диагностики, чтением электрических схем, пониманием алгоритмов работы контроллеров и периферии. Для освоения этих компетенций персонал проходит целевое обучение, как правило, организуемое работодателем.

Специфика операций с электрическими устройствами сочетает повышенную опасность и высокую трудоёмкость. Диагностика часто занимает значительное время: нарушение целостности одного проводника, цепи питания или сигнальной линии способно вывести из строя весь функциональный узел. На практике это проявляется как отказ системы при внешне незначительном дефекте, что требует поэтапной проверки участков жгута, разъёмов и элементов защиты.

Централизация управления даёт экономический эффект: сокращается количество дискретных кнопок и переключателей, упрощается компоновка панели, уменьшается номенклатура аппаратных компонентов. Большинство функций переносится на единый бортовой дисплей (НМИ), что снижает затраты на установку и обслуживание механических органов управления. Одновременно возрастает риск неточностей и сбоев в работе интерфейса. На стабильность влияют чувствительность и калибровка сенсора, качество программного кода, вычислительные ресурсы аппаратной платформы и её ресурс по времени. Эти факторы отражаются на отклике системы, корректности распознавания команд и долговечности узла в целом.

Эффективность и качество технического обслуживания автомобиля возрастают при строгом соблюдении технологической последовательности операций. Оптимальные результаты дает работа по технологическим картам,

согласованным с регламентами ТО и требованиями завода-изготовителя. Поддержание такой дисциплины обеспечивает предсказуемость результата и стабильность параметров обслуживания.

На практике мастера используют собственные пошаговые алгоритмы, оптимальные для их подготовки и оснащения. Адаптация общей технологии к индивидуальным сильным сторонам повышает удобство и скорость выполнения отдельных этапов без изменения замысла процедуры. Индивидуальная схема допустима только при неизменном соблюдении базовой технологии обслуживания, основанной на стандартах и предписаниях производителя. При этом корректируется лишь организация труда, а не регламентированное содержание и последовательность критически важных операций.

Для ускорения работ целесообразно формировать рабочие звенья. Командный формат облегчает распределение функций, позволяет вести вспомогательные процессы параллельно, снижает нагрузку на каждого специалиста и поддерживает стабильное качество конечного результата.

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) рассматривается как действенный способ повышения качества технического обслуживания (ТО) автомобилей. ИИ-инструменты интегрируются в контур управления и исполнения операций, что повышает предсказуемость процесса и уменьшает зависимость результата от человеческого фактора. В автомобильном сервисе обучаемые роботизированные системы эффективно выполняют повторяемые и регламентированные операции, автоматизируя существенную часть технологической цепочки.

Настройка параметров и корректное техническое сопровождение обеспечивают стабильность работы таких комплексов при изменении номенклатуры задач.

При грамотном управлении один роботизированный модуль способен заменить бригаду, особенно на участках с высокими физическими нагрузками. Как правило, эти системы применяют для тяжёлых операций, где требуются значительные усилия и высокая точность воспроизведения действий. Расширение применения робототехники в ТО снижает физическую нагрузку на персонал и уменьшает долю ошибок. В итоге повышается стабильность конечного результата и качество обслуживания без увеличения трудозатрат.

Соблюдение базовых принципов качественного технического обслуживания (ТО) автомобилей упорядочивает рабочие процессы и повышает уровень производственной безопасности. При корректной организации операций, своевременной диагностике и соблюдении регламентов снижается частота ошибок исполнителей и количество простоев.

Последовательное выполнение регламентных работ увеличивает ресурс узлов и агрегатов. В результате автомобиль на протяжении многих лет сохраняет стабильные эксплуатационные свойства — управляемость, комфорт и надежность. Исправное состояние силовой установки и систем нейтрализации уменьшает выбросы загрязняющих веществ и, как правило, снижает расход топлива. В городском режиме это особенно заметно: нерегулярное ТО

приводит к росту дымности и токсичности выхлопа.

Поддержание долговечности и надежности отодвигает момент отказа и сокращает вероятность незапланированных расходов на ремонт. Планово-предупредительный подход снижает затраты и совокупную стоимость владения автотранспортным средством.

Библиографический список

1. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской науч. конф., Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

2. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.

3. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

4. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженковский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

5. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.

6. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносок // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 182-189.

7. Сидоров, А. А. Проблемы, возникающие в результате погрузки и выгрузки сельскохозяйственных культур на борт транспортного средства, и их

решение / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 51-57.

8. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

9. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

10. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

11. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

12. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

13. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

14. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.

15. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н.В. Аникин и др. // Международный техникоэкономический журнал. – 2009. – №. 3. – С. 92-96.

16. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование / А. А. Карташов, А. В. Лахно, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 85-95.

17. Агеев, Е. В. Ремонт машин в АПК / Е. В. Агеев, В. И. Серебровский, В. А. Кончин. – Курск : Планета+, ЗАО "Университетская книга", 2025. – 192 с.

18. 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.

19. Пацерюк, И.А. Автомобильный транспорт как отрасль материального производства и производственно-социальной инфраструктуры / И.А. Падирюк, М.В. Евсенина // Наука молодых - будущее России. - Курск, 2019. - С. 344-348.

20. Кистанова, С.А. Экономический и социальный эффекты: оценка качества автотранспортного обслуживания / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2023) : сборник научных статей 15-й Международной научно-технической конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2023. – С. 89-94.

21. Улучшение экологических характеристик дизельных двигателей применением нейтрализаторов отработавших газов с автоматизированной системой управления / Н. В. Бышов, Д. О. Олейник, А. В. Нелидкин, Н. В. Савицкий // 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. 97-101.

УДК 656

*Тимонин М.В., студент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ

В инженерной практике рациональный способ восстановления изношенных деталей выбирают по технико-экономическому критерию ϕ . Этот показатель задают как отношение себестоимости восстановления (C_v) к наработке детали после ремонта — времени или объему работы до достижения предельного состояния (T) — либо к коэффициенту долговечности (K_d) в виде

формул: $\phi = Cв/Т$ или $\phi = Cв/Кд$.

По величине ϕ судят об экономической эффективности альтернативных технологий: меньшее значение отражает более низкие удельные затраты и указывает на предпочтительный метод при сопоставимых условиях. Критерий применяют для ранжирования доступных способов и выбора экономически оправданного решения.

Себестоимость восстановления — интегральный показатель, отражающий совокупные издержки на приведение детали в работоспособное состояние. В расчет включают стоимость материалов, затраты на оплату труда, амортизацию задействованного оборудования и накладные расходы (энергия, логистика, управление и прочие общепроизводственные статьи).

При прочих равных более низкая себестоимость делает выбранный способ восстановления экономически привлекательнее.

Наработка (коэффициент долговечности). Показатель отражает ресурс детали после восстановления — ожидаемую наработку до отказа при регламентированных режимах эксплуатации. Высокие значения коэффициента означают длительный срок службы восстановленного узла; при прочих равных это делает восстановление экономически предпочтительнее замены.

Сравнительный анализ. Методика предполагает сопоставление альтернативных способов восстановления по заранее заданному критерию ϕ . В качестве альтернатив рассматривают наплавку, гальваническое хромирование, восстановление композициями «холодной сварки», при необходимости — термическое напыление и другие технологически доступные варианты. Наплавка формирует монолитный слой и позволяет полностью восстановить размеры. Покрытие хорошо работает при абразивном и адгезионном износе, устойчиво к ударным нагрузкам.

Себестоимость повышают подготовительные операции, энергозатраты и последующая механическая обработка; возможны деформации и остаточные термические напряжения, что снижает экономичность при малых объёмах. Хромирование создаёт тонкое твёрдое покрытие с высокой коррозионной стойкостью и минимальным припуском на обработку. Процесс чувствителен к подготовке поверхности и режимам электролиза; покрытие проявляет хрупкость при ударе и склонность к растрескиванию под высокими циклическими нагрузками. Себестоимость варьирует от умеренной до высокой с учётом экологических требований, ресурс стабилен при трении скольжения и коррозии. Методы «холодной сварки» (металлополимерные композиции) практически не вносят тепловой нагрузки и применимы на месте эксплуатации. Время ремонта невелико, прямые затраты умеренные. Несущая способность и термостойкость ограничены; долговечность снижается под вибрацией и в условиях ударных воздействий.

Сопоставление по ϕ выполняют при единых исходных условиях эксплуатации. Для каждого метода собирают исходные показатели (себестоимость, ресурс до отказа, твёрдость и адгезия покрытия, объём последующей обработки), нормируют их и вычисляют ϕ согласно принятой системе весов. Затем формируют ранжирование и при необходимости

выделяют парето-оптимальные решения. Окончательный выбор согласуют с требуемым ресурсом и допустимыми затратами.

Оптимизация процесса: Полученные данные используют для адресной настройки технологии восстановления. Методы выбирают с учётом условий эксплуатации конкретных узлов, фактического состояния деталей и регламентированных требований к качеству.

При выборе метода восстановления изношенных деталей учитывают не только экономику, но и экологические последствия, а также требования охраны труда. Отдельные технологии сопровождаются повышенным образованием отходов, токсичными выбросами или использованием опасных веществ. В ряде случаев возрастает потребность в усиленной вентиляции, экранировании, контроле аэрозолей и расширенном применении СИЗ.

Оценка по технико-экономическому критерию Φ отражает лишь часть задачи. Рациональный выбор формируется совокупностью экономических, экологических и социальных параметров: затрат на весь жизненный цикл, нагрузки на окружающую среду, уровня производственной безопасности и приемлемых условий труда. Такой баланс поддерживает устойчивость производственных процессов и снижает вероятность технологических сбоев.

Удельные капитальные вложения на организацию восстановления i -м способом, выражаемые в рублях (в расчете на единицу восстановленной продукции), выступают значимым критерием при ранжировании альтернатив. В эту величину включают расходы на подготовку, внедрение и последующую эксплуатацию выбранной технологии: приобретение и монтаж оборудования и оснастки, технологическую подготовку и обучение персонала, энерго- и материалообеспечение, техническое обслуживание, меры промышленной безопасности и экологической защиты, контроль качества и сертификацию, обращение с отходами, а также соответствующие накладные и амортизационные начисления.

Затраты на оснащение: определяются выбранной технологией восстановления деталей и предполагают капитальные вложения в специализированное оборудование. Для электродуговой наплавки необходима покупка сварочного аппарата, тогда как при железнении применяются термические установки. Объем инвестиций варьирует в зависимости от требуемой производительности, размера партии и номенклатуры обрабатываемых деталей.

Инфраструктурные расходы охватывают подготовку производственных помещений и обеспечение стабильных условий труда и технологического процесса. Сюда относят ремонт и перепланировку, подготовку поверхностей, устройство чистых зон при необходимости, а также развёртывание инженерных систем: нормативное освещение, вентиляцию и кондиционирование, отопление, водоснабжение и водоотведение, электроснабжение с заземлением, системы пожарной сигнализации и пожаротушения, охрану и контроль доступа.

Отдельный блок — затраты на монтаж и наладку оборудования: поставка и установка коммуникаций и кабельных трасс, монтажные материалы и крепёж, подключение к сетям, шеф-монтаж, пусконаладочные работы, тестовые запуски

под нагрузкой, калибровка и метрологическая поверка, оформление ввода в эксплуатацию. При необходимости учитывают сопутствующие статьи — проектирование и авторский надзор, получение технических условий и присоединение к внешним сетям, сертификацию помещений и оборудования, обучение персонала по эксплуатации инфраструктуры.

Обучение персонала. Внедрение нового оборудования и информационных решений требует подготовки как пользователей, так и технических специалистов. Объем и формат обучения зависят от сложности системы, степени автоматизации и требований охраны труда. Обычно применяют очные и дистанционные курсы, тренажёрные сессии на пилотных мощностях и последующую оценку компетенций с оформлением допуска к работе. Эти мероприятия необходимо закладывать в модель капитальных вложений (CAPEX).

В смету включают прямые затраты на разработку программ и материалов, услуги внешних преподавателей, лицензии и сертификацию, аренду учебных площадок и командировки. Дополнительно учитывают косвенные издержки: простои на время обучения, временное снижение производительности в период адаптации, вовлечённость наставников. Для прозрачности бюджета позиции обучения фиксируют в проектной смете и, при необходимости, отражают в расчёте полной стоимости владения (ТСО); часть расходов может относиться на OPEX согласно учетной политике. План-график обучения синхронизируют с поставкой, монтажом и пуско-наладкой, чтобы обеспечить быстрый выход оборудования на проектные параметры.

Выбор метода восстановления требует верифицированного экономического расчета на горизонте жизненного цикла. В оценку включают прямые и косвенные издержки: материалы, энергию, труд, контроль качества, логистику, простой оборудования, риски повторной обработки и гарантийные претензии. Практичен подход ТСО/LCC с учетом неопределенностей через сценарный и чувствительный анализ. Сопоставление альтернатив охватывает не только цену операции, но и календарную длительность, технологическую повторяемость, обеспечиваемые допуски и остаточный ресурс детали. Длительные операции увеличивают простой, который монетизируют через ОЕЕ, стоимость часа простоя или недополученную выручку; иногда более дешевый метод оказывается экономически хуже из-за задержек.

В расчет включают вероятность дефектов, требования сертификации и трассируемость. Экономический эффект качественного восстановления выражается в продлении межремонтных интервалов и снижении интенсивности отказов (MTBF, FR). Это уменьшает затраты на текущий ремонт и запасные части, стабилизирует ритм производства и снижает вариативность сроков поставки. Дополнительные выгоды дает стандартизация номенклатуры и сокращение складских остатков.

Экологическая составляющая оценивается методами LCA: сокращение потребления сырья и энергии, уменьшение отходов и выбросов. Более чистые технологии поддерживают цели устойчивого развития и требования клиентов, упрощают соответствие регуляторным нормам и политике ESG.

Репутационный эффект и соблюдение тендерных критериев нередко конвертируются в коммерческие преимущества. Выбранный метод влияет на организацию производства. Внедрение новой технологии может потребовать перенастройки маршрутов, обучения персонала, обновления средств контроля, аттестации процессов, инвестиций в оснастку и метрологию. Эти затраты и время на ввод в эксплуатацию учитывают наряду с ожидаемыми выгодами; на этапе перехода уместны пилотные партии и контрольные точки качества.

Выбор метода восстановления должен учитывать долгосрочные последствия. Более высокая стартовая стоимость нередко окупается в ходе эксплуатации за счёт большей эффективности, предсказуемого ресурса и снижения вероятности отказов. Для сопоставления альтернатив используют показатели ТСО и LCC (стоимость владения и стоимость жизненного цикла): ожидаемый срок службы, межремонтные интервалы, трудоёмкость обслуживания, расход материалов и энергии, а также цену внеплановых простоев. Решение, опирающееся на полный учёт этих факторов, повышает экономическую эффективность и увеличивает долговечность восстановленных деталей. В результате компания снижает удельные издержки и риски простоя оборудования, что укрепляет её позиции на рынке.

Библиографический список

1. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

2. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

3. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

4. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию

кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

5. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свиная, Р. В. Безносук // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

6. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносук // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 182-189.

7. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.

8. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженковский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

9. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.

10. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

11. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.

12. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в

поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

13. Ерохин, А. В. О периодичности технического обслуживания тракторов / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 202-207.

14. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

15. Сидоров, А. А. Об особенностях эксплуатации городского транспорта / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 145-149.

16. Конкина, В. С. Государственная поддержка как фактор повышения эффективности молочной отрасли: региональный аспект / В. С. Конкина, Д. И. Филиппов, Е. Н. Правдина // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2024. – № 11(241). – С. 35-43.

17. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

18. Кончин, В. А. Исследование износостойкости восстановленных и упрочненных стрельчатых лап культиватора / В. А. Кончин // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 1(52). – С. 50-55.

19. Нанесение износостойких покрытий электромагнитной наплавкой : монография / М. Н. Горохова, А. Н. Бачурин, Д. Н. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 206 с.

20. Анализ методов электрофизической и химической обработки материалов / О. В. Терентьев, Р. А. Чесноков, А. И. Ушанев, А. В. Старунский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 125-131.

О ВЫХЛОПНЫХ СИСТЕМАХ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

Выхлопная система — функциональный модуль автомобильной и тракторной техники, отвечающий за отвод и последующую обработку отработавших газов. Ее конфигурация влияет на токсичность и шум, а также на мощностные и экономические показатели двигателя через изменение противодавления и условий газообмена.

В последние годы растет интерес к решениям, повышающим эффективность газового тракта. Среди них выделяется турбонагнетатель с изменяемой геометрией VGT – Variable Geometry Turbocharger (рисунок 1), турбинная часть которого включена в выхлопной тракт и управляет использованием энергии потока отработавших газов.

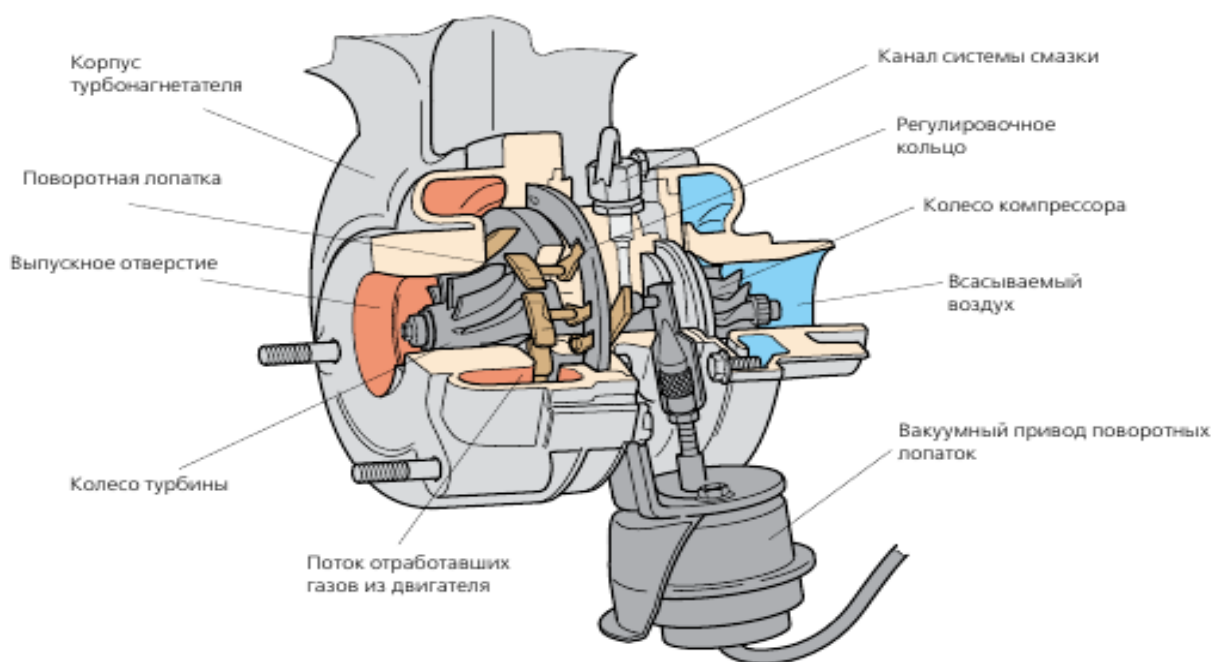


Рисунок 1 – Турбонагнетатель с изменяемой геометрией VGT

Принцип действия VGT основан на изменении проходного сечения и формы канала перед турбинным колесом с помощью регулируемого направляющего (соплового) аппарата. Привод меняет положение лопаток, согласуя скорость и давление газов с текущим режимом работы двигателя, что влияет на динамику наддува, отклик и устойчивость работы силовой установки на разных оборотах.

Коррекция геометрии элементов газодинамического тракта повышает эффективность наполнения цилиндров (массовый приток свежего заряда на

такте впуска), что приводит к росту индикаторной и эффективной мощности. Оптимизация проходных сечений и направлений потока уменьшает потери на зарядообмен и улучшает использование энергии отработавших газов.

На малых частотах вращения целесообразно уменьшать эффективное проходное сечение: возрастает давление перед выпускным трактом и увеличивается скорость потока выхлопных газов, что ускоряет раскрутку ротора в системах с турбонаддувом и сокращает задержку отклика. В такой конфигурации двигатель быстрее реагирует на нажатие педали акселератора и обеспечивает более уверенное ускорение.

Повышение топливной экономичности. Компоненты выхлопной системы с изменяемой геометрией оптимизируют параметры потока отработавших газов и режимы газообмена, что обеспечивает более полное и термодинамически эффективное сгорание топлива. В итоге снижается удельный расход топлива и повышается экономичность автомобиля.

Снижение выбросов. Регулируемая геометрия турбокомпрессора (VGT) уменьшает выбросы NO_x, CO и твердых частиц за счет более полного и стабильного сгорания. Управление положением направляющих аппаратов поддерживает требуемые наддув и противодавление, обеспечивает перепад давлений для EGR и улучшает смесеобразование, что снижает пиковые температуры в камере сгорания и образование сажи. Одновременно контролируемый тепловой режим выхлопа повышает эффективность систем доочистки — DOC, DPF и SCR: ускоряется прогрев катализаторов, стабилизируется массовый расход, упрощается регенерация фильтра частиц. В результате VGT укрепляет общий экологический баланс силовой установки без выхода за калибровочные допуски по расходу топлива.

Повышение устойчивости к перегреву. Применение изменяемой геометрии каналов и направляющих обеспечивает более равномерное поле температур по длине и периметру тракта.

Снижение локальных перегревов уменьшает температурные градиенты и соответствующие термические напряжения, что ограничивает развитие термоусталости, ползучести и окислительного износа. В результате падает вероятность отказов, связанных с перегревом, и увеличивается ресурс элементов выхлопной системы, включая коллектор, катколлектор, турбинный корпус и соединительные секции. Дополнительно выравнивание тепловых потоков сокращает деформации при циклических режимах пуска и останова, что стабилизирует геометрию стыков и снижает потребность во внеплановом обслуживании.

Системы с изменяемой геометрией включают несколько ключевых узлов; один из них — лопатки. Эти металлические элементы в соответствии с режимом работы двигателя изменяют угол установки, вследствие чего варьируется площадь проходного сечения газового тракта и регулируется поток выхлопных газов.

Серводвигатели обеспечивают точное позиционирование лопаток и автоматическую перенастройку при изменении режимов работы двигателя. Управляющее воздействие формируется контроллером и передаётся на

исполнительные механизмы, что удерживает требуемый угол установки без перерегулирования.

При переходных процессах приводы сохраняют устойчивость регулирования и сокращают время отклика.

Контрольная электроника работает как централизованная система управления: она непрерывно считывает параметры двигателя (частоту вращения, давление, температуру, расход) и в реальном времени корректирует геометрию узла. Алгоритмы согласуют перемещение лопаточных рядов и синхронизируют работу приводов, уменьшая рассогласование между заданным и фактическим положением. Такая архитектура поддерживает требуемую эффективность на различных режимах.

Системы с изменяемой геометрией адаптируются к различным режимам эксплуатации — от частичных нагрузок до пиковых, при широком диапазоне температур и скоростей. Такая настройка обеспечивает их применимость в легковых автомобилях, тяжелых грузовых платформах и сельскохозяйственных машинах.

Встраивание таких систем в современные контуры управления двигателем (ЭБУ) обеспечивает более точное регулирование рабочих параметров в зависимости от нагрузки, частоты вращения и иных условий. Тем самым повышаются эффективность и эксплуатационные характеристики силовой установки.

Применение турбокомпрессора с изменяемой геометрией (VGT) требует дополнительных затрат на разработку и производство. Однако долговременный эффект в виде снижения расхода топлива и уменьшения выбросов, как правило, компенсирует эти издержки.

На фоне ужесточения требований к экономичности и выбросам усиливается интерес к технологиям изменяемой геометрии у производителей легковых автомобилей и специальной техники. Компании стремятся соответствовать строгим стандартам и одновременно удовлетворять спрос на более экономичные и экологичные транспортные средства.

Существенной особенностью таких систем является их совместимость с узлами наддува и промежуточного охлаждения (интеркулером). Интеграция позволяет максимально эффективно использовать энергию выхлопных газов, что повышает суммарную производительность двигателя.

Изменение площади проходного сечения в турбинном тракте реализуется поворотом направляющих лопаток. Лопатки механически связаны с регулирующим кольцом, которое приводится в действие пневматическим приводом через рычажную передачу. Такая кинематика обеспечивает точное управление массовым расходом выхлопных газов на входе в турбину.

Использование турбокомпрессоров с изменяемой геометрией (VGT) при тюнинге силовых установок повышает быстродействие системы наддува и, как следствие, улучшает отклик двигателя на перемещение педали акселератора. Автомобиль реагирует увереннее при разгоне и в режимах с частыми изменениями нагрузки.

Диапазон калибровок включает как нацеленные на рост крутящего

момента на низких оборотах, так и ориентированные на увеличение мощности в верхнем диапазоне частоты вращения коленчатого вала. Конкретную конфигурацию подбирают под предпочтения водителя и предполагаемые условия эксплуатации, будь то городской цикл или динамичная езда по шоссе. Такое разнообразие решений привлекает как опытных энтузиастов, так и начинающих владельцев, заинтересованных в повышении динамических характеристик своих автомобилей. Внедрение систем VGT стимулирует развитие технологий силовых агрегатов. Производители разрабатывают более эффективные турбокомпрессоры, совершенствуют системы управления и прикладное программное обеспечение, что приводит к выпуску автомобилей с улучшенными динамическими и эксплуатационными характеристиками.

На основе этих инженерных решений становится возможным создание высокопроизводительных автомобильных моделей, ориентированных на запросы самых требовательных энтузиастов. Конструкции проектируются с прицелом на стабильные динамические характеристики без избыточного расхода топлива. Выхлопная система с переменной геометрией представляет собой заметный технологический прогресс в автомобилестроении. Ее принцип заключается в регулировании конфигурации газового тракта и управляющих элементов (например, заслонок) в соответствии с режимом работы двигателя. Такая адаптация улучшает пропускную способность, снижает избыточное противодавление и поддерживает эффективную работу силовой установки на разных оборотах. В результате достигается прирост мощности при одновременном повышении топливной экономичности и устойчивости параметров.

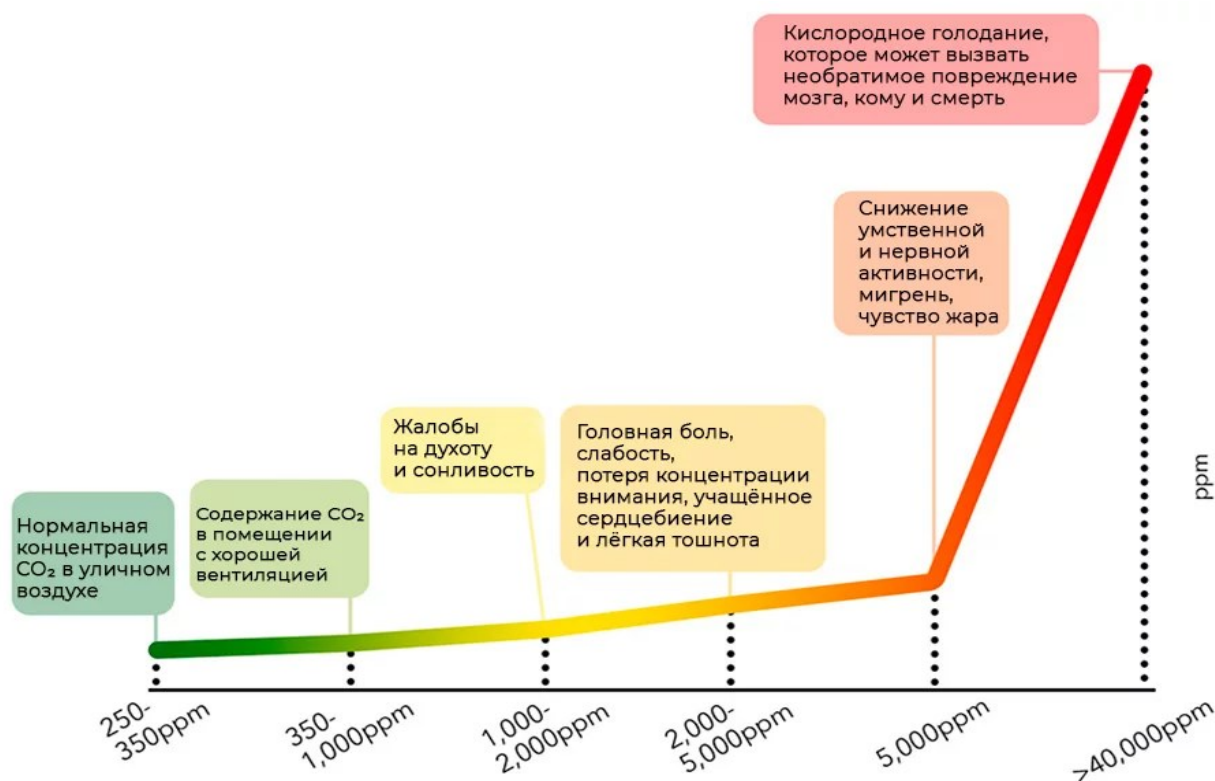


Рисунок 2 – Влияние концентрации CO₂ на здоровье

На фоне ужесточения нормативов по токсичности и выбросам CO₂ (рисунок 2) и роста стоимости моторного топлива внедрение турбокомпрессоров с изменяемой геометрией (VGT) из категории опций переходит в разряд базовых решений для автопроизводителей. Управляемая геометрия направляющего аппарата поддерживает оптимальное давление наддува на частичных нагрузках и при переходных процессах, что снижает удельный расход топлива и помогает удерживать эмиссии в целевых пределах без потери динамики. В результате повышается энергетическая эффективность силового агрегата и сокращается углеродный и токсикологический след эксплуатации, что создает технологическую основу для следующего поколения дорожных автомобилей, где высокая отдача сочетается с экологичной эксплуатацией.

С экологической точки зрения подобные системы способствуют снижению выбросов и соблюдению действующих нормативов благодаря более точному управлению потоками и температурными режимами в выхлопе. Инвестиции в разработку и внедрение таких решений ускоряют появление на рынке более экологичных и экономичных автомобилей следующего поколения.

Одновременно глобальный курс на альтернативные источники энергии, включая электрификацию, не исключает востребованность ДВС в смешанных архитектурах. Применение VGT продлевает жизненный цикл классических ДВС и поддерживает развитие гибридных силовых установок: турбина с изменяемой геометрией улучшает работу двигателя в зоне низких частот вращения, расширяет диапазон эффективных режимов и упрощает калибровку в составе гибридного контура. За счет этого сохраняются экономичность и приемлемые уровни выбросов в приложениях, где полный отказ от жидкого топлива пока затруднен.

Библиографический список

1. Система выпуска отработавших газов / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свиная, Р. В. Безносук // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 70-76.

2. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносук // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

3. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора А.А.

Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

4. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

5. Ерохин, А. В. О периодичности технического обслуживания тракторов / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 202-207.

6. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 182-189.

7. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.

8. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

9. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.

10. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

11. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д.

Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.

12. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

13. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

14. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17–18 октября 2024. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

15. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

16. Конкина, В. С. Государственная поддержка как фактор повышения эффективности молочной отрасли: региональный аспект / В. С. Конкина, Д. И. Филиппов, Е. Н. Правдина // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2024. – № 11(241). – С. 35-43.

17. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

18. Грашков, С. А. Принцип работы системы кондиционирования в автомобилях, и её неисправности / С. А. Грашков, Ф. Ю. Плохих, Д. И. Еськов // Юность и знания - гарантия успеха - 2023 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 19–20 сентября 2023 года. Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 358-360.

19. Терентьев, В. В. Уникальные выхлопные системы для автотракторных двигателей / В. В. Терентьев, С. А. Кожин, М. А. Боронин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы. – Рязань, 2024. – С. 163-168.

20. Кутейникова, А. П. Конструктивно-режимные параметры электронного блока управления устройством для очистки отработавших газов / А. П. Кутейникова, Д. О. Олейник // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2024. – № 198. – С. 366-379.

ВЛИЯНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВПУСКНОМ КЛАПАНЕ НА ЭФФЕКТИВНОЕ СЕЧЕНИЕ КЛАПАНА

Течение топливоздушнoй смеси через впускные клапаны играет важную роль в работе двигателей внутреннего сгорания, обеспечивая поступление горючей смеси в цилиндры для процесса сгорания. С течением времени на поверхности клапанов могут образовываться отложения, что негативно сказывается на работе и на характеристиках двигателя.

Структура и функция впускного клапана

Впускной клапан представляет собой механический элемент, который открывается для пропуска топливоздушнoй смеси в цилиндр двигателя [1]. Причины образования отложений на клапанах:

1. Неполного сгорания топлива.
2. Использования некачественного топлива.
3. Неправильной работы системы вентиляции картера.

Отложения могут привести к уменьшению пропускной способности клапана, изменению его геометрии, что ухудшит процесс наполнения цилиндра свежим зарядом и приведет к падению мощности двигателя [5,6,7].

Владелец автомобиля Volkswagen Passat с мотором 1.8 TSI обратился в автосервис с проблемой «неустойчивый холостой ход» двигателя, густой черный дым из выхлопной системы.

Работы по разбору проводились на двигателе внутреннего сгорания Volkswagen 1.8 TSI (Turbocharged Stratified Injection — «турбонаддув с послойным впрыском топлива») с установленным датчиком давления и расходомером воздуха.[3]

На двигателе изменилась скорость потока воздуха через клапан при наличии отложений.



Рисунок 1 – Слева изображён клапан с отложениями, справа – исправный клапан [2]

Так как теоретически максимальная наполняемость цилиндра воздухом будет достигаться только при величине, равной площади сечения воздушного канала за минусом площади поперечного сечения клапана при равной этой величине площади при подъеме клапана, что показано на рисунке.

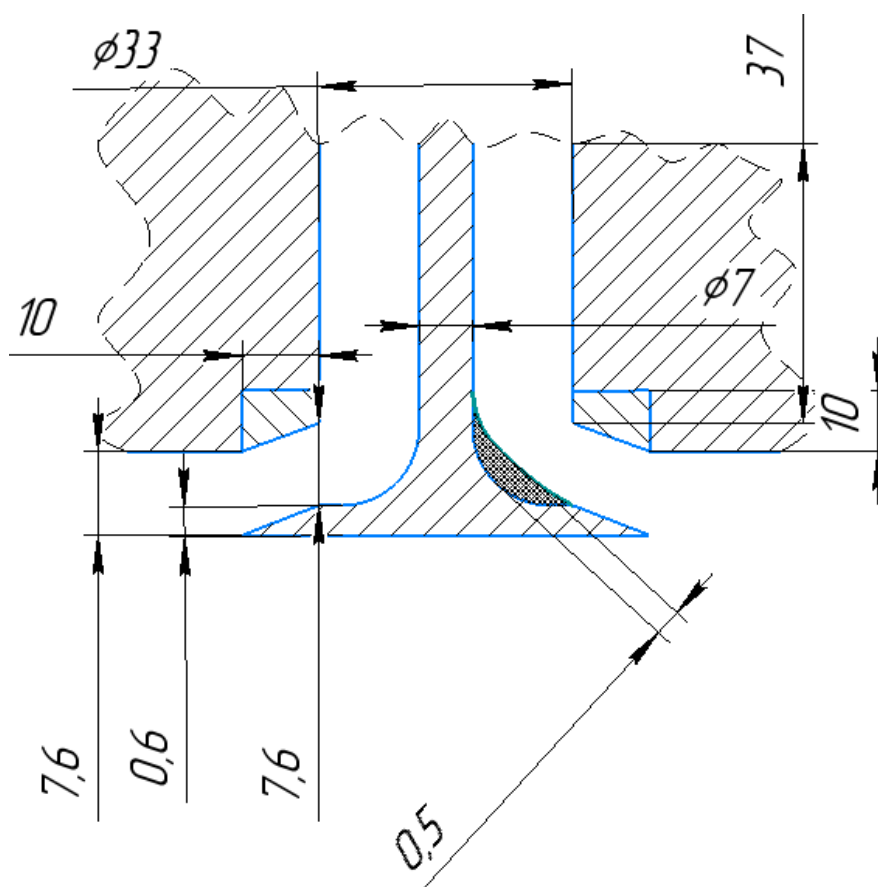


Рисунок 2 – Схема открытого клапана в ГБЦ

Таблица 1 – Данные для расчета пропускной способности клапана ДВС Volkswagen 1.8 TSI

П/П	Объект измерения	Единицы измерения	Значение
1	Диаметр впускного канала в ГБЦ	[мм]	33
2	Диаметр ножки впускного клапана	[мм]	7
3	Высота подъема клапана	[мм]	7.6
4	Скорость потока в впускном тракте	[м/с]	10
5	Толщина отложений	[мм]	0.5

Для расчета изменения объема воздуха, проходящего через клапан, можно использовать уравнение Бернулли и уравнение потока: выражение (1)

$$Q = A \cdot v, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

где: Q — объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$),

A — площадь сечения (м^2),

v — скорость потока (м/с).

При наличии отложений площадь поперечного сечения уменьшается, что влияет на объемный расход. Так как фактический подъем клапана на двигателе

Volkswagen 1.8 TSI с непосредственным впрыском меньше теоретически максимального подъема клапана для максимального наполнения цилиндра. То отложения на ножке клапана меньше повлияют на пропускную способность, чем отложения на тарелке клапана.

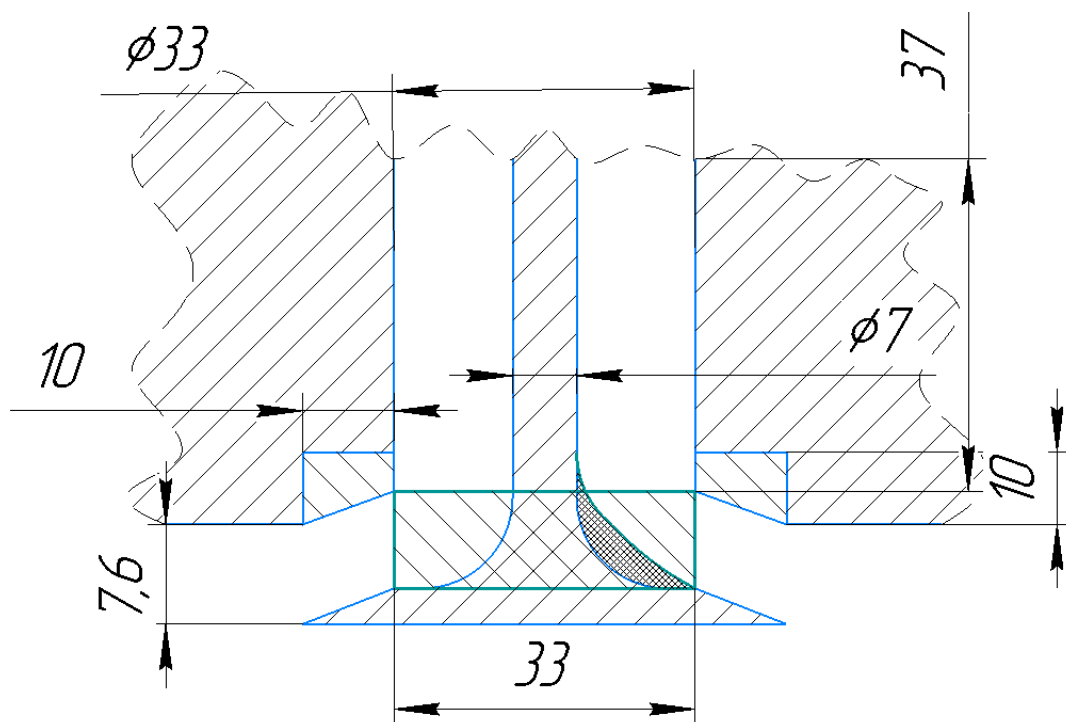


Рисунок 3 – Рассматриваемая область поперечного сечения

Рассмотрим пропускную способность впускного тракта без отложений и с отложениями на ножке клапана.

Согласно выражению (1) пропускная способность впускного тракта зависит от площади поперечного сечения (A): выражение (2)

$$A = \frac{(D - d)^2 \cdot \pi}{4}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

Где: H – Высота подъема клапана, мм

D - Диаметр впускного клапана, мм

Известно, что первоначальная площадь поперечного сечения клапана согласно выражению (2)

$$A_0 = H \cdot D \cdot \pi = 0,000787 \text{ м}^2$$

где высота подъема клапана $H = 7.6$ мм,

Диаметр впускного клапана $D = 33$ мм,

а скорость потока $v_0 = 10$ м/с .

Объемный расход без отложений:[3]

$$Q_1 = A_1 \cdot v_1 = 0,000787 \cdot 10 = 0,00787 \text{ м}^3/\text{с}$$

Так как расход воздуха через клапанную щель меньше, чем через впускной канал то отложения на тарелке впускного клапана будут значительно снижать эффективное сечение клапана.

Если на клапане образуется нагар, который уменьшает площадь эффективного сечения до $A_1 = 0.000736 \text{ м}^2$: при образовании на тарелке клапана отложений толщина слоя которого составляет 0,5 мм.

Объемный расход с отложениями: согласно выражению (1)

$$Q_1 = A_1 \cdot v_1$$

Скорость потока может измениться в зависимости от давления и других факторов, но для простоты примем её равной v_0 :

$$Q_1 = 0.000736 \cdot 10 = 0.00736 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким образом, уменьшение объема воздуха составляет:

$$\Delta Q = Q_0 - Q_1 = 0.00787 - 0.00735 = 0.00052 \text{ м}^3/\text{с}$$

Это означает, что объем воздуха, проходящий через клапан, уменьшится на

$$\left(\Delta \frac{Q}{Q_0}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{0.00052}{0.00737}\right) \cdot 100\% = 0,066 \cdot 100\% = 6,6\%$$

Результаты показали значительное снижение скорости потока топливовоздушной смеси через клапанную щель при образовании отложений на тарелке впускного клапана, что подтверждает необходимость регулярного обслуживания и очистки клапанов.

Библиографический список

1. Азаров, В.К. Разработка комплексной методики исследования и оценки экологической безопасности автомобилей : дис..... канд. тех. наук: 09.08.14 / Азаров Вадим Константинович. - Москва, 2014.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / В. П. Алексеев, В. Ф. Воронин, Л. В. Грехов и др.; Под общ. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1990.—288 с.: ил.
3. Официальный сайт Volkswagen [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vw.com/en.html> (дата обращения 23.09.2025).
4. Учебное пособие по проектированию двигателей внутреннего сгорания. Ч.1: Методика выполнения теплового расчета / И.В. Алексеева и др.; МАДИ(ГТУ). - М., 2004 г. - 84 с.
5. О топливе и отложениях. Часть 1 / М. А. Зленко, Р. А. Кислицын, К. Е. Лебедева [и др.] // Труды НАМИ. – 2024. – № 1(296). – С. 14-30.
6. О топливе и отложениях. Часть 2 / М. А. Зленко, Р. А. Кислицын, Е. А. Миренкова [и др.] // Труды НАМИ. – 2024. – № 2(297). – С. 14-33
7. О топливе и отложениях. Часть 3 / М. А. Зленко, Р. А. Кислицын, Е. А. Миренкова, А. С. Теренченко // Труды НАМИ. – 2024. – № 3(298). – С. 20-32.
8. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование / А. А. Карташов, А. В. Лахно, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 85-95.

ОБЗОР И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Современное техническое обеспечение аграрного производства является решающим фактором повышения его производительности, а значит и эффективности. Существенную роль в этом плане отводится исследованиям в этой области науки [1-5]. Одной из ключевой составляющей механизации сельского хозяйства являются автомобили и тракторы, широко применяемые в этой сфере. В этой связи совершенствованию их уделено не мало внимания со стороны ученых [6-10].

Главными агрегатами современной автотранспортной техники являются ходовая часть, в том числе шасси, двигатель внутреннего сгорания и несущая часть (либо рама, либо кузов).

Собственно агрегаты включают в себя множество функциональных, включая электронных систем, предусматривающие выполнение основной функции автомобиля – перевозку пассажиров, а также грузов. В настоящее время интегрирование электроники в конструктивное устройство мобильных транспортных средств растет бурными темпами.

Современная система электронного управления мобильной машиной дает возможность выполнять четкий контроль за такими системами, как пневматическая, гидравлическая и механическая, в сочетании с качественным управлением ими.

Одно из основных направлений совершенствования мобильной техники представляет собой электронное обеспечение их систем. При этом особую важность имеет безопасное функционирование автомобилей, поскольку они развивают высокую скорость при перемещении.

Электронные системы современных автомобилей:

1. Системы электронного управления мобильным транспортным средством (система активной безопасности, а также другие).
2. Вычислительные системы локального характера (мультиплексные системы).
3. Системы электронного управления силовым агрегатом (электрическое оборудование автомобиля, включая системы зажигания, а также впрыска).
4. Бортовые системы специального назначения (противоугонные и кроме того, информационная системы пилота).

Инновации в области тормозных систем включают в себя также интегрирование в них электронных компонентов. Кроме обеспечения безопасности работы автомобилей эти системы повышают эффективность их управления, включая комфорт.

Перечень электронных компонентов тормозной системы, следующий:

1. Антиблокировочная система тормозов (ABS) – обеспечивает управляемость при резком торможении с помощью блокировки колес. Регулировка тормозного давления, в случае необходимости, осуществляется посредством электронных датчиков, контролирующих скорость вращения колес. Полученная информация от датчиков поступает в электронный блок управления. Электронные датчики контролируют скорость вращения колес и при необходимости осуществляют регулирование тормозного давления.

2. Электронная система распределения тормозных усилий (EBD) – оптимизирует распределение тормозного усилия между передними и задними колесами в корреляции с нагрузкой на оси (рис. 1). Функционирует совместно с ABS.

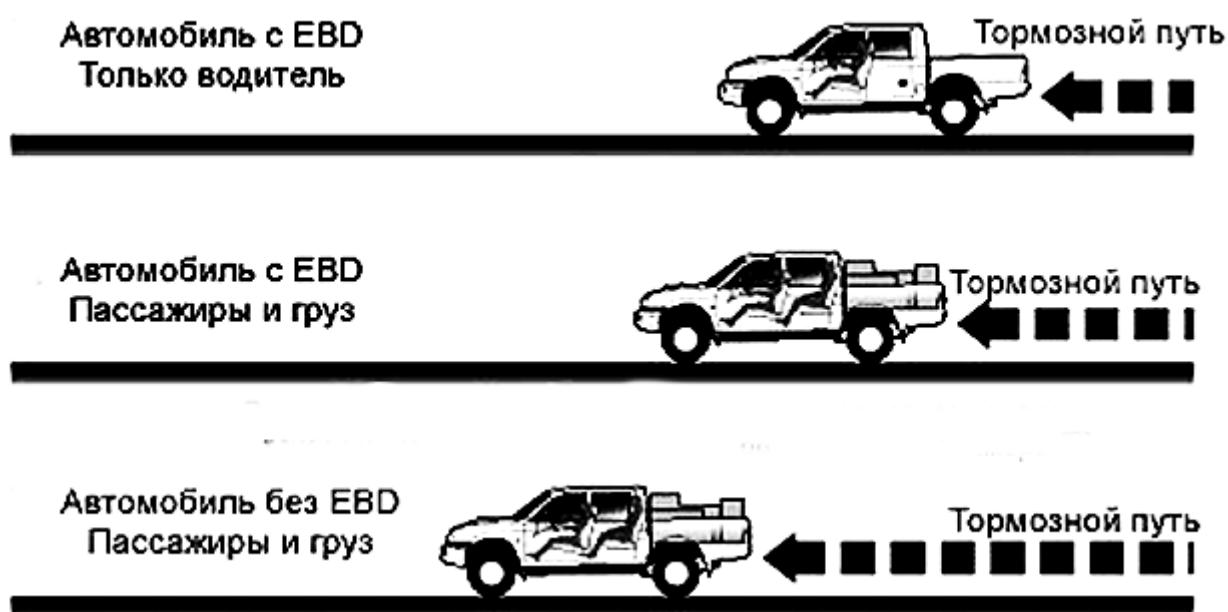


Рисунок 1 – Пример эффективности EBD

3. Система помощи при экстренном торможении (BAS) – реализует анализ скорости нажатия педали тормоза, последующим автоматическим увеличением тормозного усилия для осуществления сокращения тормозного пути.

4. Электронный стояночный тормоз – работает вместо механического рычага посредством электропривода, реализуя управление стояночным тормозом с помощью кнопки и в том числе, обеспечивая дополнительные функции, в частности автоматическое включение при остановке.

5. Системы контроля устойчивости (ESP) – интегрируют данные с тормозными элементами, а также датчиками движения с тем, чтобы не допустить занос и кроме того, снос автомобиля.

Некоторые элементы электронного обеспечения тормозной системы:

- **Центральный управляющий блок.** Устанавливает все требуемые для осуществления процесса торможения информацию, в частности, такие как

положение тормозной педали, значение тормозного давления, в том числе величина тормозного момента, включая частоту вращения колёс и т. д.

- **Датчики.** Датчики смонтированы на колёсах и выполняют регистрацию скорости вращения, а также электронное устройство обработки данных и модулятор.

- **Модуляторы.** Их функция заключается в осуществлении команды электронного блока управления; чаще всего, в его состав входят два электромагнитных клапана.

- **Датчик износа тормозных колодок (рис. 2).** Конструктивное устройство его являет собой сердечник (в виде пластинки) из мягкого металла, установленный в тело самой колодки. Непосредственно к датчику за счет провода подключается собственно индикатор на приборной панели.



Рисунок 2 – Пример тормозной колодки с датчиком износа накладки

Положительные и отрицательные стороны

Достоинства: достижение повышенной безопасности, обеспечение лучшей управляемости, значительное снижение риска аварий, существенное повышение комфорта.

Недостатки: электроника характеризуется своей сложностью, повышенная стоимость ремонта, в том числе обслуживания, обслуживающий технический персонал должен иметь высокую квалификацию, не исключены риски сбоев, а также отказов, связанные с электроникой.

В качестве дальнейших перспектив электронного обеспечения элементов тормозной системы мобильных транспортных средств можно применить оптимизацию параметров торможения с корреляцией конкретных условий

функционирования посредством инновационных быстро развивающихся адаптивных управляющих программ.

Обеспечение тормозных систем электроникой является существенным прогрессом в развитии современных мобильных транспортных средств. Функционирование электронных систем позволяют значительно повысить их безопасность, в том числе эффективность. Развитие инновационных технологий в этой сфере раздвигают рамки возможностей, в то же время предполагает подход к проектированию с особой тщательностью, включая аспекты диагностики и кроме того, обслуживания систем.

Библиографический список

1. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова, И.В. Серявин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2015. - № 1. - С. 239-244.

2. Алтухов, С.В. Исследование теплообмена корпуса распылителя форсунки с топливом / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 80. - С. 54-61.

3. Оценка топливопотребления двигателей при ультразвуковой обработке топлива / Р.В. Пуков и др. // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 11. - С. 12-17.

4. 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. - Курган, 2022. - С. 12-16.

5. Хабардин, В.Н. Особенности функционирования системы улавливания топливных испарений (EVAP) / В.Н. Хабардин, А.И. Аносова // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы III Международной науч. конф. - Красноярск, 2022. - С. 154-156.

6. Совершенствование стенда ремонта и испытания радиаторов тракторов и автомобилей / С.Н. Шуханов, А.Р. Сухаева, А.И. Аносова, Г.И. Хараев // Современная наука: актуальные вопросы и достижения в эпоху трансформационных процессов : Материалы 74-й Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. - Караваево, 2023. - С. 193-199.

7. Бодякина, Т.В. Бортовая диагностика системы впрыска дизельных двигателей / Т.В. Бодякина, Е.В. Елтошкина, П.А. Болоев // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2023. - № 49. - С. 8-16.

8. Analytical model of a pneumatic brake drive as a real research object / S.N. Shukhanov, A.V. Kuzmin, S.V. Altukhov, A.R. Sukhaeva // AIP CONFERENCE PROCEEDINGS. AIP PUBLISHING, 2023. - С. 020016.

9. Глухих, В.Д., Применение датчика холла на современной автотракторной технике / В.Д. Глухих, С.Н. Шуханов // Научное обеспечение

интенсификации сельскохозяйственного производства в современных условиях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Школы молодых учёных. Белгород, 2024. С. 289-293.

10. Корреляция продолжительности прогрева двигателя со значением температуры воздуха / С.С. Ямпиллов и др. // Наука в центральной России. - 2025. - № 1 (73). - С. 64-72.

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.

УДК 621.31

*Чумаченко Д.А., студент,
Шуханов С.Н., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО ИГУ, г. Иркутск, РФ*

К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

Автомобильная техника нашла широкое распространение в аграрном секторе страны [1-3]. Активно совершенствуется автомобильная техника и двигатели как источники энергии эксплуатируемых машин [4-10].

В настоящее время бурное развитие получили электромобили. Изучение конструктивных особенностей и принципа их функционирования позволяет лучше понять тренд современных направлений автомобилестроения. Многие автоконцерны разрабатывают мобильные технические средства на электрической тяге.

Электромобили структурируются на два типа. **На базе машин с двигателями внутреннего сгорания.** Они представляют собой автомобили с минимальным переоборудованием. ДВС, в том числе трансмиссию заменяют электромотором, а также устанавливают либо в салоне, либо под капотом небольшого объема батарею (рис.1). Однако их качественные показатели существенно уступают автомобилям второго типа.

На собственной базе. Ключевая отличительная особенность таких машин (рис.2) – это размещение аккумуляторных батарей под салоном. И как следствие, центр тяжести авто становится значительно ниже, улучшает его управляемость. А также увеличивается место как в салоне, так и багажном отделении машины. В корреляции с комплектацией электромобили могут иметь привод на одну ось, а быть полноприводными.

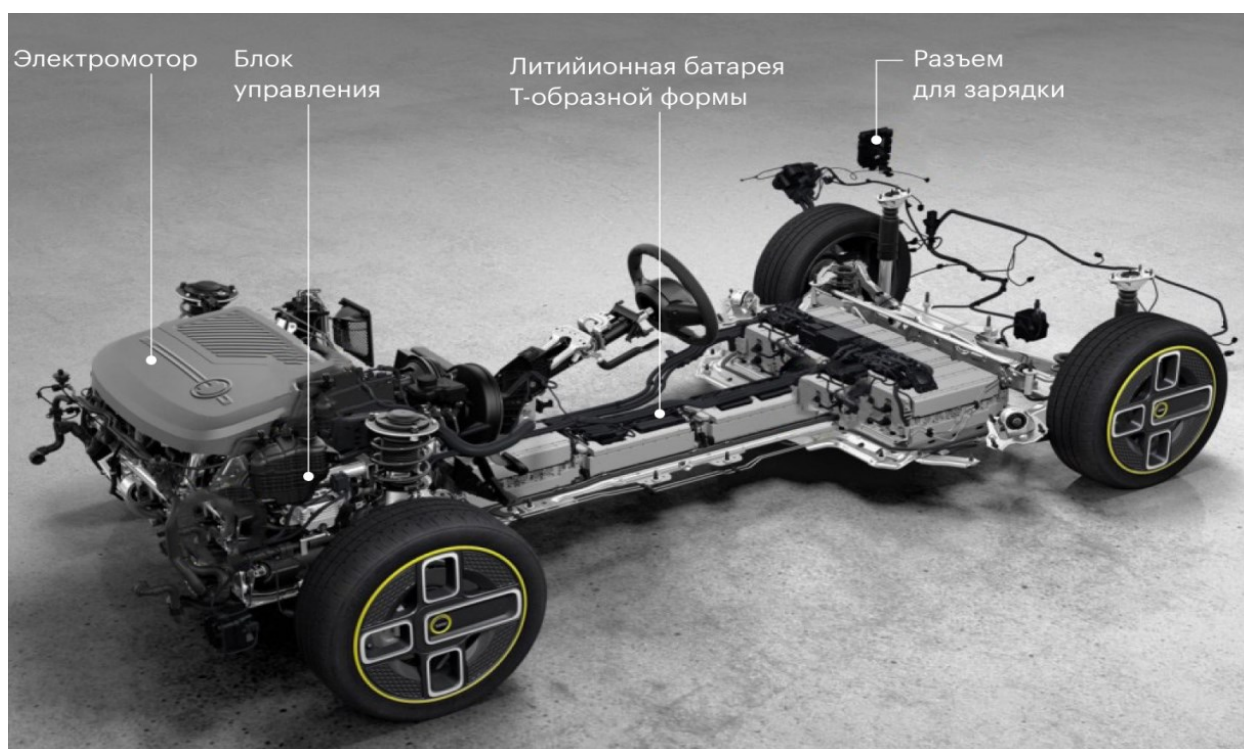


Рисунок 1 – Схема электрического MINI Cooper SE в кузове F56, выполненный на базе бензинового хэтчбэка

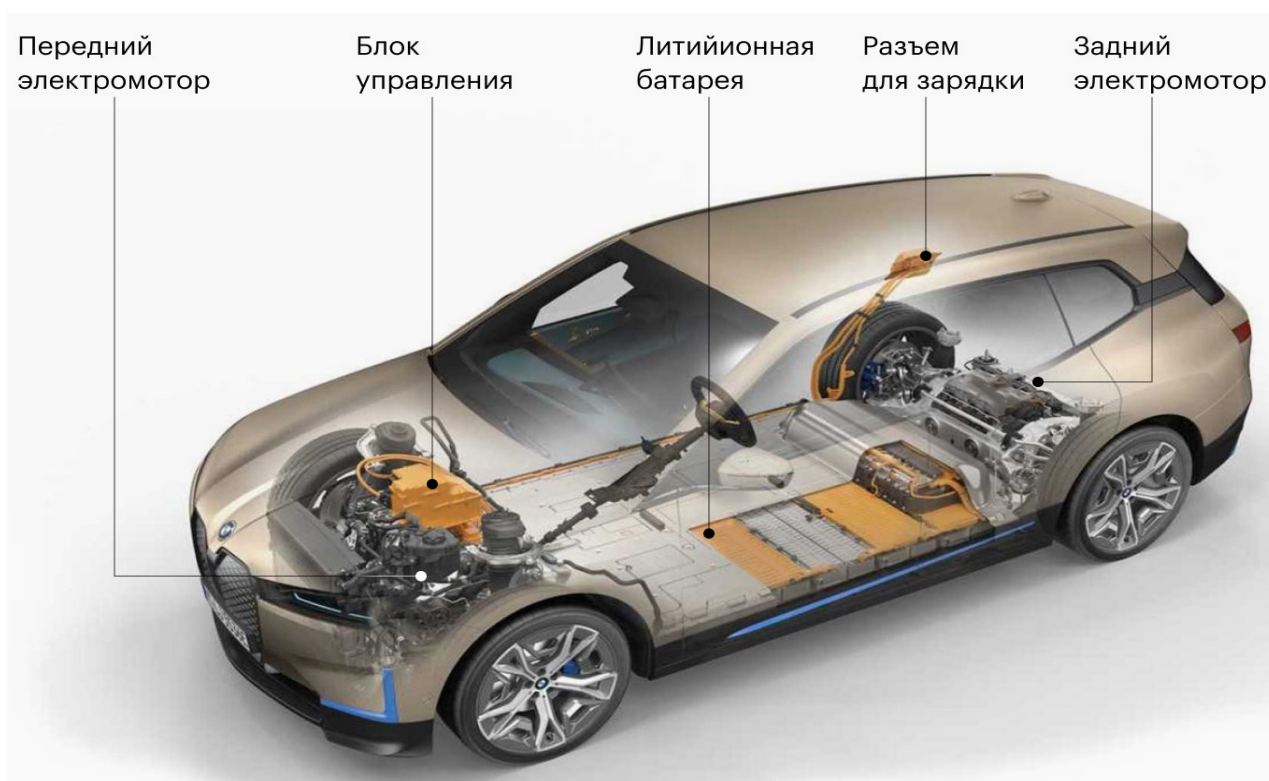


Рисунок 2 – Электромобиль на собственной базе на примере BMW iX xDrive50

Ключевые характеристики электромобилей

Максимальная мощность электродвигателя отражает максимальную мощность всех моторов и достигается в течение 10-15 секунд. Максимальная скорость автомобиля коррелирует с максимальной мощностью двигателя. Для обеспечения безопасности движения скорость машин искусственным способом ограничивают в пределах 180—200 км/ч.

Крутящий момент. По сравнению с ДВС, в которых максимальный крутящий момент достигается при значении частоты вращения коленвала 3000-4000 оборотов в минуту, на электромобилях это происходит прямо с нуля.

Емкость батареи. Емкость аккумуляторов может быть более 100 кВт·ч. В частности, электропикап Rivian R1T (рис. 3) может оснащаться аккумулятором емкостью 180 кВт·ч и иметь внушительным запасом хода в 660 км.



Рисунок 3 – Электропикап Rivian R1T

Время зарядки батареи. Время зарядки коррелирует с рядом факторов:

- температурой окружающего воздуха -при очень холодное время необходим подогрев, а в жаркую погоду-требуется охлаждение;
- мощности станции заряда – бытовая однофазная розетка обеспечивает зарядку батареи емкостью 90 кВт·ч. приблизительно за 12 часов, а от станции заряда постоянного тока – в пределах 40-60 минут;
- остатка заряда и состояние батареи: почти полностью разряженный аккумулятор — медленно, а с зарядом в диапазоне от 20 до 80% — быстро.

К положительным сторонам электромобилей относятся:

- эффективность, в том числе динамичность;
- КПД электродвигателя — 88-95%, что значительно больше по сравнению с ДВС;
- экологичность гораздо выше – нет вредных выбросов в окружающую среду;
- недорогое и простое обслуживание по причине значительно менее сложного конструктивного устройства.

Отрицательные стороны включают в себя:

- износ батареи – ресурс ее составляет от 10 до 12 лет;
- стоимость нового аккумулятора примерно равна цене поддержанного электромобиля; не развита сеть зарядных станций;
- запас хода в зимнее время снижается;
- эффективность функционирования в холодный период падает и в этой связи требуется большое количество энергии для прогрева салона;
- кроме того, электромобили требуется досконально чистить от снега, а также льда, так как капот не нагревается и поэтому снег на нем не тает.

Таким образом, осуществленный краткий обзор и анализ электромобилей демонстрирует их несомненную перспективность в развитии автомобильного транспорта.

Библиографический список

1. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера / А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова, И.В. Серявин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2015. - № 1. - С. 239-244.
2. Оценка топливопотребления двигателей при ультразвуковой обработке топлива / Р.В. Пуков и др. // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 11. - С. 12-17.
3. Бодякина, Т.В. Бортовая диагностика системы впрыска дизельных двигателей / Т.В. Бодякина, Е.В. Елтошкина, П.А. Болоев // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2023. - № 49. - С. 8-16.
4. Алтухов, С.В. Исследование теплообмена корпуса распылителя форсунки с топливом / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 80. - С. 54-61.
5. Алтухов, С.В. Исследование тепловых потоков в распылителе форсунки дизельного двигателя 4ч 11/12,5 / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса : Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная памяти А.А. Ежевского. - 2018. - С. 242-248.
6. Шуханов, С.Н. Совершенствование работы двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения путем автоматического регулирования / С.Н. Шуханов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - № 7 (177). - С. 168-172.
7. Шуханов, С.Н. Обзор и анализ исследований по износу в процессе пуска и прогрева двигателя / С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, О.Н. Хороших // Известия Международной академии аграрного образования. - 2021. - № 57. - С. 77-79.
8. Влияние неравномерности подачи топлива на эффективные показатели дизеля / Ш.Т. Юсупов, О.М. Осмонов, М.Б. Балданов //

Ларионовские чтения – 2022 : сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции. - 2022. - С. 121-125.

9. 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.

10. Корреляция продолжительности прогрева двигателя со значением температуры воздуха / С.С. Ямпиллов и др. // Наука в центральной России. 2025. № 1 (73). С. 64-72.

11. Глотов, А. Д. Электромобили и их влияние на экологию / А. Д. Глотов, Т. В. Ерофеева, Г. Н. Фадькин // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань : РГАТУ, 2023. – С. 297-298.

УДК 628.16

*Борычев С.Н., д.т.н., профессор,
Гаврилина О.П., к.т.н.,
Щур А.С., студент,
Кочкин Н.Н., магистрант
ФГБОУ ВОРГАТУ, г. Рязань, РФ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

1. Теоретические основы работы насосных станций и энергетические потребности

Основные элементы насосной станции. Типичная насосная станция для сельскохозяйственного водопользования включает рабочий насос (центробежный или поршневой), приводной двигатель (электрический или ДВС), систему трубопроводов и арматуры, систему управления и, при необходимости, систему энергообеспечения (генераторы, аккумуляторы, преобразователи). Выбор типа насоса определяется требуемым расходом Q и напором H .

Гидравлические параметры и расчёт мощности. Механическая мощность, требуемая для подъёма воды и компенсации потерь на трение, задаётся выражением:

$$P_{hyd} = \rho g Q H, \quad (1)$$

где ρ — плотность воды (примерно 1000 кг/м^3), g — ускорение свободного падения (9.81 м/с^2), Q — расход ($\text{м}^3/\text{с}$), H — суммарный напор (м). Для практических расчётов используется электрическая мощность насоса с учётом КПД привода и насоса:

$$P_{el} = \frac{\rho g Q H}{\eta_{pump} \cdot \eta_{drive}}, \quad (2)$$

где η_{pump} — КПД гидропривода (напр., центробежного насоса), η_{drive} — КПД привода (электродвигателя, преобразователя и т.д.). Единицы мощности — Вт (практически — кВт).

Суточная и сезонная энергетическая потребность. Энергетическая потребность за расчётный период (суточный, сезонный) определяется интегрированием мощности по времени работы насоса:

$$E_{period} = \int_0^T P_{el}(t) dt \approx P_{el} \cdot t_{oper}, \quad (3)$$

где t_{oper} — суммарное время работы за период (ч). В случаях переменного расхода $Q(t)$ и напора $H(t)$ интеграл вычисляется с учётом кривых нагрузки.

Характеристики режима работы. Для аграрных насосных систем характерны: циклическая работа (поливные циклы), изменение расходов в

течение сезона, возможная привязка к временам суток (дневные/ночные поливы). Эти особенности требуют учёта дискретности нагрузки при выборе схемы питания и систем накопления.

Возобновляемые источники энергии применительно к насосным станциям

Солнечная энергия (фотовольтаика и солнечная тепловая энергия)

Фотовольтаические системы (PV). PV-модули преобразуют солнечную радиацию в электрическую энергию. Основные преимущества: модульность, низкие эксплуатационные затраты, простота интеграции с электрическими насосами. Наиболее широко применяются инверторные системы с возможностью питания переменного тока или прямые DC-приводы для специализированных солнечных насосов.

Основные ограничения и меры компенсации. Главные ограничения — дневная периодичность и сезонная изменчивость радиации. Для компенсации используются аккумуляторные системы, гибридизация с другими источниками (ветер, ДГУ), а также оптимизация рабочего графика насосной станции (планирование поливов в периоды максимальной инсоляции). Технически важны элементы согласования: MPPT-контроллеры, частотные преобразователи (VFD) для плавного регулирования скорости насоса.

Режимы прямого привода. Существуют схемы прямого соединения PV-массивов с насосом без аккумуляторов (direct-coupled), что упрощает систему и снижает O&M, однако требует адаптации режимов работы под солнечный график.

Ветровая энергия

Общие свойства. Ветроэнергетические установки способны обеспечивать выработку энергии в ночное время и при облачности, что дополняет солнечные системы. Прямые механические ветряные насосы исторически использовались для подъёма грунтовых вод; современные решения — электрические ветрогенераторы с накоплением или в комбинации с электросетью.

Ограничения и требования. Основные требования — достаточная средняя скорость ветра и благоприятный энергетический потенциал (распределение скоростей). Высокие капитальные затраты на опоры и фундамент, необходимость сервисного обслуживания и проблемы с эксплуатацией при переменном ветре.

Методика проектирования энергетической системы насосной станции

Последовательность проектирования

Определение водно-агрономических потребностей: требуемые объёмы подачи воды, графики полива, допустимые интервалы и т.д.

Гидравлический расчёт: определение расходов Q , напоров H , потерь в трубопроводах и арматуре.

Расчёт электрической мощности и энергии по формулам, приведённым в разделе 1.

Оценка возобновляемых ресурсов: сбор метео- и гидрологических данных (инсоляция, скорость ветра, расход и напор реки), их статистическая обработка.

Выбор конфигурации: определение оптимальной комбинации источников, накопителей и преобразователей с учётом надёжности и экономичности.

Экономическая оценка: расчёт капитальных и эксплуатационных затрат, оценка сроков окупаемости и LCOE при необходимости.

Проектирование системы управления и защиты, подготовка эксплуатационной документации.

Расчёт размерности фотоэлектрического массива (алгоритм)

На входе — требуемая суточная энергия E_d , измеряемая в кВт·ч/сут.

Определение средних эффективных часов солнечного сияния H_s (peak sun hours) для места установки.

Учёт суммарного коэффициента потерь системы η_{sys} (инвертор, потери в кабелях, температурные потери, КПД МРРТ и пр.).

Расчёт пиковой мощности PV-массива:

$$P_{PV} = \frac{E_d}{H_s \cdot \eta_{sys}}, \quad (4)$$

Выбор модуля и определение площади массива по паспортной мощности и характеристикам модуля.

Размерение системы накопления энергии

Определение требуемой ёмкости аккумуляторов C_{bat} с учётом допустимой глубины разряда DoD и числа дней автономной работы N_a :

$$C_{bat} = \frac{E_d \cdot N_a}{\eta_{bat} \cdot DoD}, \quad (5)$$

Учёт температурных режимов и требование к обслуживанию батарей; выбор технологий (свинцово-кислотные, литий-ионные и др.) в зависимости от стоимости, ресурса и условий эксплуатации.

Выбор и согласование частотных преобразователей и мотор-насосного агрегата

Использование VFD позволяет изменять скорость насоса, оптимизировать энергопотребление и обеспечивать плавный запуск при питании от возобновляемых источников.

Требуется учитывать совместимость по электропитанию (DC/AC, частота, синхронизация) при интеграции PV/inverter/генераторных систем.

Экономические, экологические и эксплуатационные аспекты

Экономическая оценка. Для принятия решений необходимо сравнение CAPEX и OPEX различных архитектур. В расчётах следует учитывать стоимость оборудования, монтаж, транспортные расходы, затраты на техническое обслуживание и стоимость топлива (если используется). Для долгосрочного анализа полезно рассчитывать LCOE и сроки окупаемости при заданных ценах на энергию.

Экологическая оценка. Использование возобновляемых источников снижает выбросы парниковых газов и локальное загрязнение от топлива (дизель). Следует учесть потенциал негативного воздействия (например, изменение гидрологического режима при малой гидроэнергетике, запахи и выбросы при биогазовых установках при некорректной эксплуатации).

Эксплуатационные требования. Важнейшие аспекты эксплуатации: регулярный мониторинг параметров (производительность насоса, напряжение/частота сети, состояние аккумуляторов), профилактическое обслуживание ветрогенераторов и PV-массивов, поддержание чистоты модулей, контроль качества топлива и газа, организация складов запасных частей. Для сельских территорий критична доступность сервисных служб и обученного персонала.

Ключевыми задачами при внедрении являются: точный расчёт водных потребностей, статистическая оценка возобновляемых ресурсов, выбор оптимальной конфигурации системы и обеспечение эксплуатационной готовности через обучение персонала и организацию сервисного обслуживания.

Рекомендуется дальнейшее исследование в направлении оптимизации экономических гибридных схем с учётом климатических и агросрежисных особенностей, а также разработка методик интеграции систем прогнозирования ресурса в EMS.

Библиографический список

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

2. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподдачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.

3. Гаврилина, О. П. Автоматизация полива дождеванием / О. П. Гаврилина, С. Н. Борячев, Д. В. Колошеин // 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. 162-165.

4. Борячев, С. Н. Использование дренажей в мелиорации избыточно увлажненных почв / С. Н. Борячев, О. П. Гаврилина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 239-242.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции,

приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214.

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. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Борычев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

12. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года - Том Часть II. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 162-165.

*Гаврилина О.П., к.т.н.,
Попов А.С., к.т.н., доцент,
Кочкин Н.Н., магистрант
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ НА БАЛАНС ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Водный фактор является одним из ключевых в функционировании агроландшафтов. Сложные процессы взаимодействия подземных и поверхностных вод определяют не только продуктивность сельскохозяйственных земель, но и устойчивость экосистем в целом. В условиях интенсивного земледелия и растущего антропогенного давления на природные комплексы именно мелиорация становится основным инструментом регулирования водного режима. При этом вмешательство в естественные процессы, как правило, затрагивает взаимосвязь подземного и поверхностного стока, изменяет направления фильтрационных потоков и баланс влаги в почвогрунтах.

Задача мелиорации заключается не только в создании благоприятных условий для роста растений, но и в предотвращении негативных процессов: засоления, заболачивания, деградации почв. В связи с этим исследование влияния мелиоративных мероприятий на баланс подземных и поверхностных вод приобретает особое значение для современной аграрной практики.

Водный баланс как основа функционирования агроландшафтов

Водный баланс территории определяется соотношением поступления и расхода влаги, включающим атмосферные осадки, поверхностный сток, инфильтрацию в почву, испарение и грунтовый приток. В естественных условиях подземные и поверхностные воды находятся в динамическом равновесии, поддерживаемом климатическими и геоморфологическими факторами.

Мелиоративное вмешательство в эту систему приводит к перераспределению потоков влаги. Например, осушительные мероприятия снижают уровень грунтовых вод, что уменьшает их влияние на поверхностные водоёмы. Орошение, напротив, повышает инфильтрацию и может вызывать подъём грунтовых вод, способствуя заболачиванию и вторичному засолению. Таким образом, водный баланс является показателем эффективности и одновременно рисков мелиорации.

Практические аспекты влияния осушительных мелиораций

Осушительные мелиорации занимают особое место в системе регулирования водного режима земель, поскольку именно они позволяют преобразовывать избыточно увлажнённые почвы в продуктивные сельскохозяйственные угодья. Основным инструментом в этом процессе выступают дренажные системы, обеспечивающие регулирование уровня грунтовых вод. Их грамотное проектирование и эксплуатация позволяют

создать устойчивые условия для земледелия, где сочетаются оптимальная влажность почвенного профиля, доступность кислорода для корневых систем и снижение риска застойного переувлажнения.

Функции дренажных систем заключаются не только в механическом отводе избытка влаги, но и в поддержании баланса между поверхностным и подземным стоком. Регулярное удаление избыточной воды способствует улучшению аэрации почвенного горизонта, ускоряет процессы минерализации органического вещества и обеспечивает более активное развитие корневой системы растений. Это особенно важно в регионах с высоким уровнем атмосферных осадков, где естественный водоотвод ограничен слабой дренированностью территории.

Однако воздействие дренажных систем неоднозначно и требует комплексного подхода. Чрезмерное понижение уровня грунтовых вод способно вызвать деградацию почвенного покрова. При снижении уровня ниже оптимальной глубины происходит иссушение верхних горизонтов, уменьшается содержание гумуса и снижается способность почвы удерживать влагу. В результате ухудшается водообеспеченность культур в засушливые периоды, что снижает эффективность земледелия.

Не менее значимым последствием является воздействие на поверхностные водные объекты. Ускоренный отток воды по дренажной сети изменяет гидрологический режим малых рек и ручьёв. Водотоки становятся более кратковременными, уменьшается их наполнение в летне-осенний период, что приводит к деградации водных экосистем, снижению биологического разнообразия и нарушению естественных процессов самоочищения вод.

Дополнительную проблему представляет перенос растворённых веществ и агрохимикатов вместе с дренажными водами. Попадая в поверхностные и подземные водоёмы, они вызывают вторичное загрязнение, увеличивают минерализацию и могут привести к деградации качества водных ресурсов. Таким образом, осушение требует не только инженерного, но и экологического обоснования.

Для минимизации негативных последствий большое значение имеют гидрологические расчёты. Проектирование дренажных систем должно учитывать не только среднегодовой водный баланс, но и сезонную динамику уровня грунтовых вод, а также возможные экстремальные ситуации — паводки, засушливые годы, повышенные осадки. Только при таком подходе удаётся сохранить баланс между задачами сельского хозяйства и охраной природных экосистем.

В современных условиях всё большее распространение получает регулируемый дренаж, позволяющий адаптировать работу дренажной сети к изменяющимся условиям. Такая система обеспечивает более гибкое управление уровнем грунтовых вод: в период избыточного увлажнения излишек влаги эффективно отводится, а при угрозе дефицита воды уровень поддерживается выше, что позволяет сохранить влагу в почвенном профиле.

Таким образом, практическая реализация осушительных мелиораций требует учёта множества факторов — от гидрологического режима территории

до особенностей почвенного покрова и экологической устойчивости водных систем. Лишь в условиях комплексного подхода возможно достижение главной цели мелиорации: создание продуктивных агроландшафтов при сохранении природного водного баланса.

Инженерные и экологические решения по регулированию водного баланса

Современная мелиорация всё чаще рассматривается не только как совокупность инженерных мероприятий, но и как система, ориентированная на сохранение экологического равновесия. Традиционный подход, основанный на максимальном воздействии на водный режим, постепенно уступает место концепции регулируемого управления водными ресурсами, где важное значение имеет согласование интересов сельского хозяйства и природных экосистем.

Одним из ключевых решений является регулируемый дренаж. В отличие от традиционных дренажных систем, работающих в постоянном режиме, регулируемый дренаж предполагает возможность управления глубиной залегания грунтовых вод. В период активной вегетации уровень может поддерживаться ниже корнеобитаемого слоя, обеспечивая аэрацию почвы и предотвращая застой влаги. В то же время в межсезонье или при дефиците осадков уровень грунтовых вод допускается выше, что снижает водный дефицит и уменьшает потребность в дополнительном орошении. Такая система позволяет одновременно решать задачи повышения урожайности и рационального водопользования.

Не менее важным направлением выступают комбинированные системы мелиорации, которые объединяют функции дренажа и орошения. С их помощью достигается гибкое регулирование водного баланса: избыток влаги отводится через дренажную сеть, а при засушливых условиях она используется для подачи воды обратно в почвенный профиль. Подобные системы особенно перспективны в зонах с неустойчивым увлажнением, где в разные годы наблюдаются как избыточное увлажнение, так и дефицит влаги.

Существенную роль играет геоинформационное моделирование. На основе цифровых моделей рельефа, данных дистанционного зондирования и полевых наблюдений создаются прогнозные сценарии изменения уровня грунтовых вод и поверхностного стока. Такие модели позволяют оценить эффективность проектируемых мелиоративных систем, а также заранее выявить риски, связанные с возможным засолением или заболачиванием. В условиях климатической изменчивости это становится незаменимым инструментом, обеспечивающим адаптивное управление агроландшафтами.

Важное место в комплексе решений занимают природоохранные мероприятия. К ним относятся буферные зоны на границах полей, фильтрационные полосы вдоль дренажных каналов, использование биофильтрационных сооружений. Их основная цель — снижение поступления агрохимикатов и органических загрязнителей в грунтовые и поверхностные воды. Таким образом, инженерные и экологические меры взаимно дополняют

друг друга, формируя систему устойчивого водопользования, в которой хозяйственная эффективность сочетается с охраной природной среды.

Перспективы и современные технологии

В последние годы в мелиорации активно внедряются цифровые методы управления водным балансом, обеспечивающие новый уровень контроля за состоянием агроландшафтов. Использование дистанционного зондирования позволяет отслеживать изменения влажности почв, температуры поверхности и динамику растительности на больших территориях. В сочетании с сетью сенсорных систем, измеряющих уровень грунтовых вод, солёность и влажность в реальном времени, это создаёт базу для оперативного принятия управленческих решений.

Особое значение приобретают математические модели водно-солевого режима, которые позволяют прогнозировать последствия различных мелиоративных мероприятий. На их основе можно заранее оценить, как изменится баланс влаги при изменении схемы дренажа, объёмов орошения или в условиях аномальной засухи. Такие модели постепенно становятся инструментом планирования на уровне не только отдельных хозяйств, но и целых регионов, что особенно важно в условиях нарастающей климатической изменчивости.

Технологическое развитие связано и с энергосбережением. Современные системы капельного орошения позволяют подавать воду непосредственно в зону корней растений, минимизируя потери на испарение и фильтрацию. Подземные методы распределения влаги, в отличие от традиционного поверхностного орошения, обеспечивают равномерное увлажнение почвы и предотвращают образование корки на её поверхности. Это не только повышает эффективность использования воды, но и улучшает условия роста растений.

Важным направлением становятся биологические методы очистки дренажно-скидных вод, основанные на использовании природных фильтрационных систем — искусственных болот, биопрудов, систем с высаженными влаголюбивыми растениями. Такие технологии позволяют задерживать и разлагать остатки удобрений, органику и микроэлементы, тем самым предотвращая загрязнение поверхностных и подземных вод.

В перспективе именно сочетание цифровых систем мониторинга, ресурсосберегающих технологий и экологически ориентированных решений станет основой устойчивого развития мелиоративных систем. Такой подход позволяет не только повысить эффективность сельскохозяйственного производства, но и сохранить баланс водных ресурсов для будущих поколений.

Мелиорация оказывает комплексное воздействие на баланс подземных и поверхностных вод. С одной стороны, она создаёт условия для эффективного использования земельных ресурсов, повышает их продуктивность и обеспечивает устойчивость сельского хозяйства. С другой — вмешательство в естественные процессы водообмена требует строгого контроля, так как несбалансированные меры приводят к экологическим проблемам: засолению, заболачиванию, загрязнению водных объектов.

Поэтому практическая реализация мелиоративных мероприятий должна базироваться на принципах рационального водопользования, системного анализа и интеграции инженерных и экологических методов. Только такой подход позволяет сохранить баланс подземных и поверхностных вод, обеспечивая устойчивость агроландшафтов и долгосрочную продуктивность сельского хозяйства.

Библиографический список

1. 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.
2. Осушительная система в гидромелиорации / А. И. Белозеров, А. С. Щур, А. Н. Кочеткова, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. - Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 68-72.
3. Солянка, Н. С. Автоматизация водоснабжения и орошения / Н. С. Солянка, О. П. Гаврилина, А. И. Бойко // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 16 февраля 2022 года - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 356-359.
4. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года - Том Часть II. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 162-165.
5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.
6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.
7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы

развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214.

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. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // 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: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

УДК 626.8

*Гаврилина О.П., к.т.н.,
Попов А.С., к.т.н., доцент,
Щур А.С., магистрант,
Белозеров А.И., магистрант
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

СПОСОБЫ ВОЗВЕДЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА

Мелиоративные системы поверхностного полива являются важнейшей составляющей агротехнических мероприятий, направленных на повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий. Поверхностное орошение занимает одно из ведущих мест в мировой практике мелиорации, так как оно сочетает простоту технических решений с возможностью эффективного использования водных ресурсов. В основе данного метода лежит подача воды непосредственно на поверхность почвы с последующим равномерным распределением её по полю.

Возведение систем поверхностного полива представляет собой комплекс организационно-строительных и инженерно-технических мероприятий,

обеспечивающих надежное функционирование водораспределительной сети, равномерное увлажнение почвенного слоя и рациональное использование воды. Способы возведения таких систем разнообразны и зависят от рельефа местности, типа почв, агроклиматических условий, а также от уровня механизации строительных работ.

Общие принципы организации поверхностного полива

Эффективность функционирования системы поверхностного полива во многом определяется не только инженерными расчетами, но и комплексным подходом к организации водораспределительной сети. Главная задача проектирования заключается в том, чтобы обеспечить доставку воды к сельскохозяйственным культурам с минимальными потерями и при этом сохранить устойчивость природных условий.

Одним из ключевых принципов является минимизация фильтрационных и испарительных потерь. Для этого проектировщики стремятся оптимизировать трассировку каналов, сокращая их протяженность и количество поворотов, а также применяя защитные облицовочные материалы. Использование гидроизоляции, бетонных или полимерных лотков значительно снижает просачивание воды в грунт, что особенно актуально в засушливых районах с дефицитом водных ресурсов.

Не менее важным является обеспечение равномерного распределения воды по полю. Для этого используется система регулирующих сооружений – затворов, водовыпусков, автоматических распределителей, позволяющих поддерживать постоянный уровень воды и равномерное смачивание почвы. Правильное проектирование уклонов поливных каналов и борозд предотвращает локальные застои или, напротив, избыточный сток, что обеспечивает более высокий коэффициент использования оросительной воды.

Большое внимание уделяется предотвращению эрозионных процессов. При неправильном выборе уклонов или высокой скорости потока вода способна разрушать почву, образуя овраги и вымывы. Для защиты применяются специальные гидротехнические решения – гасители энергии потока, перепады, каменная наброска. Кроме того, учитывается сохранение естественного рельефа: по возможности трассировка каналов выполняется так, чтобы минимизировать вмешательство в природные формы ландшафта.

Еще одним принципом является оптимизация трудозатрат. Современные системы поверхностного полива проектируются с учетом механизации и автоматизации работ. Это проявляется как в строительстве, где используются высокопроизводительные машины, так и в эксплуатации – через внедрение автоматизированных систем управления, позволяющих сократить участие ручного труда в регулировании подачи воды.

Наконец, организация оросительной сети должна учитывать экологические аспекты. Недопустимо формирование застойных зон, которые могут приводить к заболачиванию земель и развитию вторичного засоления почв. Рациональное распределение воды в сочетании с мелиоративными мероприятиями (дренаж, агротехнические приемы) позволяет поддерживать экологическое равновесие и долгосрочную продуктивность земельных угодий.

Способы возведения магистральных и распределительных каналов

Магистральные и распределительные каналы являются главными элементами любой системы поверхностного полива, так как именно они обеспечивают транспортировку воды от источника к сельскохозяйственным угодьям. Качество их строительства напрямую влияет на эффективность работы всей оросительной сети, поэтому проектирование и возведение данных сооружений требуют комплексного подхода, сочетающего инженерные, гидротехнические и экологические аспекты.

Возведение каналов в современных условиях осуществляется преимущественно механизированным способом. Применяются высокопроизводительные землеройные машины – экскаваторы-драглайны, канавокопатели, бульдозеры и автогрейдеры. Использование специализированной техники позволяет выполнять работы с высокой точностью, формировать проектные профили и обеспечивать заданные уклоны. В случаях, когда рельеф сложный или имеются значительные перепады высот, привлекаются более мощные экскаваторные комплексы или производится комбинированное строительство с применением буровзрывных работ.

Особое внимание уделяется выбору поперечного профиля канала. Его конфигурация должна обеспечивать пропуск расчетного расхода воды без риска переливов, избыточных потерь и возникновения застойных зон. На практике используются трапециевидные, прямоугольные и полукруглые профили, каждый из которых подбирается с учетом гидравлических расчетов, характеристик грунта и эксплуатационных условий.

Неотъемлемой частью строительства является укрепление откосов и дна. В условиях легких и легкоразмываемых грунтов применяют глинистую или бетонную облицовку, а также современные геотекстильные материалы, способные выполнять функции фильтра и укрепляющего слоя. На более ответственных участках сооружается каменная наброска или армирование бетонными плитами, что позволяет снизить скорость потока и предотвратить эрозию. Такие меры значительно продлевают срок службы каналов и уменьшают расходы на их эксплуатацию.

В последние годы все шире используется полимерная гидроизоляция. Она обеспечивает практически полное устранение фильтрационных потерь, что особенно актуально в регионах с дефицитом водных ресурсов. Применение полимерных пленок или геомембран, закрепляемых по дну и откосам канала, повышает надежность сооружений и снижает необходимость в дорогостоящем ремонте.

Перспективным направлением является использование сборных бетонных лотков заводского изготовления. Данный метод позволяет существенно ускорить процесс строительства, обеспечить стандартизированное качество и упростить последующее обслуживание. Лотковые каналы отличаются высокой герметичностью, устойчивостью к механическим повреждениям и долговечностью, что делает их особенно востребованными при возведении распределительных каналов.

Поливные каналы и борозды

Поливные каналы, борозды и чеки являются конечными элементами оросительной сети, обеспечивающими непосредственное распределение воды по полю. Их возведение осуществляется с учетом рельефа участка и требований к агротехнике выращиваемых культур.

На равнинных территориях широко применяется нарезка борозд с помощью бороздоделателей и специальных плугов. Вода подается из распределительных каналов и равномерно растекается по междурядьям, увлажняя корнеобитаемый слой. В более сложных условиях создаются чеки – участки прямоугольной формы, окаймленные земляными валиками. Возведение чеков осуществляется с помощью планировщиков, которые формируют поверхность поля с минимальным уклоном.

В некоторых случаях применяется метод полосного полива, при котором поверхность поля делится на продолговатые участки-ленты. Для его реализации выполняется тщательное выравнивание почвы, обеспечивающее равномерное движение воды.

Сооружения регулирования и распределения воды

Немаловажным элементом системы являются сооружения регулирования и распределения воды. К ним относятся водовыпуски из распределительных каналов, регулирующие задвижки, шлюзы, лотковые водоперепады. Возведение данных объектов выполняется из сборного железобетона, кирпича или металла. Современная практика предусматривает использование готовых модульных конструкций, позволяющих сократить сроки строительства.

Значительное внимание уделяется автоматизации управления подачей воды. В современных системах применяются датчики уровня, автоматические заслонки и телемеханика, что требует установки кабельных или беспроводных систем связи.

Технические приемы повышения эффективности возведения

При возведении систем поверхностного полива широко применяются методы механизации и инновационные технологии. Использование лазерных нивелиров и спутниковых систем навигации (GPS, ГЛОНАСС) позволяет добиться высокой точности планировки полей. Геосинтетические материалы обеспечивают долговечность гидроизоляции и укрепление сооружений.

Важным направлением является внедрение энергосберегающих решений: использование малых насосных станций для перекачки воды, интеграция солнечных и ветровых источников энергии для питания систем автоматики и мониторинга. Всё это способствует снижению эксплуатационных затрат и увеличению устойчивости мелиоративных комплексов.

Экологические и эксплуатационные аспекты

Возведение систем поверхностного полива должно учитывать экологические последствия. При неправильной организации возможны переувлажнение, заболачивание и вторичное засоление почв. Для минимизации рисков применяются дренажные элементы, защитные лесополосы, регулируемые водовыпуски.

С эксплуатационной точки зрения, надежность системы зависит от качества строительных работ и уровня обслуживания. Регулярное удаление наносов, укрепление размывших участков и поддержание работоспособности гидротехнических сооружений позволяют существенно продлить срок службы системы.

Анализ способов возведения мелиоративной системы поверхностного полива показывает, что данный процесс представляет собой комплексное инженерно-строительное мероприятие, требующее учета природных условий, агротехнических требований и современных технологических решений. Механизированное строительство каналов, формирование борозд и чеков, возведение регулирующих сооружений и внедрение инновационных материалов обеспечивают высокую эффективность и надежность систем.

В перспективе развитие технологий возведения будет связано с расширением применения автоматизированных средств управления, использованием геоинформационных систем для проектирования и мониторинга, а также с переходом к энергосберегающим и экологически ориентированным решениям. Всё это позволит повысить эффективность поверхностного полива и обеспечить устойчивое развитие агропромышленного производства.

Библиографический список

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

2. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподдачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.

3. Гаврилина, О. П. Автоматизация полива дождеванием / О. П. Гаврилина, С. Н. Борячев, Д. В. Колошеин // 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. 162-165.

4. Борячев, С. Н. Использование дренажей в мелиорации избыточно увлажненных почв / С. Н. Борячев, О. П. Гаврилина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра

Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 239-242.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214.

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. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Борычев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

*Гаврилина О.П., к.т.н.,
Попов А.С., к.т.н., доцент,
Щур А.С., магистрант,
Белозеров А.И., магистрант
ФГБОУ ВОРГАТУ, г. Рязань, РФ*

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА МАГИСТРАЛЬНЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ СИСТЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА

Системы поверхностного полива являются основой мелиоративных мероприятий, обеспечивающих устойчивое развитие аграрного сектора. Эффективность функционирования таких систем в значительной степени определяется качеством и технологическим уровнем строительства магистральных и распределительных каналов. Эти элементы служат главными путями доставки воды от источника к полям, поэтому их инженерное исполнение должно сочетать надежность, экономичность и экологичность. Современные технологии позволяют не только ускорить процесс возведения каналов, но и существенно повысить их эксплуатационные характеристики.

Земляные работы и методы формирования каналов

Земляные работы при возведении магистральных и распределительных каналов представляют собой наиболее трудоемкий и ответственный этап строительства оросительных систем. От качества их выполнения напрямую зависит не только надежность гидротехнических сооружений, но и эффективность всей сети в целом. Основными операциями выступают разработка грунта, его транспортировка и планировка дна и откосов канала. Эти процессы требуют применения современного парка строительных машин и технологий, позволяющих сочетать высокую производительность с точностью соблюдения проектных параметров.

Для разработки грунта традиционно используются экскаваторы различного типа — прямая и обратная лопата, драглайны, которые позволяют эффективно работать как на плотных, так и на сыпучих грунтах. В случаях, когда требуется значительный объем перемещения земли на небольшие расстояния, активно применяются скреперы, сочетающие функции выемки и транспортировки грунта. Бульдозеры и грейдеры выполняют планировочные работы, обеспечивая требуемый уклон дна и откосов. Особое место занимают специализированные каналокопатели — роторные и цепные, которые позволяют формировать профиль канала за один проход, обеспечивая высокую точность и минимизируя ручные операции.

Классическим методом возведения каналов является послойная разработка грунта с последовательным формированием профиля. Однако этот способ требует больших трудозатрат и зависит от квалификации рабочих. Современная практика всё чаще ориентируется на использование высокопроизводительных машин, оснащённых автоматизированными

системами управления. Так, роторные каналокопатели обеспечивают стабильное качество сечения канала, а цепные механизмы позволяют работать на значительной глубине без нарушения структуры откосов.

Особое внимание в последние годы уделяется внедрению технологий лазерного и спутникового планирования. Использование лазерных нивелиров и GPS-навигации позволяет контролировать точность выемки и планировки в режиме реального времени, что значительно снижает отклонения от проектных отметок. Такое решение обеспечивает не только улучшение гидравлических характеристик канала, но и равномерность подачи воды, что имеет решающее значение для эффективности поливных мероприятий.

Укрепление откосов и дна

После завершения земляных работ возникает задача обеспечения устойчивости каналов и минимизации фильтрационных потерь. Если оставить грунтовое русло в естественном состоянии, оно подвержено риску размыва потоками воды, заиления и разрушения откосов. Поэтому обязательным этапом строительства является укрепление дна и откосов.

На протяжении долгого времени основными методами защиты служили глиняные замки и дернование. Уплотнённые глиняные прослойки значительно сокращали фильтрацию, а покрытие откосов дерном предотвращало эрозию и способствовало биологическому закреплению грунта. Однако такие решения отличались ограниченной долговечностью и требовали регулярного восстановления.

Современные подходы предполагают применение геосинтетических материалов, которые существенно повышают эксплуатационные характеристики каналов. Геомембраны создают водонепроницаемый экран, предотвращающий потери воды, геотекстиль используется для защиты откосов от эрозии и прорастания сорной растительности, а георешётки обеспечивают устойчивость грунта на участках с крутыми склонами или при высоких скоростях потока. Использование таких материалов позволяет продлить срок службы каналов и сократить расходы на их содержание.

Для магистральных каналов, где предъявляются повышенные требования к надежности, часто применяют бетонные и железобетонные облицовки. Монолитные покрытия обеспечивают высокую прочность и устойчивость к механическим повреждениям, а сборные железобетонные плиты позволяют ускорить процесс строительства и снизить затраты. В условиях интенсивной эксплуатации это решение является наиболее эффективным, так как практически полностью исключает фильтрационные потери.

На распределительных каналах малого сечения в последние годы активно внедряются облегченные полимерные облицовки. Они обладают низкой массой, устойчивы к воздействию влаги и химических факторов, просты в монтаже и при этом обеспечивают достаточный уровень гидроизоляции. Такие материалы особенно востребованы в хозяйствах, где требуется быстрое и экономичное решение без масштабных строительных работ.

Гидротехнические сооружения в составе каналов

Эффективность работы магистральных и распределительных каналов определяется не только качеством земляных работ, но и наличием системы гидротехнических сооружений, которые обеспечивают регулирование потоков, равномерное распределение воды по сети и защиту каналов от разрушений. Без таких конструкций эксплуатация оросительных систем была бы крайне затруднительной, поскольку именно они создают условия для стабильного функционирования всей мелиоративной инфраструктуры.

Водозаборные устройства играют ключевую роль в процессе забора воды из естественных и искусственных источников. Их задача заключается в том, чтобы обеспечить подачу расчетного объема при различных уровнях воды, предотвращая попадание в канал наносов, мусора и взвешенных частиц. Современные водозаборы проектируются с учётом сезонных колебаний стока и нередко оснащаются фильтрационными системами и автоматическими очистными механизмами. Это повышает надежность их эксплуатации и позволяет сократить затраты на обслуживание.

Шлюзы-регуляторы выполняют функции управления расходами и уровнями воды на отдельных участках сети. Конструктивно они представляют собой железобетонные сооружения с регулируемыми затворами, обеспечивающими точную дозировку потока. Если в традиционных системах регулирование осуществлялось вручную, то современные технологии позволяют внедрять автоматизированные устройства, оснащенные датчиками уровня, электроприводами и системами дистанционного управления. Это обеспечивает высокую точность регулирования, минимизирует потери воды и снижает зависимость работы канала от человеческого фактора.

Водоперепуски предназначены для пропуска избыточных объемов воды в периоды паводков, сильных дождей или аварийных сбросов. Их наличие позволяет защитить канал от перелива и разрушения откосов, а также избежать подтоплений прилегающих земель. В зависимости от условий эксплуатации применяются разные конструктивные решения: перепускные трубопроводы, водосбросные сооружения или перепускные каналы. Современные проекты ориентированы на надежность и долговечность, что особенно важно для магистральных каналов, обслуживающих крупные массивы.

Водоразделители обеспечивают распределение потока между несколькими направлениями внутри оросительной сети. Их значение особенно велико при эксплуатации распределительных каналов, где требуется точное дозирование объемов воды для отдельных полей или участков. Современные водоразделители всё чаще оснащаются системами автоматического регулирования, которые позволяют оперативно изменять режим подачи в зависимости от реальных потребностей хозяйства и состояния почвенно-климатических условий.

Современная практика строительства гидротехнических сооружений демонстрирует активное внедрение сборно-модульных конструкций. Использование композитных материалов и облегчённых железобетонных элементов позволяет значительно ускорить процесс монтажа и сократить стоимость работ. Композиты обладают высокой коррозионной стойкостью,

устойчивы к воздействию агрессивных сред, не требуют сложного обслуживания и демонстрируют длительный срок службы. Это делает их перспективным направлением для внедрения в мелиоративные проекты, особенно при строительстве распределительных систем в условиях ограниченного финансирования.

Механизация и автоматизация строительства

Современные технологии строительства предполагают высокий уровень механизации. Применение мощных землеройных машин и специализированных агрегатов позволяет существенно сократить сроки сооружения каналов. Важным направлением становится использование цифровых технологий: дронов для топографической съемки и контроля объемов работ, систем GPS-навигации для управления техникой, а также программных комплексов для моделирования гидравлических режимов будущих каналов.

Автоматизация коснулась и самого процесса строительства: современные экскаваторы и бульдозеры могут быть оснащены системами автоматического позиционирования, что обеспечивает высокую точность профилирования каналов и снижает зависимость от человеческого фактора.

Экономические и экологические аспекты

Применение современных технологий строительства позволяет существенно снизить трудоемкость и стоимость возведения каналов. Использование геосинтетических материалов и бетонных облицовок уменьшает эксплуатационные расходы за счет сокращения потерь воды и увеличения межремонтного периода.

С экологической точки зрения важным преимуществом современных технологий является снижение негативного воздействия на почвенный покров и водные ресурсы. Применение модульных и сборных конструкций позволяет минимизировать объем земляных работ, а точное профилирование каналов уменьшает вероятность вторичного засоления и заболачивания почв.

Строительство магистральных и распределительных каналов в системах поверхностного полива представляет собой сложный инженерный процесс, требующий применения современных технологий и материалов. Внедрение механизации, цифровых систем контроля, геосинтетических решений и сборных гидротехнических конструкций позволяет повысить надежность, долговечность и эффективность оросительных систем. При этом обеспечивается снижение эксплуатационных затрат и экологической нагрузки, что особенно важно в условиях необходимости устойчивого развития аграрного сектора.

Библиографический список

1. Влияние технического состояния основных фондов на эффективность их использования / А. В. Кривова, Н. Н. Пашканг, О. П. Гаврилина [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : Материалы 74-Й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО

«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 201-207.

2. 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.

3. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.

4. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 162-165.

5. Борычев, С. Н. Использование дренажей в мелиорации избыточно увлажненных почв / С. Н. Борычев, О. П. Гаврилина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 239-242.

6. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

7. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

8. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214.

9. Щур, А. С. Актуальные вопросы инженерно-технической поддержки сельскохозяйственных предприятий / А. С. Щур, О. П. Гаврилина // Научно-

техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 190-196.

10. 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.

11. 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 НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

12. Борычев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

13. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

УДК 627.1

*Глуценко П.Н., студент,
Дегтярева Е.В.
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ СООРУЖЕНИЯМИ

Гидротехнические сооружения (ГТС) являются важнейшими объектами инфраструктуры, обеспечивающими водоснабжение, водоотведение, энергетическую безопасность и защиту от наводнений. В Российской Федерации функционирует значительное количество ГТС, включая плотины, водохранилища, насосные станции и гидроэлектростанции. Обеспечение их безопасной эксплуатации требует комплексного подхода, включающего не только техническое обслуживание, но и внедрение интеллектуальных систем управления, способных оперативно реагировать на изменения гидрологической

обстановки и предотвращать аварийные ситуации.

Основой обеспечения безопасности ГТС в России является Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», который устанавливает требования к проектированию, строительству, эксплуатации и ликвидации ГТС. В соответствии с этим законом, владельцы ГТС обязаны проводить регулярные обследования, разрабатывать планы аварийного реагирования и обеспечивать функционирование систем мониторинга.

Современная эксплуатация гидротехнических сооружений (ГТС) требует комплексного подхода, обеспечивающего надежность функционирования объектов, контроль технологических процессов и минимизацию эксплуатационных рисков. Одним из ключевых инструментов такой эксплуатации являются интеллектуальные системы управления (ИСУ), представляющие собой интеграцию технических средств, программных алгоритмов и организационных мер, направленных на оперативный сбор, обработку и анализ информации о состоянии сооружения, а также на выработку решений для поддержания его безопасной работы [1,2,4].

Первым и основополагающим элементом ИСУ является система непрерывного сбора и анализа данных. Она включает измерительные приборы и датчики, фиксирующие ключевые параметры функционирования объекта: уровень воды, давление, расход, деформации конструктивных элементов, температурные показатели и нагрузку на сооружение. Полученные данные систематически обрабатываются и сравниваются с нормативными значениями, что позволяет выявлять отклонения на ранних стадиях и предотвращать развитие аварийных ситуаций.

Научная значимость данного компонента заключается в возможности построения количественных моделей работы объекта, анализа динамики изменений его состояния и выявления закономерностей, которые служат основой для прогнозирования потенциальных угроз.

Следующим уровнем функционирования интеллектуальной системы управления (ИСУ) гидротехническими сооружениями является прогнозирование их состояния на основе анализа оперативно собранных данных. Для этого разрабатываются математические модели, позволяющие количественно оценивать вероятность возникновения аварийных и критических ситуаций. В процессе моделирования учитываются гидрологические и метеорологические показатели, конструктивные характеристики сооружений, динамика нагрузок, температурные колебания и другие параметры, влияющие на устойчивость объекта [2,6,7].

Прогнозирование обеспечивает раннее выявление потенциально опасных ситуаций, включая резкое повышение уровня воды, переполнение водохранилищ, деформации плотин и другие проявления аварийного состояния. Результаты моделирования служат основой для принятия управленческих решений, позволяя корректировать режим эксплуатации, планировать профилактические работы и предотвращать возможные аварийные последствия. На основе анализа текущих данных и прогнозных сценариев ИСУ

формирует рекомендации и определяет управленческие действия. В условиях критических ситуаций система способна автоматически регулировать работу гидротехнического объекта, включая сброс избыточного объема воды, активацию аварийной сигнализации и оповещение персонала, а также корректировку работы вспомогательных насосов и регулирующих устройств [1,2,4,5].

Эффективность прогнозного блока ИСУ определяется точностью измерений, полнотой входной информации и корректностью используемых математических моделей. Применение автоматизированной логики принятия решений снижает влияние человеческого фактора и минимизирует ошибки, которые могут привести к аварийным последствиям.

Внедрение ИСУ обеспечивает комплексные преимущества, повышающие надежность и безопасность эксплуатации гидротехнических сооружений: во-первых, повышается безопасность эксплуатации за счет своевременного выявления и предотвращения аварийных ситуаций, что снижает риск разрушений и материального ущерба; во-вторых, происходит оптимизация использования ресурсов, включая оборудование, энергозатраты и материалы, что снижает эксплуатационные расходы; в-третьих, обеспечивается оперативное реагирование за счет автоматической обработки информации и прогнозирования событий, сокращая время принятия решений; и, наконец, снижается влияние человеческого фактора, поскольку автоматизация управления уменьшает вероятность ошибок персонала и повышает общую надежность работы объекта.

Одним из ярких примеров внедрения интеллектуальной системы управления является Саратовская гидроэлектростанция на реке Волга (рис. 1), где была создана комплексная система мониторинга и управления, обеспечивающая контроль состояния сооружения, гидрологической обстановки и оперативное регулирование технологических процессов. Данный проект демонстрирует эффективность интеграции прогностических моделей и автоматизированных управленческих алгоритмов для обеспечения безопасной и устойчивой эксплуатации гидротехнических объектов [2,3].



Рисунок 1 – Саратовская ГЭС

Система обеспечивает непрерывное наблюдение за ключевыми параметрами функционирования гидроэлектростанции: уровнем воды в водохранилище, расходом воды через плотину, интенсивностью осадков, температурными условиями и другими критическими показателями. Получаемые данные обрабатываются в режиме реального времени, что позволяет своевременно выявлять отклонения от установленных нормативов и принимать меры по предотвращению аварийных ситуаций.

Особое внимание в системе уделено прогнозированию возможных чрезвычайных событий. На основе накопленных исторических данных и текущих измерений формируются прогнозы изменения уровня воды, вероятности переполнения водохранилища, гидродинамических нагрузок на плотину и других факторов, способных привести к аварийным последствиям. Такая прогнозная оценка позволяет заранее планировать управленческие действия и снижать вероятность критических событий [2,3,4].

Для повышения точности прогнозов в систему включены алгоритмы анализа исторических данных, которые позволяют выявлять повторяющиеся закономерности в работе гидротехнического объекта и гидрологической среды. На основании результатов анализа разрабатываются рекомендации по регулированию сброса воды, поддержанию допустимого уровня нагрузки на конструкцию плотины и организации мероприятий по снижению аварийных рисков.

Интеллектуальные системы управления (ИСУ) гидротехническими сооружениями представляют собой интегрированные комплексы, объединяющие сбор и обработку информации, прогнозирование возможных угроз и выработку управленческих решений. Их внедрение оказывает существенное влияние на безопасность, эффективность и надежность эксплуатации гидротехнических объектов. Рассмотрим основные преимущества ИСУ более подробно [1,3,4].

Одним из ключевых преимуществ является значительное повышение уровня безопасности гидротехнических сооружений. Системы непрерывного мониторинга позволяют фиксировать критические параметры конструкции и гидрологической среды, включая уровень воды, давление на плотину, гидродинамические нагрузки, деформации и температурные колебания.

Своевременное выявление отклонений от нормативных значений дает возможность оперативно принимать меры по их устранению, предотвращая развитие аварийных ситуаций. Научно доказано, что раннее предупреждение о потенциальных угрозах, таких как переполнение водохранилища или повышенное напряжение на конструкцию плотины, снижает вероятность разрушений и катастрофических последствий, включая социально-экономический ущерб и угрозу жизни людей [7,8].

Интеллектуальные системы управления позволяют значительно сократить время реакции на изменения состояния гидротехнического объекта. Благодаря автоматизированной обработке данных и прогнозированию возможных событий принимаемые решения становятся максимально оперативными.

Например, при выявлении критического повышения уровня воды система может автоматически инициировать сброс избыточного объема воды, активировать аварийное оповещение персонала и скорректировать работу регулирующих устройств. Такой подход позволяет реагировать на угрозы в течение нескольких минут, что в значительной степени снижает риск аварий и повышает надежность эксплуатации объекта.

Применение интеллектуальных систем управления обеспечивает рациональное распределение эксплуатационных ресурсов, включая воду, электроэнергию и рабочие мощности оборудования. На основании анализа данных и прогнозов система вырабатывает решения, направленные на поддержание оптимального режима работы гидроагрегатов, регулирование сброса воды и планирование профилактических работ.

Оптимизация ресурсов позволяет снизить эксплуатационные расходы, уменьшить нагрузку на конструктивные элементы сооружения и продлить срок службы оборудования. Более того, эффективное использование данных о гидрологической обстановке позволяет планировать режим работы объектов с учетом сезонных и краткосрочных колебаний водного режима, что повышает эффективность работы гидросистем в целом.

Человеческий фактор является одной из основных причин аварий и ошибок при эксплуатации гидротехнических сооружений. Интеллектуальные системы управления значительно минимизируют влияние персонала на безопасность функционирования объекта [5,6].

Автоматизация процессов позволяет выполнять сбор, обработку и анализ данных без прямого вмешательства человека, а также формировать управленческие решения на основе объективных показателей. При этом персонал сосредотачивается на контроле, планировании и поддержании работоспособности системы, что снижает вероятность ошибок и повышает общую надежность эксплуатации.

Интеллектуальные системы управления являются неотъемлемой частью современной эксплуатации гидротехнических сооружений. Их внедрение позволяет значительно повысить безопасность, эффективность и надежность функционирования объектов, что особенно актуально в условиях изменяющегося климата и увеличивающихся нагрузок на водные ресурсы. Пример системы мониторинга на Саратовской гидроэлектростанции демонстрирует успешный опыт интеграции современных технологий в управление ГЭС и может служить ориентиром для других регионов России.

Библиографический список

1. Гончаренко, И. В. Безопасная эксплуатация и интеллектуальное управление гидротехническими сооружениями / И. В. Гончаренко, Е. В. Дегтярева // Научный Лидер. – 2025. – № 11(212). – С. 60-63.
2. Развитие строительства с учетом внедрения инновационных технологий при возведении гидротехнических сооружений / Н. А. Шипилова [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 6(167). – С. 990-993.

3. Дегтярева, Е. В. Оценка вероятного вреда в результате аварии на примере гидротехнического сооружения комбинированной насосной станции № 6 Марьяно-Чебургольской оросительной системы Красноармейского филиала / Е. В. Дегтярева, Р. В. Маслов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы XII Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 05–08 февраля 2019 года. – Краснодар: Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 267-268.

4. Варенцов, В. В. Использование математического моделирования для исследования гидротехнических сооружений / В. В. Варенцов, В. И. Орехова // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Краснодар, 14 марта 2022 года / Отв. за выпуск Н.В. Третьякова. – Краснодар: "Новация", 2022. – С. 30-35.

5. Ванжа, В. В. Обнаружение дефектов гидротехнических сооружений для продления их жизненного цикла / В. В. Ванжа, А. С. Шишкин // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов : Сборник тезисов по материалам V Международной конференции, Краснодар, 15–16 июля 2020 года. – Краснодар: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2020. – С. 28.

6. Гидротехнические узлы машинного водоподъема водоснабжения при водозаборе из поверхностных источников : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 280301.65 "Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения обводнения и водоотведения" / Л. В. Аракельян и др ; МСХ РФ ФГОУ ВПО Кубанский ГАУ, Фак. водохоз. стр-ва и мелиорации, водоснабжения и водоотведения, Каф. комплексных систем водоснабжения. – Краснодар : КГАУ, 2011. – 161 с.

7. Татулян, С. А. Разновидности гидромелиоративных мероприятий и области их применения в Краснодарском крае / С. А. Татулян, Н. В. Островский // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 621-624.

8. Деформация откосов открытых дренажных каналов / Е.Ю. Ашарина [и др.] // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой науч.-практ. конференции, Рязань, 17 февраля 2021 года. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 269-272.

9. Ванюшина, О.И. Факторы устойчивости строительной отрасли России / О.И. Ванюшина, Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая // Развитие современной аграрной науки: актуальные вопросы, достижения и инновации : международная науч.-практ. конф., посв. памяти заслуженного деятеля науки РСФСР, д. с.-х. н., профессора П.Г. Лучкова. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2024. – С. 189-193.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Сельское хозяйство является одним из крупнейших потребителей водных ресурсов, особенно в засушливых и полузасушливых регионах, где водообеспеченность определяется сезонными колебаниями и высокой испаряемостью. Традиционные методы орошения, такие как поверхностное и бороздное, характеризуются низким коэффициентом использования воды, сопровождаясь значительными потерями влаги вследствие испарения, фильтрации и неравномерного распределения по почвенной поверхности. Нерациональное водопользование при таких методах нередко приводит к переувлажнению отдельных участков, вторичному засолению почв, деградации агроландшафтов и снижению их долговременной продуктивности.

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов и глобальных климатических изменений внедрение водосберегающих технологий становится стратегически важным направлением повышения продуктивности сельского хозяйства и устойчивости агроэкосистем. К числу наиболее эффективных методов относятся капельное и микроорошение, спринклерные системы с регулируемой подачей воды, почвенное мульчирование, а также использование автоматизированных систем мониторинга и управления влажностным режимом. Капельное орошение обеспечивает локализованную подачу воды непосредственно в корневую зону растений, что существенно сокращает потери влаги на испарение и фильтрацию, способствуя равномерному увлажнению пахотного горизонта. Микроорошение и спринклерные системы, оснащённые датчиками влажности и автоматическим регулированием расхода воды, позволяют адаптировать интенсивность полива в зависимости от климатических и почвенных условий, а также фаз вегетационного развития растений. Применение почвенного мульчирования снижает испарение влаги, предотвращает эрозию и повышает устойчивость почвенной структуры, тогда как автоматизированные системы мониторинга позволяют корректировать режим полива в реальном времени, минимизируя перерасход воды и создавая оптимальные условия для роста культур [2,5].

Капельное орошение представляет собой инновационный метод локализованного водоснабжения растений, при котором подача воды осуществляется непосредственно в прикорневую зону посредством сети трубопроводов, капельниц и регулирующих узлов. Такая технология обеспечивает дозированное и равномерное поступление влаги в соответствии с физиологическими потребностями растений, что способствует повышению водопользовательной эффективности и урожайности. Благодаря минимизации потерь на испарение и фильтрацию создаются оптимальные условия водного

режима почвы, улучшается её водно-физическое состояние, активизируется микробиологическая деятельность и повышается усвояемость питательных элементов. Всё это способствует росту коэффициента водоотдачи и общей продуктивности агросистем.

Практические результаты применения капельного орошения в странах с аридным климатом подтверждают его высокую эффективность. Так, согласно данным аграрных хозяйств Республики Узбекистан, использование данной технологии на плантациях хлопчатника позволило снизить водопотребление с 3,1–3,5 тыс. м³ на тонну продукции до 1,4–2,1 тыс. м³/т, что соответствует экономии более 40% водных ресурсов. Одновременно с этим наблюдалось повышение экономической результативности: прибыль на единицу использованной воды увеличилась с 0,07 до 0,13 с/м³. Этот пример наглядно демонстрирует, что внедрение капельного орошения не только способствует рациональному использованию водных ресурсов, но и обеспечивает значительный рост производительности сельского хозяйства и устойчивости агроэкосистем в условиях дефицита воды.

Микроорошение и современные спринклерные системы относятся к числу наиболее прогрессивных технологий водосбережения, применяемых в аграрном производстве. Они обеспечивают равномерное и управляемое распределение влаги по всей площади посевов, при этом позволяют точно регулировать интенсивность подачи воды с учётом агрометеорологических условий, физических свойств почв и фенофаз развития культур. Использование автоматизированных систем управления, интегрированных с сенсорными модулями для контроля влажности, температуры, скорости ветра и солнечной радиации, обеспечивает возможность динамического регулирования водного режима в режиме реального времени. Такой подход существенно повышает эффективность ирригации, сокращает непроизводительные потери воды и создаёт оптимальные условия для стабильного роста растений и формирования урожая.

Опыт внедрения инновационных систем орошения в странах с ограниченными водными ресурсами демонстрирует их высокую результативность. В частности, в Азербайджане использование технологий микроорошения и спринклерных систем позволило снизить совокупный расход воды, повысить коэффициент её полезного использования и улучшить агрофизические свойства почв. Также отмечено предотвращение процессов переувлажнения и засоления, повышение влагозадерживающей способности почв и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур [3,4].

Почвенное мульчирование представляет собой эффективный агротехнический приём, заключающийся в покрытии поверхности почвы органическими (солома, растительные остатки, компост, древесная щепа) или неорганическими (агроволокно, полиэтиленовая плёнка, геотекстиль) материалами. Данный метод направлен на снижение испарения влаги, предотвращение эрозионных процессов, стабилизацию температурного и водно-воздушного режимов почвы, а также повышение биологической активности микрофлоры. Мульчирование способствует уменьшению суточных

колебаний температуры, увеличению влагозапаса в пахотном слое и поддержанию устойчивого биогенного потенциала почв.

Эффективность данного метода особенно высока в засушливых и полувасушливых регионах, где водные ресурсы ограничены и необходимы технологии адаптивного водопользования. В предгорных районах Узбекистана использование агротехнологии мульчирования позволило формировать плодовые насаждения без дополнительного орошения, что обеспечило значительное сокращение потребления воды, повышение влагоудерживающей способности почв и устойчивости сельскохозяйственных культур к засушливым условиям. Полевая практика показала, что мульчирование способствует не только экономии водных ресурсов, но и улучшению фитосанитарного состояния посевов, снижая необходимость применения химических средств защиты растений и повышая экологическую стабильность агроценозов.

Современные ирригационные системы оснащаются сенсорными комплексами и автоматизированными платформами, которые осуществляют непрерывный мониторинг ключевых параметров агроэкосистемы: влажности почвы, температуры, интенсивности испарения и прогнозов осадков. Полученные данные позволяют формировать адаптивные модели полива, корректируя объёмы и частоту водоподачи в зависимости от фактических условий и потребностей растений. Такой подход обеспечивает оптимизацию водопользования, минимизацию потерь и повышение эффективности функционирования ирригационных комплексов.

Практический опыт внедрения интеллектуальных систем управления орошением подтверждает их высокую эффективность. Так, в Китайской Народной Республике интеграция автоматизированных ирригационных систем с беспилотными летательными аппаратами и облачными вычислительными платформами позволила существенно повысить точность водораспределения, сократить избыточное потребление воды и обеспечить более равномерное увлажнение посевов. Эти меры способствовали улучшению водного баланса почв, повышению продуктивности сельскохозяйственных культур и устойчивости агроландшафтов к климатическим колебаниям [1,3,5].

Внедрение водосберегающих технологий в аграрное производство оказывает комплексное положительное влияние как на экологическое состояние, так и на экономическую эффективность сельского хозяйства. С экологической точки зрения данные технологии способствуют рационализации водопользования, снижению антропогенного воздействия на экосистемы, предотвращению процессов засоления, эрозии и деградации почв, а также улучшению гидрохимического состояния поверхностных и подземных вод. С экономической позиции оптимизация водопотребления обеспечивает сокращение эксплуатационных затрат на насосные станции и распределительные сети, повышение энергоэффективности ирригационных сооружений, увеличение их эксплуатационного ресурса и снижение капитальных расходов на ремонт и обслуживание. Почвенное мульчирование, заключающееся в покрытии поверхности почвы органическими или

неорганическими материалами, уменьшает испарение влаги, предотвращает эрозионные процессы и стабилизирует температурный и водный режимы почвы. В предгорных районах Узбекистана применение мульчирования позволило создавать плодовые насаждения без дополнительного орошения, что существенно повысило устойчивость сельскохозяйственных культур к засушливым условиям и сократило потребление воды [1,4,5].

Современные автоматизированные системы управления ирригацией, интегрированные с датчиками влажности, температуры, интенсивности испарения и прогнозов осадков, обеспечивают адаптивное регулирование режима полива в режиме реального времени. В Китае внедрение таких систем с использованием беспилотных летательных аппаратов и облачных платформ позволило оптимизировать распределение водных ресурсов, снизить их избыточное потребление и повысить продуктивность агроландшафтов.

Комплексное внедрение всех перечисленных водосберегающих технологий обеспечивает синергетический эффект: рационализируется расход водных ресурсов, сохраняется плодородие почв, повышается урожайность и устойчивость агросистем к климатическим колебаниям. Таким образом, интеграция капельного и микроорошения, почвенного мульчирования и автоматизированного управления поливом представляет собой ключевой инструмент устойчивого развития сельского хозяйства в условиях дефицита воды и изменения климатических условий.

Библиографический список

1. Орехова, В. И. Автоматизированные системы орошения виноградников на Кубани / В. И. Орехова, М. С. Карпенко // Инженерное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти кандидата технических наук, доцента Виталия Александровича Носкова, Ижевск, 20 декабря 2022 года. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2022. – С. 36-40.

2. Карпенко, М. С. Технология капельного орошения для яблоневых садов / М. С. Карпенко, К. В. Мельник // Научно-практический прогресс в сельскохозяйственном производстве : сборник тезисов Международной студенческой научно-практической конференции, Великие Луки, 06 декабря 2022 года / Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. – Великие Луки, 2022. – С. 12-14.

3. Карпенко, М. С. Эффективность капельного орошения как метода рационального водопользования в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. Е. Колегов // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы : Материалы V Всероссийской (национальной) конференции, посвященной 90-летию заслуженного деятеля науки профессору Юрию Ивановичу Ермохину, Омск, 22 мая 2025 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2025. – С. 193-197.

4. Карпенко, М. С. Природопользование и инновационные подходы к управлению водными ресурсами: потенциал капельного орошения / М. С. Карпенко, В. Е. Колегов // Биологические науки и биоразнообразие : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 20 декабря 2024 года. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2024. – С. 111-114.

5. Карпенко, М. С. Использование агроландшафтов на экологической основе / М. С. Карпенко, А. С. Винников // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 15–17 марта 2023 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 227-229.

6. Деформация откосов открытых дренажных каналов / 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. 269-272.

7. Терентьев, О. В. Использование современного оборудования при орошении / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VI Международной студенческой научной конференции. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 133-134.

УДК 626.8

*Колошеин Д.В., к.т.н.,
Щур А.С., магистрант,
Волынский А.В., магистрант,
Маркушов А.А., магистрант
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫМИ СИСТЕМАМИ

Современное сельское хозяйство невозможно представить без эффективного управления водными ресурсами. В условиях изменения климата, роста потребности в продовольствии и ограниченности пресной воды особое значение приобретают технологии, позволяющие оптимизировать процессы орошения и дренажа. Традиционные методы управления гидромелиоративными системами требуют значительных трудовых и материальных затрат, при этом они не всегда обеспечивают высокую точность и оперативность регулирования водного режима. В связи с этим в последние десятилетия наблюдается активное внедрение автоматизации и цифровых технологий, которые открывают новые возможности для повышения эффективности мелиоративных мероприятий.

Понятие автоматизации в гидромелиорации

Автоматизация в гидромелиоративной практике рассматривается как ключевой элемент модернизации управления водными ресурсами в условиях возрастающих требований к устойчивости сельскохозяйственного производства. Под этим понятием понимается внедрение технических средств, электронных систем контроля и специализированных программных комплексов, позволяющих регулировать подачу, распределение и отвод воды без необходимости постоянного участия человека. В отличие от традиционного управления, где многие операции выполнялись вручную и основывались на субъективной оценке агронома или техника, автоматизированные системы функционируют на основе датчиков, исполнительных механизмов и заранее разработанных алгоритмов, что существенно повышает объективность и точность регулирования.

Особое значение автоматизация приобретает в связи с изменчивостью климатических условий. В современном земледелии часто наблюдаются резкие колебания температур, неравномерное выпадение осадков и засушливые периоды, что требует гибкой и своевременной реакции системы орошения и дренажа. Автоматизированные комплексы позволяют учитывать эти изменения в реальном времени. Например, при повышении температуры воздуха система способна увеличить объём полива, а при выпадении осадков — автоматически сократить подачу воды, тем самым предотвращая переувлажнение почвы.

Принципиальным преимуществом автоматизации является возможность интеграции различных процессов в единую систему управления. Она охватывает не только подачу воды, но и мониторинг состояния инфраструктуры: насосных станций, каналов, дренажных трубопроводов. С помощью автоматических сенсоров отслеживаются утечки, засорения, падение давления или перегрузка оборудования. Таким образом, эксплуатация мелиоративных систем становится более предсказуемой, а риск аварийных ситуаций — минимизированным.

Таким образом, понятие автоматизации в гидромелиорации можно рассматривать как комплексный подход, включающий контроль природных факторов, регулирование водного режима и анализ состояния инженерных сооружений. Автоматизация обеспечивает переход от локальных и эпизодических мер к системному управлению, основанному на постоянном сборе и анализе информации, прогнозировании и оперативном принятии решений.

Цифровые технологии и интеллектуальные системы

Цифровизация гидромелиоративных процессов является закономерным продолжением автоматизации. Если автоматизация связана с внедрением исполнительных устройств и датчиков, то цифровые технологии объединяют все эти элементы в единую интеллектуальную систему управления. Их основная цель — обеспечить не только фиксацию текущих параметров, но и прогнозирование развития ситуации, а также адаптацию управления под изменяющиеся условия.

Одним из наиболее распространённых направлений цифровизации является использование датчиков влажности почвы, метеостанций и

расходомеров воды. Эти устройства создают обширную базу данных, которая формирует цифровой портрет агроландшафта. На основе поступающей информации программные комплексы выстраивают оптимальные режимы полива, учитывая потребности различных сельскохозяйственных культур, сезонность и фактическое состояние земельных участков.

Значительные перспективы открывает использование спутникового зондирования и беспилотных летательных аппаратов. Космические снимки высокого разрешения позволяют выявлять зоны переувлажнения или дефицита влаги на больших территориях. Интеграция таких данных с геоинформационными системами создаёт цифровые модели гидромелиоративных объектов, которые позволяют более точно прогнозировать поведение водного режима и разрабатывать превентивные меры.

Особое внимание уделяется интеллектуальным алгоритмам управления. Они строятся на принципах машинного обучения и искусственного интеллекта, что позволяет системам самостоятельно анализировать накопленные массивы информации, выявлять закономерности и формировать рекомендации по оптимизации водопользования. В результате управление переходит от локального, ориентированного на отдельные участки, к комплексному, охватывающему большие мелиоративные массивы.

Таким образом, цифровые технологии и интеллектуальные системы в гидромелиорации трансформируют процесс управления из механического в аналитический. Они позволяют формировать точные прогнозы, адаптироваться к климатическим вызовам и добиваться более рационального использования водных ресурсов.

Внедрение автоматизированных и цифровых систем управления гидромелиоративными объектами имеет широкий спектр положительных последствий. Эти преимущества проявляются на разных уровнях — от повышения урожайности до сохранения природных ресурсов.

Во-первых, возрастает точность распределения воды. Традиционные методы полива часто приводили к перерасходу или, напротив, недостаточному увлажнению, что негативно отражалось на состоянии растений и плодородии почвы. Автоматизированные системы подают воду строго в соответствии с потребностями культур, что способствует стабилизации урожайности и более рациональному использованию ресурсов.

Во-вторых, автоматизация ведет к экономии. Современные насосные станции, работающие в автоматическом режиме, расходуют меньше электроэнергии, поскольку включаются только тогда, когда это действительно необходимо. Одновременно снижаются потери воды на фильтрацию и испарение, что особенно важно в условиях ограниченных водных ресурсов.

В-третьих, эксплуатация гидромелиоративных объектов становится менее трудоёмкой. Автоматические системы позволяют значительно сократить потребность в ручном труде. Работники хозяйств могут сосредоточиться на аналитических и организационных задачах, вместо того чтобы выполнять рутинные операции по регулированию затворов и насосов.

В-четвёртых, круглосуточный мониторинг обеспечивает высокий уровень безопасности эксплуатации. Система фиксирует любые отклонения и оперативно сигнализирует о неисправностях. Это позволяет предотвращать аварии и снижает вероятность выхода из строя дорогостоящего оборудования.

Наконец, цифровизация создаёт условия для интеграции мелиоративных систем в структуру «умного» сельского хозяйства. Это означает, что данные о состоянии почвы и влаги могут использоваться не только для управления поливом, но и для прогнозирования урожайности, планирования севооборотов и оптимизации применения удобрений.

Таким образом, преимущества автоматизации и цифровизации выходят далеко за рамки локальных улучшений. Они формируют новый подход к управлению сельским хозяйством, основанный на рациональности, предсказуемости и экономии ресурсов.

Несмотря на очевидные достоинства, внедрение автоматизации в гидромелиоративные системы сопровождается рядом вызовов и ограничений.

Прежде всего, остаётся актуальной проблема высокой стоимости оборудования. Закупка датчиков, прокладка кабельных и беспроводных сетей, установка программного обеспечения и обучение персонала требуют значительных капиталовложений. Для небольших хозяйств такие затраты оказываются непосильными, что сдерживает темпы цифровизации.

Вторым серьёзным фактором является необходимость наличия квалифицированных специалистов. Автоматизированные системы требуют знаний в области электроники, гидротехники и программирования. Недостаток подготовленного персонала может привести к неправильной эксплуатации оборудования, что снижает его эффективность.

Не менее важным ограничением выступает зависимость от внешних факторов. Перебои с подачей электроэнергии, слабая интернет-связь или неблагоприятные погодные условия способны вывести из строя даже самые современные системы. Это особенно актуально для удалённых сельских районов, где инфраструктура ещё недостаточно развита.

Наконец, нельзя не учитывать региональную специфику. Системы, разработанные для одной климатической зоны, не всегда успешно работают в другой. Например, алгоритмы, эффективно функционирующие в условиях засушливого климата, могут требовать серьёзной корректировки при использовании в зоне с избыточным увлажнением.

Тем не менее эти вызовы постепенно преодолеваются. Удешевление оборудования, развитие отечественных технологий и государственные программы поддержки цифрового сельского хозяйства способствуют расширению практики применения автоматизации. В перспективе можно ожидать, что такие системы станут неотъемлемой частью мелиоративной инфраструктуры, обеспечивая её устойчивое развитие.

Автоматизация и цифровые технологии становятся неотъемлемой частью современного управления гидромелиоративными системами. Они позволяют повысить эффективность использования водных ресурсов, снизить затраты и обеспечить устойчивость агропроизводства в условиях климатических вызовов.

В перспективе развитие будет связано с интеграцией интеллектуальных алгоритмов, технологий искусственного интеллекта и больших данных, что обеспечит переход к полностью адаптивным системам управления водным режимом. Таким образом, цифровизация мелиорации открывает новые горизонты для повышения продуктивности сельского хозяйства и сохранения природных ресурсов.

Библиографический список

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

2. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.

3. Гаврилина, О. П. Автоматизация полива дождеванием / О. П. Гаврилина, С. Н. Бoryчев, Д. В. Колошеин // 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. 162-165.

4. Бoryчев, С. Н. Использование дренажей в мелиорации избыточно увлажненных почв / С. Н. Бoryчев, О. П. Гаврилина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 239-242.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей

школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214.

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. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Борычев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

УДК 631.455

*Колошеин Д.В., к.т.н.,
Гаврилина О.П., к.т.н.,
Маркушов А.А., магистрант,
Щур А.С., магистрант,
Волынский А.В., магистрант
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

БИОТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВ

Современные вызовы в области сельского хозяйства и охраны окружающей среды требуют поиска новых, более эффективных методов регулирования водного режима почв. Традиционные способы мелиорации и орошения, несмотря на их эффективность в ряде случаев, сопряжены с высокими затратами, энергетической зависимостью и зачастую негативным

экологическим воздействием. В этой связи все большее внимание уделяется биотехнологическим подходам, позволяющим использовать возможности живых организмов и биологических процессов для поддержания оптимального водного баланса в агроландшафтах.

Микробиологические технологии в регулировании влагообеспечения

Современные исследования в области мелиорации и агробиотехнологий показывают, что микробиологические подходы могут стать ключевым элементом управления водным режимом почв. Традиционно регулирование влагообеспечения рассматривалось через призму инженерных решений — орошение, дренаж, устройство гидротехнических сооружений. Однако биологический потенциал почвенных микроорганизмов открывает новые возможности для формирования устойчивых агроэкосистем, где естественные процессы способны выполнять роль регуляторов влажности и структуры почвенного профиля.

Особое значение в этом контексте имеет способность микроорганизмов формировать устойчивые биоплёнки и почвенные агрегаты. Биоплёнки представляют собой многослойные микробные сообщества, окружённые матриксом полисахаридов и белковых соединений. Этот матрикс играет двоякую роль: с одной стороны, он стабилизирует структуру почвы, препятствуя разрушению агрегатов под воздействием воды и механических нагрузок, а с другой — создаёт систему микропор, способных аккумулировать и удерживать влагу. Таким образом, почва с высокой микробиологической активностью приобретает способность более эффективно регулировать водный баланс, что особенно важно для орошаемых и засушливых земель.

Применение консорциумов бактерий и грибов рассматривается как один из наиболее перспективных подходов. Такие микробные ассоциации способны не только улучшать аэрацию и влагоёмкость почв, но и активизировать процессы гумусообразования. В результате повышается содержание органического вещества, которое служит естественным аккумулятором влаги и одновременно улучшает питательный режим растений. Таким образом, воздействие микроорганизмов выходит за рамки простого влагоудержания, формируя более устойчивую почвенную систему с повышенной биопродуктивностью.

Значительный интерес вызывают штаммы микроорганизмов, синтезирующие полисахариды, органические кислоты и другие метаболиты, обладающие способностью связывать воду. Эти соединения формируют в почве коллоидные комплексы, близкие по своим свойствам к природным гидрогелям. Они не только удерживают влагу, но и обеспечивают её постепенное высвобождение, что особенно важно для поддержания оптимального уровня влажности в зоне корнеобитания растений. Использование подобных свойств позволяет снижать частоту и объёмы поливов, тем самым уменьшая нагрузку на оросительные системы и сокращая расход водных ресурсов.

На практике данные разработки находят воплощение в создании микробных препаратов, которые всё чаще применяются в составе

биологических удобрений. Такие препараты сочетают в себе несколько функций: улучшают водный режим, повышают плодородие почвы, активизируют процессы минерализации и гумификации, а также укрепляют устойчивость растений к стрессовым условиям. В условиях изменяющегося климата и дефицита пресной воды внедрение подобных биотехнологий становится важным направлением устойчивого развития сельского хозяйства.

Растительные биотехнологии и биоинженерия

Помимо микробиологических подходов важное место в системе управления водным режимом почв занимают растительные биотехнологии, направленные на формирование устойчивых агроценозов с высоким уровнем адаптивности к изменяющимся климатическим условиям. Наиболее активно данное направление развивается в области селекции и генной инженерии, где внимание уделяется созданию сортов сельскохозяйственных культур, обладающих повышенной засухоустойчивостью, способностью регулировать транспирацию и эффективно использовать влагу.

Современные методы биоинженерии позволяют целенаправленно формировать морфологические и физиологические характеристики растений, обеспечивающие более рациональное использование водных ресурсов. Одним из ключевых направлений является разработка сортов с глубоко и разветвлённо развитой корневой системой, которая способна извлекать влагу из нижних горизонтов почвенного профиля. Это особенно актуально для регионов с дефицитом поверхностных осадков, где растения вынуждены полагаться на запасы влаги из более глубоких слоёв. Одновременно ведётся работа по модификации механизмов транспирации: биоинженерные решения позволяют регулировать открытие и закрытие устьиц, что обеспечивает более экономное расходование влаги без снижения интенсивности фотосинтетических процессов.

Важным направлением применения растительных биотехнологий является использование методов фитостабилизации и фиторемедиации, которые рассматриваются не только как природоохранные технологии, но и как инструменты управления водным режимом. Введение в агроценоз растений-стабилизаторов позволяет регулировать уровень грунтовых вод, предотвращать переувлажнение и засоление почв. Такие культуры выполняют роль своеобразных биологических насосов, извлекая избыточную влагу и обеспечивая её перераспределение в системе. При этом создаётся более сбалансированная водно-воздушная среда, благоприятная для развития сельскохозяйственных культур и почвенной микробиоты.

Дополнительный эффект достигается за счёт того, что многие растения-ремедиаторы стимулируют активность почвенных микроорганизмов и улучшают физико-химические свойства почвы. Повышение содержания органического вещества, улучшение структуры и аэрации способствуют стабилизации водного режима и формированию устойчивых агроландшафтов. В совокупности это позволяет не только регулировать влагу в почве, но и повышать её экологическую устойчивость, что особенно важно в условиях возрастающей антропогенной нагрузки и климатических рисков.

Биополимеры и биостимуляторы как инструменты регулирования влажности

Современные исследования в области биотехнологий всё больше внимания уделяют применению биополимеров и биостимуляторов как инновационных средств управления водным режимом почв. Эти технологии позволяют решать задачи оптимизации влагообеспечения растений без необходимости значительного увеличения объёмов поливной воды, что особенно актуально в условиях ограниченных водных ресурсов и климатической нестабильности.

Биополимеры, синтезируемые микроорганизмами либо выделяемые из растительного сырья, рассматриваются как перспективная альтернатива синтетическим гидрогелям. По своей структуре они близки к природным гидроколлоидам, что обеспечивает их способность удерживать значительные объёмы влаги и постепенно высвобождать её в зону корнеобитания растений. В отличие от химических аналогов, биополимеры полностью биоразлагаемы и не приводят к накоплению в почве трудноудаляемых соединений, сохраняя её экологическую чистоту и биологическую активность. Внесение таких веществ способствует стабилизации водного баланса в критические периоды засухи и одновременно улучшает физическую структуру почвы, препятствуя её уплотнению и деградации.

Наряду с биополимерами всё более широкое распространение получают биостимуляторы роста растений. Их действие направлено на усиление метаболической активности культур, повышение устойчивости к абиотическим стрессам и более эффективное использование влаги. Механизм работы биостимуляторов во многом связан с регулированием гормонального статуса растений: активируется синтез фитогормонов, регулирующих работу устьиц и процессы транспирации, что позволяет минимизировать потери влаги без ущерба для фотосинтеза и роста. Кроме того, биостимуляторы способствуют развитию корневой системы, повышая способность растений поглощать влагу из более глубоких слоёв почвы.

Внедрение этих технологий в практику мелиорации и земледелия имеет комплексный эффект. С одной стороны, они позволяют уменьшить зависимость урожая от режима орошения и снизить потребность в дополнительных объёмах воды, с другой — обеспечивают экологическую устойчивость агроландшафтов за счёт снижения нагрузки на почвенные и водные ресурсы. В долгосрочной перспективе использование биополимеров и биостимуляторов рассматривается как один из ключевых инструментов биологизации сельского хозяйства, направленной на создание устойчивых систем землепользования в условиях изменения климата.

Экологические и практические аспекты применения биотехнологий

Внедрение биотехнологий в управление водным режимом почв открывает новые возможности для устойчивого земледелия. В отличие от механических и гидротехнических решений, биологические методы обладают мягким воздействием на экосистему и способствуют сохранению биоразнообразия. При этом их использование позволяет сократить объёмы поливной воды, снизить

нагрузку на оросительные системы и повысить эффективность использования земельных ресурсов.

Однако важно учитывать, что данные технологии требуют комплексного подхода и адаптации к конкретным почвенно-климатическим условиям. Только сочетание традиционных мелиоративных мероприятий с биотехнологическими решениями способно обеспечить стабильное управление водным режимом.

Таким образом, биотехнологии становятся важным инструментом в регулировании влагообеспечения почв. Они позволяют не только повысить эффективность сельскохозяйственного производства, но и минимизировать экологические риски, связанные с избыточным водопотреблением и деградацией почв. В перспективе именно интеграция микробиологических, растительных и биополимерных технологий будет определять устойчивое развитие аграрного сектора и формировать новые подходы к управлению водными ресурсами.

Библиографический список

1. 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.

2. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.

3. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 162-165.

4. Борычев, С. Н. Использование дренажей в мелиорации избыточно увлажненных почв / С. Н. Борычев, О. П. Гаврилина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 239-242.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в

области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214.

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. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Борячев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борячев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО И СОЛЕВОГО БАЛАНСА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Проблема управления водным и солевым режимом мелиорируемых земель занимает одно из центральных мест в системе устойчивого сельскохозяйственного производства. Изменение климата, рост антропогенной нагрузки и необходимость сохранения почвенного плодородия обусловили необходимость применения новых методов прогнозирования, среди которых математическое моделирование выступает как наиболее эффективный инструмент. Оно позволяет не только описывать текущие процессы, но и предсказывать их динамику в долгосрочной перспективе, что особенно важно при разработке адаптивных систем мелиорации.

Водный и солевой баланс представляют собой взаимосвязанные категории, определяющие функционирование агроландшафтов. Нарушение их устойчивого состояния ведёт к деградации почв, снижению урожайности и экологическим проблемам. В связи с этим моделирование данных процессов приобретает характер не только научной, но и практической задачи, определяющей эффективность использования природных и инженерных ресурсов.

Водный баланс почвы отражает соотношение между приходом и расходом влаги за определённый период времени. Его основные компоненты включают атмосферные осадки, поступление воды в результате ирригации, инфильтрацию в нижележащие горизонты, испарение и транспирацию растениями, а также поверхностный и грунтовый сток. В зависимости от соотношения этих процессов формируется либо положительный, либо отрицательный баланс, что напрямую определяет водный режим территории.

Солевой баланс отражает соотношение поступления и выноса солей в пределах почвенного профиля. Основными источниками поступления являются грунтовые воды, содержащие растворённые соли, атмосферные осадки, пыль и удобрения. Вынос солей осуществляется с поверхностным стоком, инфильтрацией и сбором урожая.

Формирование солевого баланса определяется взаимодействием гидрологических, почвенных и климатических факторов. При высоком уровне грунтовых вод возрастает риск вторичного засоления почв, при недостатке влаги — концентрация солей в корнеобитаемом слое. Эти процессы требуют системного анализа, поскольку нарушение солевого равновесия ведёт к снижению продуктивности земель.

Фундаментальной основой моделирования водного режима является уравнение водного баланса, включающее все поступления и расходы влаги:

$$\Delta W = P + I - ET - R - D, \quad (1)$$

где ΔW — изменение влагозапаса почвы; P — атмосферные осадки; I — орошение;

ET — суммарное испарение и транспирация;

R — поверхностный сток;

D — дренажные и фильтрационные потери.

Данное уравнение используется как на уровне поля, так и в масштабах водосбора, что обеспечивает универсальность его применения.

Особое внимание при моделировании уделяется процессам водообмена с грунтовыми водами. В условиях высокого уровня они могут подпитывать почву влагой, а при низком залегании — поглощать избыточную воду. Величина этого обмена определяется градиентом напора и коэффициентом фильтрации водоупорных пород.

Математические модели учитывают данные параметры через уравнения фильтрации, что позволяет прогнозировать движение влаги по профилю и её перераспределение во времени.

Климатические параметры — температура, влажность воздуха, радиационный баланс — определяют величину испарения и транспирации, а следовательно, и расходную часть водного баланса. В моделях эти показатели учитываются через эмпирические и полуэмпирические зависимости, что позволяет адаптировать расчёты к различным природным условиям.

Солевой баланс описывается уравнением:

$$\Delta S = S_{in} - S_{out}, \quad (2)$$

где ΔS — изменение запаса солей,

S_{in} — поступление солей,

S_{out} — их вынос.

Источники поступления и механизмы выноса варьируются в зависимости от гидрогеологических условий. Важным фактором является форма существования солей: легкорастворимые соединения быстро мигрируют, в то время как труднорастворимые накапливаются в профиле.

Миграция солей подчиняется законам фильтрации и диффузии. Водные потоки переносят растворённые соединения, а процессы испарения вызывают их аккумуляцию в верхних горизонтах. Наиболее неблагоприятной ситуацией является совпадение высокого уровня грунтовых вод с повышенной минерализацией, что приводит к вторичному засолению.

Мелиоративные системы направлены на регулирование как водного, так и солевого режимов. Дренаж способствует выносу солей из профиля, а правильно организованное орошение позволяет снижать их концентрацию. Однако при несоблюдении режима возможно обратное явление — ускоренное засоление и деградация почв.

Информационно-матричная основа моделирования

Любая интеграция начинается с формирования многослойной входной базы: цифровая модель рельефа (ЦМР/DEM), картографические слои почв (глубина гумусового слоя, текстура, пористость, водопропускная способность), данные о землеустройстве и ирригации (сетка поливов, типы систем),

гидрогеологическая информация (уровни и минерализация грунтовых вод, фильтрационные параметры), а также временные ряды климатических переменных (осадки, температура, радиация, ветер). Эти слои выступают исходными полями для как водных, так и солевых вычислений и позволяют перейти от точечных расчётов к пространственно-объёмным моделям. Ключевой практический вывод: без качественной и согласованной входной базы любые расчёты будут систематически смещены и не пригодны для управления.

Принципы построения комплексных моделей

Интеграция достигается на трёх уровнях взаимодействия: (1) концептуальном — совместное формулирование уравнений водного и солевого балансов; (2) численном — выбор схем дискретизации и методов решения (методы конечных разностей/конечных элементов для фильтрации и миграции солей, конечно-объёмные схемы для поверхностного стока); (3) информационно-инструментальном — унификация форматов данных, взаимная синхронизация временных шагов и обмен результатами между подсистемами (например, водный модуль выдаёт поле влажности, которое служит входом для модуля транспорта солей). При этом возможны два подхода: последовательная (loose) связка моделей, когда выход одной модели служит входом другой, и полностью связанная (fully coupled) система, где уравнения воды и солей решаются совместно в одной системе уравнений — первый подход проще в реализации, второй даёт меньшую погрешность при сильной взаимовлиянии процессов.

Учёт пространственной неоднородности и масштабирование

Практическая сложность — пространственная неоднородность свойств (почва, рельеф, инфраструктура) и необходимость работы на различных масштабах: от гряд-участка до бассейна. Здесь применяют многомасштабные схемы: аппроксимация мелкочаеистых процессов при помощи усреднённых параметров или использование иерархических моделей (локальные высокодетализированные расчёты в «горячих точках» и упрощённые модели для периферии). Важен корректный аппроксимационный переход (апскейлинг / даунскейлинг) параметров и потоков, иначе моделирование будет производить систематические ошибки в прогнозах засоления или подтопления.

Роль ГИС и дистанционного зондирования в интеграции

ГИС выступает не только инструментом визуализации, но и каркасом для пространственной реализации моделей: хранение исходных слоёв, управление картографическими индексами и агрегирование результатов. Дистанционное зондирование даёт оперативные пространственные поля — DEM (LiDAR/стерео), параметры растительного покрова (NDVI, EVI), индексы влажности и открытой воды (NDWI, SAR-инверсии для влажности), карты температур поверхности (для расчёта фактической испаряемости). Эти данные используются для 1) параметризации моделей (пример: распределение текстуры по полю), 2) калибровки и валидации результатов (поля влажности, очаги засоления), 3) оперативного обновления начальных условий в потоковом моделировании. Практическая рекомендация: комбинировать оптические и

радиолокационные источники для компенсации ограничений облачности и различий в чувствительности к почвенной и растительной характеристике.

Калибровка, валидация и учёт неопределённости

Интегрированное моделирование требует строгой процедуры калибровки параметров (фильтрационные коэффициенты, коэффициенты переносимости солей, параметры испарения) и системной валидации на независимых наблюдениях. Для оценки устойчивости прогнозов применяют методы анализа чувствительности и стохастические подходы: Монте-Карло, бутстрэппинг, байесовская калибровка и ансамблевые методы. Для оперативных систем критична постановка задач по квантованию неопределённости — отчётливое разграничение между предсказательной точностью на краткосрочных (месяцы) и долгосрочных (годы, десятилетия) интервалах.

Динамическая ассимиляция данных и раннее предупреждение

Современные интегрированные системы используют подходы ассимиляции наблюдений для уменьшения ошибок модели во времени: фильтры Калмана (EnKF), частичные фильтры, методы вариационной ассимиляции. Это позволяет регулярно корректировать поля влажности и концентраций солей на основе спутниковых и наземных измерений, превращая модель в адаптивную систему мониторинга. На практике такая схема лежит в основу ранних предупреждений: автоматизированные триггеры (уровни грунтовых вод, пороговые концентрации солей, аномалии испарения) информируют операторов о необходимости корректирующих мероприятий (регулировка полива, запуск дренажа, локальная промывка).

Цифровые двойники и вычислительная архитектура

Цифровой двойник агроландшафта — это интегрированная платформа, объединяющая потоковые данные, ядро модели, модуль ассимиляции и интерфейс принятия решения. Технически это облачная архитектура с масштабируемыми вычислениями, поддержкой потоковой обработки больших данных и возможностью «параллельного» тестирования сценариев. Для практического внедрения важны: модульность (легкость замены блоков модели), стандартизованные API, интерактивные панели для агрономов и мелиораторов и возможности «что-если» моделирования сценариев хозяйственной деятельности и климатических изменений.

Искусственный интеллект и гибридные подходы

ИИ-методы дополняют физические модели в трёх ключевых ролях: 1) извлечение признаков и сокращение размерности больших данных (спутниковые временные ряды, сенсорные данные); 2) построение суррогатных моделей (быстрых аппроксимаций сложно вычисляемых физических моделей для оперативного прогноза и оптимизации); 3) гибридное моделирование (physics-informed нейросети и другие подходы), где физические законы задают структуру модели, а нейросеть восстанавливает недостающие нелинейные зависимости. Эта комбинация особенно эффективна в зонах с ограниченной физической параметризацией или при сложной нелинейности процессов миграции солей.

Ограничения и организационные требования

Даже при наличии совершенных моделей ключевой фактор успеха — репрезентативная полевая сеть наблюдений (скважины, почвенные датчики, поточные измерения), регулярная инспекция и качество метаданных. Необходима междисциплинарная команда (гидрологи, почвоведы, ИТ-инженеры, агрономы) и постоянный процесс взаимодействия с местными операторами и землепользователями. Финансовые и институциональные барьеры (стоимость съёмки, поддержание сенсорной сети, обучение персонала) также должны учитываться в проектировании системы.

Практическая ценность интеграции

Комплексный анализ и интеграция дают возможность не только диагностировать существующие риски (заболачивание, вторичное засоление, деградация), но и оптимизировать управление: точечная корректировка режимов полива, планирование дренажных мероприятий, тестирование альтернативных сценариев хозяйствования и климатических воздействий без риска для реальных систем. В итоге цель достигается — переход от реактивных локальных вмешательств к системной превентивной мелиорации, основанной на научно обоснованных прогнозах и непрерывной верификации моделей.

Моделирование водного и солевого баланса мелиорируемых земель представляет собой универсальный инструмент, позволяющий объединить теоретические знания и практические решения. Оно формирует основу для рационального использования водных ресурсов, сохранения плодородия почв и предотвращения деградационных процессов. Современные методы моделирования, основанные на цифровых технологиях, нейросетевых алгоритмах и интеграции полевых и спутниковых данных, обеспечивают переход к адаптивным системам управления агроландшафтами.

Библиографический список

1. Гаврилина, О. П. Принципы и методы использования гидравлической процессов на оросительных системах / О. П. Гаврилина, С. Н. Бoryчев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2(9). – С. 76-80.
2. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.
3. Гаврилина, О. П. Автоматизация полива дождеванием / О. П. Гаврилина, С. Н. Бoryчев, Д. В. Колошеин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й Международной науч.-практ. конф., Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 162-165.

4. Борычев, С. Н. Использование дренажей в мелиорации избыточно увлажненных почв / С. Н. Борычев, О. П. Гаврилина // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 239-242.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конф., приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214

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. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Эффективность применения противофильтрационных устройств в грунтовых плотинах зависит от множества факторов, одни из которых это – применяемые материалы, климатические условия района проектирования и экономические показатели. На протяжении многих лет применения таких устройств, они хорошо зарекомендовали себя.

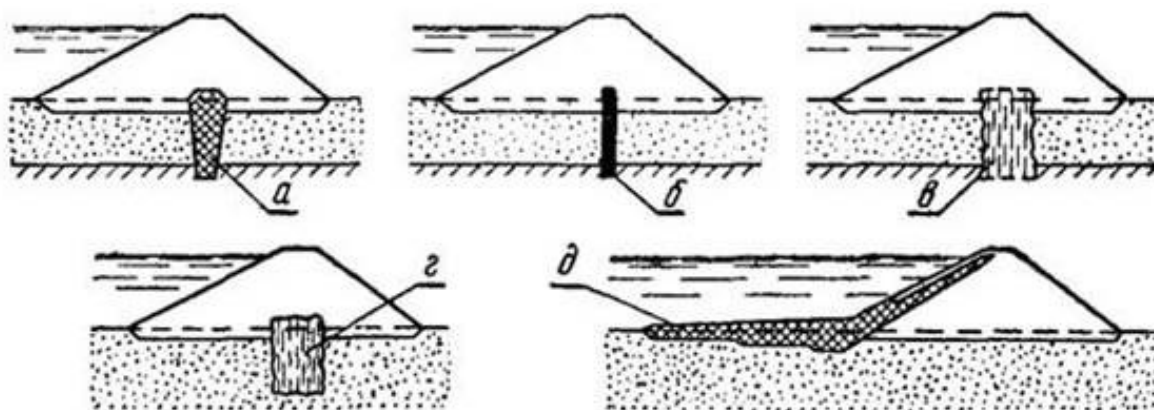
Основные типы противофильтрационных устройств:

1. Противофильтрационные устройства из грунта. Конструкции изготавливаются из природных материалов, принадлежат к традиционным решениям в гидротехнике. Основные конструктивные элементы таких конструкций:

- ядро, представляет собой продолговатую призму внутри тела плотины из таких материалов как: суглинок, глина, глинобетон. Преимущества ядра: сочетается с бетонными сооружениями и крутыми берегами, менее чувствительно к деформациям, более экономичный вариант, обеспечивает защиту от атмосферных воздействий.

- понур, который располагается перед экраном или ядром, необходим для увеличения длины пути фильтрации и имеет следующие преимущества: снижает риск прорывных явлений, применим при глубоком залегании водоупорного слоя;

- экран представляет оболочку наружную из природных материалов и имеет следующие преимущества: уменьшает объем грунта в теле плотины, проще ремонт и эксплуатация, увеличивает сейсмостойкость.



а – зуб; б – диафрагма; в – завеса инъекционная; г – инъекционная висячая завеса; д – понур

Рисунок 1 – Противофильтрационные устройства в основании

2. Негрунтовые противофильтрационные устройства. Позволяют повысить качество строительства и уменьшить срок строительства. Основные разновидности противофильтрационных устройств не из грунта:

- диафрагмы, могут выполняться из железобетона, бетона, асфальтобетона, металла или современных полимерных материалов. Бетонные и железобетонные диафрагмы обладают хорошей надёжностью, однако высока стоимость установки и производства работ. Диафрагмы из асфальтобетона наиболее распространяются в каменно-насыпных плотинах средней и малой высоты. Диафрагмы из полимеров наиболее просты в установке и эксплуатации.

- стенки, они создаются путем забивки буросекущихся свай в слой песка, имеют небольшой срок строительства и меньшую себестоимость работ. Могут самозалечиваться при появлении малых трещин за счет попадания в них песка.

В условиях вечной мерзлоты используются ледогрунтовые ядра (например, на Крайнем Севере). Такие ядра формируются замораживанием грунта и льда естественным путем, они довольно прочны и устойчивы к воздействию окружающей среды. В суровых условиях этот вариант наиболее эффективен.



Рисунок 2 – Плотина на Крайнем Севере

При рассмотрении эффективности применения тех или иных противофильтрационных устройств анализируют следующие факторы:

1. Геологическое строение. Для наиболее рационального выбора подходящего материала необходимо знать какие грунты в основании и насколько они будут чувствительны к материалу противофильтрационного устройства;

2. Климатические условия района строительства. Необходимо учитывать температуру, влажность и сезонные колебания.

3. Высота грунтовой плотины. Если плотина относится к высокой, то к ней предъявляются повышенные требования по прочности и долговечности противофильтрационных устройств.

4. Экономическая целесообразность. Необходимо учитывать затраты на материалы, монтаж и эксплуатацию конструкции.

5. Характеристики эксплуатации. На итоговую оценку эффективности оказывает влияние простота контроля состояния, долговечность и возможность ремонта.

Таблица 1 – Сравнительная таблица по типам противофильтрационных устройств

Тип противофильтрационного устройства	Материал устройства	Преимущества	Недостатки	Устойчивость
Грунтовые				
Ядро	Жирная глина, суглинок, глинобетон	Высокая изоляция, защита от атмосферных воздействий	Большой объем земляных работ	Хорошая
Экран	Жирная глина, суглинок, глинобетон	Простота осмотра и ремонта, ускоренное строительство	Чувствительность к деформациям	Средняя
Понур	Жирная глина, суглинок, глинобетон	Увеличение длины фильтрационного пути	Дополнительные затраты на устройство	Средняя
Негрунтовые				
Диафрагма	Бетон, железобетон, асфальтобетон, металл, полимеры	Надежность, высокая прочность	Дороговизна, сложность установки	Очень хорошая
Стенка	Буросекущие сваи	Быстрота возведения, низкая себестоимость	Ограниченная глубина погружения	Хорошая
Современные устройства				
Ледогрунтовое ядро	Естественный лёд и мерзлый грунт	Прочность, устойчивость, отсутствие дорогостоящих материалов	Сезонность, ограниченность климата	Отличная

При решении того или иного проектного решения необходимо рассматривать ситуацию комплексно и учитывать совокупность всех перечисленных факторов. Современные технологии в данной области продемонстрировали высокую эффективность и производительность. наиболее

востребованными остаются грунтовые противофильтрационные устройства, так как просты в эксплуатации и имеют хорошую долговечность и надежность. Максимальную эффективность противофильтрационных устройств можно достичь путем рассмотрения местных климатических условий и целей строительства грунтовой плотины.

Библиографический список

1. Крутов, Д. А. Гидротехнические сооружения: учебник для вузов / Д.А. Крутов. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 238 с.
2. Саинов, М.П. Работоспособность конструкции грунтовой плотины Хэншань с бетонным экраном и противофильтрационной диафрагмой / М.П. Саинов, В.Б. Сорока // Вестник Евразийской науки. — 2020. — №2, Том 12. — С. 38–47.
3. Сорока, В.Б. Особенности противофильтрационных стен в конструкциях ограждающих дамб хранилищ жидких промышленных отходов / В.Б. Сорока // Современное строительство. — 2025. — №3(58). — С. 15–22.
4. Смирнова, Т.Ю. Работоспособность полимерных геомембран как противофильтрационных элементов грунтовых плотин : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.07 / Т.Ю. Смирнова. — Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. — 135 с.
5. Ладенко, С.Ю. Совершенствование методов расчета и проектирования противофильтрационных устройств грунтовых плотин : автореф. дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.07 / С.Ю. Ладенко. — Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева, 2024. - 201 с.
6. 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.
7. 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 НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.
8. Бoryчев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Бoryчев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.
9. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-

практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

10. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года - Том Часть II. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 162-165.

УДК 656.13

*Никулина А.И., студент,
Николенко А.Ю.
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
г. Краснодар, РФ*

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

В рамках современной индустрии строительства существует обширное количество материалов, используемых при проектировке и возведении различных сооружений. Одним из наиболее популярных материалов являются различные бетонные смеси, среди которых особой перспективностью обладают ячеистые бетоны, как правило, представленные на современном рынке пено- и газоблоками. Широкое изобилие видов ячеистых бетонов определило несколько способов производства указанного материала. В рамках данной исследовательской работы мы рассмотрим основные технологии производства ячеистого бетона.

В исследовательской работе применяются различные методы научного исследования, к числу которых в первую очередь можно отнести аналитический метод. Анализ подвержены учебные и научные работы авторов в области современной архитектуры, посвященные вопросу технологий производства ячеистого бетона.

В первую очередь нам необходимо обратиться к вопросу о том, что же из себя представляет ячеистый бетон. Так, под указанным понятием принято понимать разновидность лёгкого бетона, который содержит пористую структуру. Отметим, что указанный вид легких бетонов имеет достаточно большое количество преимуществ, к которым можно отнести:

- Лёгкость. Значительно легче обычного бетона, что снижает нагрузку на фундамент.
- Отличная теплоизоляция. Благодаря воздушным порам хорошо сохраняет тепло внутри помещения.
- Звукоизоляция. Эффективно гасит звуковые волны, улучшая акустический комфорт.
- Простота обработки. Легко режется, сверлится и пилится обычными инструментами.

- Экологичность. Не содержит вредных веществ, безопасен для здоровья.
- Огнестойкость. Не горит и способен выдерживать высокие температуры

[1].

В настоящее время ячеистые бетоны имеют широкий спектр применения. Так, указанный вид легких бетонов применяются:

- при возведении стен и перегородок в жилых домах;
- в рамках промышленного строительства, к примеру, при строительстве складов и ангаров;
- при утеплении, а также при реконструкции зданий;
- в качестве облегченного строительного материала при постройке блоков и плит.

В рамках введения к данной исследовательской работы мы уже отметили, что в настоящее время существует достаточно большое количество различных видов ячеистых бетонов. Так, принято выделять:

- конструкционные ячеистые бетоны – плотность 600-1200 кг/м³, могут использоваться для возведения несущих стен;
- теплоизоляционные ячеистые бетоны – плотность 400-600 кг/м³, для возведения несущих конструкций не применяются, их основная функция – повышение тепло- и звукоизоляционных характеристик многослойных стен, внутренних перегородок, плит перекрытий.

Это разделение является условным, материалы с промежуточными показателями плотности (конструкционно-теплоизоляционные) могут использоваться и для сооружения несущих стен малоэтажных строений, и в качестве утеплителя в многослойных конструкциях [2].

В рамках сочетания материалов изготовления принято выделять следующие виды ячеистых бетонов:

Таблица 1 – Способы изготовления

Вид бетона	Способ изготовления
Газобетон	Химическая реакция между алюминиевой пудрой и известью
Пенобетон	Введение пенообразователя в цементный раствор
Газопенный ячеистый бетон	В бетонную смесь добавляется как пенообразователь, так и газообразователь [3]

1. Газобетон. Способ порообразования — химическая реакция между алюминиевой пудрой и известью. Обладает высокой прочностью и однородной структурой пор. Применяется для строительства стен, перекрытий и других несущих конструкций.

2. Пенобетон. Способ порообразования — введение пенообразователя в цементный раствор. Обеспечивает лучшую теплоизоляцию благодаря более крупным и равномерно распределённым порам. Используется для утепления, возведения перегородок и как наполнитель в многослойных стенах.

3. Газопенный ячеистый бетон. Для его создания используется смешанный способ производства: в бетонную смесь добавляется как пенообразователь, так и газообразователь [3].

Отметим, что в зависимости от вида ячеистого бетона различаются и технологии его производства. Как правило, процесс производства ячеистого бетона включает в себя следующие стадии (рис. 1).

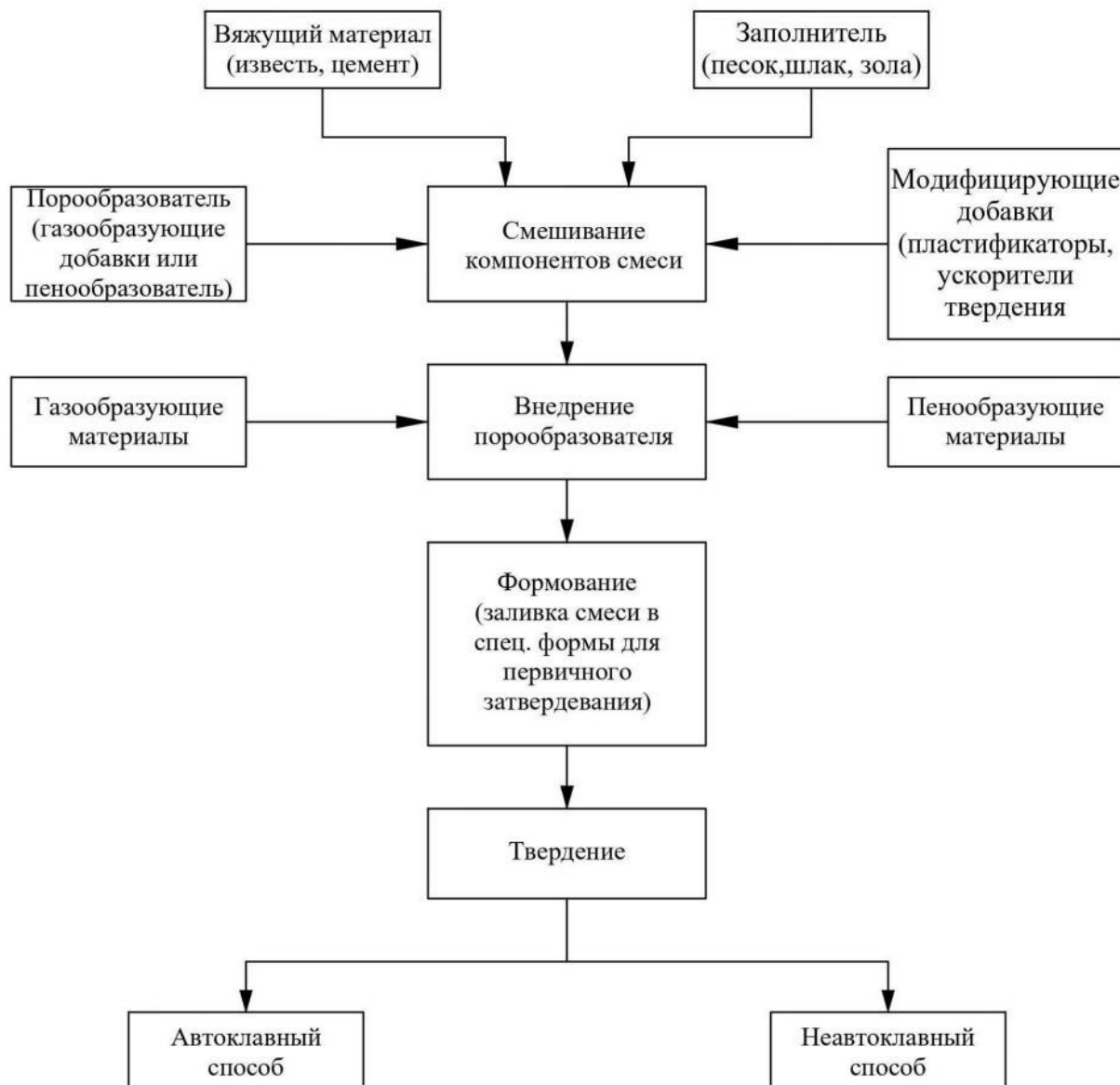


Рисунок 1 – Схема производства бетона

1. Подготовка смеси, в рамках которой осуществляется непосредственная подготовка и смешивание компонентов смеси. Как правило, бетонная смесь состоит из вяжущего материала (известь или цемент), заполнитель (песок, шлак, зола), порообразователь (газообразующие добавки или пенообразователь), модифицирующие добавки (пластификаторы, ускорители твердения и т.д.);

2. Внедрение порообразователя, в рамках которого осуществляется добавление к смеси компонентов газообразующих или пенообразующих материалов;

3. Формование, в рамках которого осуществляется заливка смеси в специальные формы для первичного затвердевания;

4. Твердение. Отметим, что в данном случае могут применяться две различные технологии твердения бетонной смеси: автоклавный и неавтоклавный способы.

Автоклавный способ заключается в помещение формованной смеси в специальный автоклав, где происходит твердение смеси под давлением в 0,8–1,3 МПа и при температуре водяного пара в 175–191 С. Осуществляется процесс в 3 этапа:

- подача пара, в целях установки эффективной температуры для пара и изделия;
- химические реакции (взаимодействие гидроксида кальция и оксида кремния с получением двухосновных гидросиликатов). При этом происходит резкий набор прочности;
- снижение температуры и давления.

Неавтоклавный способ твердения бетонной смеси включает в себя твердение в естественных условиях и тепловлажностную обработку. Как правило, таким образом изготавливают пенобетоны. Конечной целью производства является получение поризованной массы, а не изделий. Указанная технология изготовления ячеистого бетона также включает в себя несколько стадий:

- подготовка и изготовление смеси;
- формование в металлических формах;
- естественное твердение, путем помещения заформованной смеси в закрытые или открытые помещения на двое суток. После того, как двое суток прошли, изделия вынимаются из форм, после чего их укладывают штабелями, влажными матами и мешками. Процесс увлажнения бетона может длиться несколько недель [4].

5. Резка на блоки. После того как бетон достаточно застыл, его вынимают из форм и нарезают на блоки желаемого размера;

6. Дозревание. На последнем этапе блоки из ячеистого бетона оставляют на складе для дозревания и набора окончательной прочности.

Ячеистый бетон представляет собой один из видов легких бетонов, характеризующейся повышенной пористостью. При этом в рамках современной индустрии строительства существует большое количество различных видов ячеистых бетонов, включая газобетон и пенобетон. Различные виды ячеистых бетонов имеют различные технологии производства, при этом основные различия наблюдается в рамках процесса твердения такого бетона, которое может осуществляться как по средствам автоклава, так и по средствам естественных способ затвердения (при помощи помещения бетона в открытые или закрытые помещения).

Библиографический список

1. Ячеистый бетон: что это такое и как использовать для строительства домов [Электронный ресурс] // KlavkaGroup. – Режим доступа: <https://kirpich-lavka.ru/articles/yacheistyj-beton-ispolzovanie-dlya-stroitelstva-domov> (дата

обращения: 27.04.2025).

2. Ячеистые бетоны: виды и характеристики [Электронный ресурс] // Молодой ударник. – Режим доступа: https://udarnik.spb.ru/articles/vse-o-betone/yacheistye_betony_vidy_i_harakteristiki/ (дата обращения: 27.04.2025).

3. Ячеистый бетон для строительства домов [Электронный ресурс] // Пэнбан. – Режим доступа: <https://benpan.ru/blog/yacheisty-beton-dlya-stroitelstva-domov/> (дата обращения: 27.04.2025).

4. Технология и способы производства разных видов строительного ячеистого бетона [Электронный ресурс] // StroyRes. – Режим доступа: <http://stroyres.net/beton/yacheistyi/tehnologiya-i-sposobyi-proizvodstva.html> (дата обращения: 27.04.2025).

5. Ткач, Т.С. Анализ опалубочной системы при монолитном домостроении/ Т.С. Ткач, Д.В. Колошеин, И.В. Шеремет // Вестник совета молодых ученых РГАТУ. - 2019. - №2 (9). - С. 109-115.

6. Дробжев, А.А. Современные особенности экономики строительства / А.А. Дробжев, О.И. Ванюшина, Н.В. Барсукова // Будущее науки - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 252-257.

УДК 692.2

*Попов А.С., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

*Лукина А.С., студент
Рязанский институт(филиал) ФГАОУ ВО
«Московский политехнический университет» г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КИРПИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УСИЛЕНИИ

Основой долговечности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений является прочность, устойчивость и жесткость их составляющих конструкций, состоящих из различных элементов, выполненных из разнообразных строительных материалов. В процессе строительства, реконструкции, ремонта, а также эксплуатации зданий и сооружений возникают различного рода повреждения конструктивных элементов, имеющие различный характер образования в следствии эксплуатационных, технологических, проектировочных нарушений. В тоже время в процессе эксплуатации зданий и сооружений могут возникать чрезвычайные ситуации, носящие экстремальный характер, например, взрыв, пожар, землетрясение и т.д. приводящие к разрушительным дефектам и повреждениям как самих конструкций, так и зданий, и сооружений в целом. Для предотвращения повреждений конструкций существует разнообразное множество технологий восстановления и усиления конструктивных элементов зданий и сооружений с целью повышения их несущей способности, а также надежности и

долговечности. Точно такие же вопросы возникают при реконструкции зданий и сооружений или при выполнении реставрационно-восстановительных работ, что связано с увеличением воздействующих нагрузок на конструкции, например, при надстройке вышележащих этажей здания или при замене в конструкциях новых материалов. Опыт выполнения таких работ показал, что усиление конструкций позволяет уменьшать строительные затраты при эксплуатации зданий, предотвращать аварийные ситуации и соответственно продлевать срок их эксплуатации при своевременном применении и строгом соблюдении соответствующей технологии [1]. При этом разработана последовательность выполнения восстановительных работ, которая предполагает в первую очередь проведение тщательного обследования всех элементов конструкций с выявлением всех дефектов и причин их образования, определение фактической прочности материала, уточнения действующих нагрузок на основе которых провести поверочный расчет необходимости восстановления или усиления существующей конструкции здания.

Способы усиления и восстановления конструкций зданий и сооружений значительно отличаются друг от друга, поэтому при выборе рациональности применения того или иного необходимо производить технико-экономическое сравнение вариантов каждого выбранного способа, так как неправильное усиление может привести к лишним затратам на строительные работы, увеличению срока их выполнения, а иногда и к неполучению требуемого результата усиления.

Основой рациональности правильного выбора усиления или восстановления конструкции здания и сооружения является определение несущей способности, возникающей в результате повреждения. Поэтому необходимо провести анализ методов расчета усиления конструкции. В данной статье проведен такой анализ метода усиления каменной конструкции различными армирующими элементами.

Существуют два классических метода определения несущей способности для всех строительных конструкций по первой и по второй группе предельных состояний.

По первой группе производят расчет несущей способности не усиленных каменных конструкций по формуле [2,3]:

$$N \leq k_{тс} N_c \quad (1)$$

где N - расчетное сжимающее усилие;

$k_{тс}$ - коэффициент технического состояния;

N_c - расчетная несущая способность.

Левая часть данного уравнения показывает действительную нагрузку, действующую в каменной конструкции, определяемую при сборе нагрузки вышележащих слоев или от собственного веса. Правая часть уравнения — это фактическая несущая способность с учетом образовавшихся дефектов и повреждений, которая и определяет весь дальнейший расчет. Расчетная несущая способность определяется по соответствующим строительным правилам в зависимости от физико-механических свойств материала (марки) кирпича, геометрии кладки, наличия армирования и т.д. Коэффициент

технического состояния играет важную роль и зависит в основном от результатов обследования конструкции. Находящейся в пределах от нуля до единицы $k_{тс}$ является основополагающим фактором, влияющим на несущую способность в процентном отношении. Максимальное его значение полагает, что конструкция находится в хорошем состоянии и не требует усиления, минимальное – о полном исчерпании ее работоспособности. В то же время значение $k_{тс}$ зависит от размера образовавшейся трещины в кирпичной кладке, армированного и неармированного состояния, материала кирпича, степени увлажнения и насыщения водой каменной конструкции, ее назначения, например, опоры (ферм, балок, плит), столбы, перемычки и т.д.

В случае реконструкции каменной конструкции, если при обследовании не обнаружены дефекты и повреждения сечений, фактическую несущую способность вычисляют по формуле (1), помножая ее значение на коэффициент перегрузки $n_{п}$, и сравнивают с значениями усилий, предполагаемых проектом реконструкции при соблюдении условия[2,3]:

$$N \geq n_{п} k_{тс} N_c \quad (2)$$

Условием применимости формулы (2) является отсутствие трещин в кладке.

Как видно на основании зависимостей (1) и (2), несущая способность каменной конструкции может быть недостаточной и не соответствовать проектному значению, необходимому при реконструкции здания и сооружения в случае наличия основного дефекта кладки трещины. В данном случае эффективно каменную кладку помещать в обойму, которая позволяет увеличить несущую способность за счет сопротивления продольному усилию за счет объемного сжатия конструкции. Материалом обойм может быть сталь, железобетон, армированный раствор или полимерные композитные материалы. Основными показателями, влияющими на технологию рациональности применения обойм, являются процент армирования обоймы в одном из направлений, прочность материала раствора, бетона, состояние кирпичного материала и передача усилий, и их распределение на конструкцию. Опыт эксплуатации усиленных каменных конструкций показывает, что применение обойм позволяет полностью восстановить их несущую способность даже при наличии определенного процента трещин в кирпичной кладке. При этом важную роль имеет направление армирования обоймы с помощью хомутов, так как поперечное армирование позволяет получить увеличение прочности кладки с постепенным убыванием в течение определенного времени технологического процесса.

Определение несущей способности кирпичной кладки при усилении различными обоймами можно описать общей формулой:

$$N \leq \psi \varphi [N_{кл} + N_{поп.арм.} + N_{прод.арм.}] \quad (3)$$

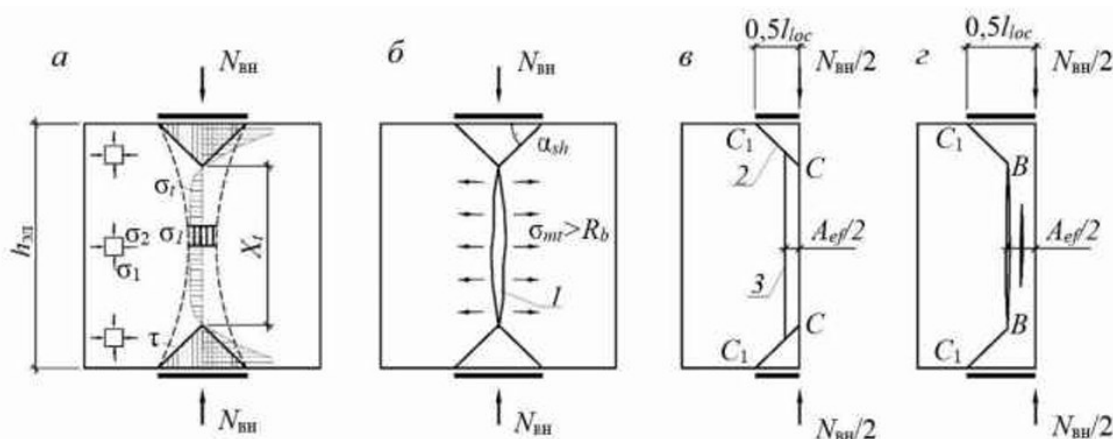
где ψ, φ – коэффициенты, зависящие от приложения нагрузки (центральное, внецентренное);

$N_{кл}$ - несущая способность кладки, с учетом коэффициентов длительности воздействия нагрузки и условий работы кладки;

$N_{\text{поп.арм.}}$ - несущая способность поперечной арматуры, с учетом процента ее армирования и способа приложения нагрузки;

$N_{\text{прод.арм.}}$ - несущая способность продольного армирования, с учетом геометрии армирования (продольные уголки стальной обоймы или продольная арматура железобетонной обоймы).

Вторая группа предельных состояний расчета несущей способности каменной конструкции предполагает расчет ее на трещиностойкость. Каменная кладка по результатам экспериментальных исследований обладает анизотропными свойствами, поэтому для определения ее несущей способности используют методику расчета с помощью диаграмм деформирования, построенных на основе силовой теории сопротивления анизотропных материалов, которая предполагает определение оценки прочности конструкции на физических моделях сжатия анизотропного материала с учетом механизма разрушения (рисунок 1) [1].



- а - упругая стадия работы материала; б - стадия появления вертикальной трещины;
в — стадия разрушения вдоль граней клина при местном действии нагрузки;
г - стадия разрушения по вертикальной полосе между клиньями при местном действии нагрузки

Рисунок 1 – Разрушение анизотропного материала при сжатии

Согласно полученной физической модели с реализацией деструктивных процессов разрушения (отрыв, сдвиг и раздавливание), несущую способность каменной кладки определяют на основе процессов микроразрушения, т.е. достижения предельного состояния в конструкции при достижении максимального напряжения в расчетной зоне сопротивления каменной конструкции по формуле[1]:

$$N_{ult} \leq \frac{N_t \cos \alpha_{sh} + N_{sh}}{\sin \alpha_{sh}} + N_{ef} \quad (4)$$

где N_{ult} - внешняя сжимающая нагрузка;

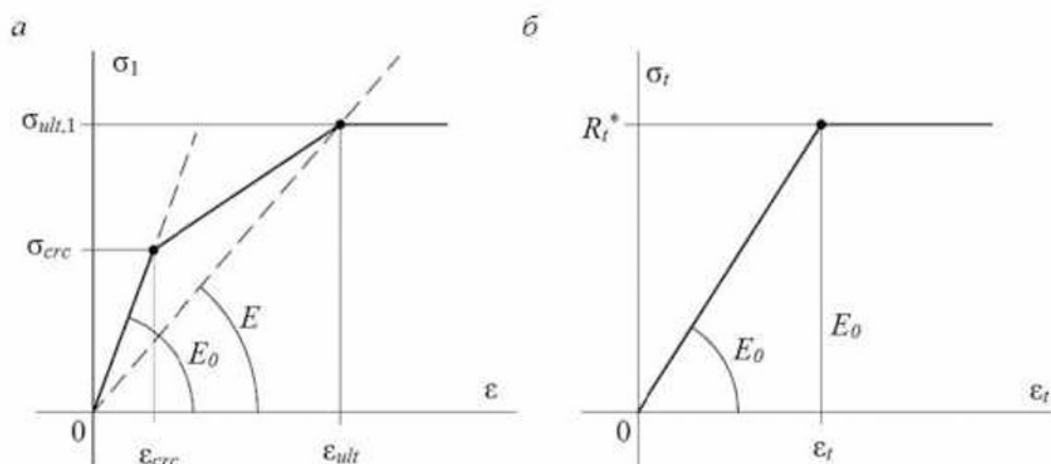
N_t - поверхностная растягивающая нагрузка по площади отрыва;

N_{sh} - сдвигающая нагрузка по клиновидной поверхности опорной зоны;

N_{ef} - сжимающая нагрузка, действующая в ядре сечения;

α_{sh} - угол наклона клиновидных поверхностей к грузовой площади (рисунок 1, б);

Все приведенные параметры формулы (4) являются производными составляющими расчетных сопротивлений материала кладки на растяжение, сжатие и сдвиг и соответствующих площадей поверхностей отрыва. Расчетные сопротивления можно определить с помощью соответствующих диаграмм, полученных экспериментальными методами для конкретного метода усиления (рисунок 2).



а - деформации укорочения, действующие по направлению сжимающей нагрузки;

б - деформации растяжения, действующие в поперечном направлении

Рисунок 2 – Диаграммы деформирования кирпичной кладки (расчетная модель)

На основе анализа методов расчета несущей способности каменной конструкции можно сделать вывод, что основным фактором, характеризующим степень и состояние ее работоспособности, является процентное снижение несущей способности при наблюдении имеющихся повреждений, что служит параметром, по которому определяют необходимость того или иного способа усиления и принятия соответствующего конструктивного решения.

Библиографический список

1. Павлова, М. О. Ремонт и усиление каменных конструкций: инновационные методы / М.О. Павлова // Строительный профиль. - 2009. - №8-09. - С. 29-31.
2. СП 427.1325800.2018 Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления. АО «НИЦ «Строительство» - ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. - Москва 2021. – 71с.
3. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81, «Каменные проектирования») / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. - М.: ВДПП Госстроя СССР, 1989.
4. Попов, А. С. Технология устройства системы усиления ленточных свайных фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, О. С. Прохорова //

Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 252-259.

5. Попов, А. С. Изменение модуля деформации грунтов при усилении фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, А. М. Рыбин // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 260-266.

6. Попов, А. С. Экспериментальные исследования плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений на грунтовом основании / А. С. Попов, А. С. Щур, Т. Н. Константинова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 316-323.

7. Бoryчев, С. Н. Инновационные технологии в автодорожном строительстве / С. Н. Бoryчев, Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-340.

УДК 692.1

*Попов А.С., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

*Лукина А.С., студент
Рязанский институт(филиал) ФГАОУ ВО
«Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

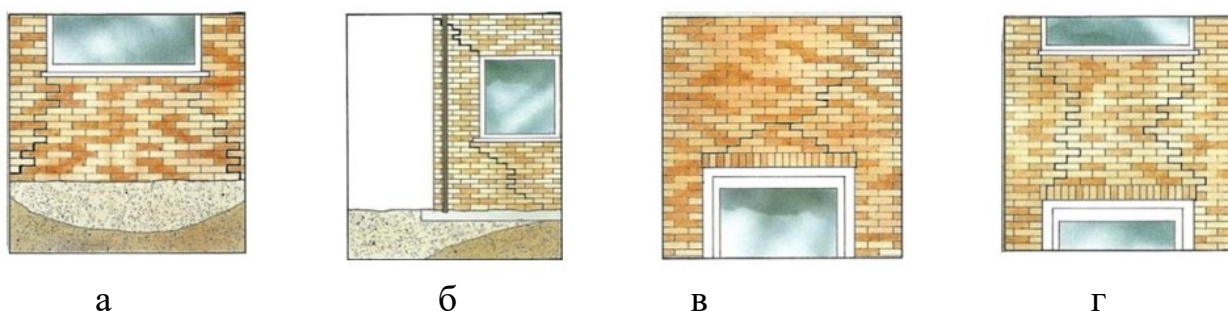
В настоящее время каменные конструкции широко используются при строительстве зданий и сооружений, доказав свою эффективность применения несмотря на новые технологические особенности использования современных строительных материалов. Имея тысячелетнюю историю применения в конструкциях зданий и сооружений, опыт эксплуатации и строительства каменные элементы актуальны в современном строительстве и применяются при возведении как мало-, так и многоэтажных зданий и сооружений гражданского и промышленного характера.

Как показывает опыт эксплуатации, наибольшее нагружение каменные элементы испытывают в конструкциях фундаментов, несущих стен, столбов, различного рода перемычек, простенков [1]. В них возникает перенапряжение

от вышележащих конструкций как временного, так и постоянного характера, вызывающее появление силовых трещин различного вида в основном вертикального типа. В то же время из-за действия разности температур, осадки здания и других технологических или эксплуатационных факторов в каменных элементах образуются температурные, усадочные, осадочные и другие трещины различного типа, которые неблагоприятно влияют на эксплуатационные характеристики здания, снижают его несущую способность и геометрическую неизменяемость (жесткость) в пространстве и могут привести к разрушению конструкции в процессе эксплуатации. Особенно это выражено в сопрягаемых местах между различными условиями загрузки вдоль и поперек каменной конструкции на внутренних и наружных стенах здания. При этом возникают наклонные и вертикальные трещины причиной которых является скорость усадки каменного элемента и разной сжимаемости конструкции стены. На появление типа трещин влияет и характер связи между внутренними и внешними стенами, прочная связь образует наклонные трещины, слабая – горизонтальные и вертикальные, характеризующиеся отслоением стен друг от друга. Работоспособность конструкции в этом случае осуществляют восстановлением в виде заделки трещин цементным раствором с учетом процесса ползучести каменной кладки до полного завершения, что является временным процессом и, как показывает опыт эксплуатации, не устраняет полностью трещины, т. е. не повышает несущую способность конструкции и не увеличивает ее работоспособность.

При строительстве зданий и сооружений в сложных геологических условиях, например, на просадочных грунтах, в каменных конструкциях возникают осадочные трещины, которые имеют разный характер и зависят от осадки фундамента и степени ее неравномерности.

На рисунке 1 представлена общая картина дефектов и повреждений каменной конструкции в виде трещин [1].



а, б – осадочные трещины от неравномерной осадки фундамента;
в – растрескивание в зоне перемычки от прочной связи;
г – растрескивание кирпичной кладки в результате перегруза простенка
Рисунок 1 – Дефект кирпичной кладки в виде трещины

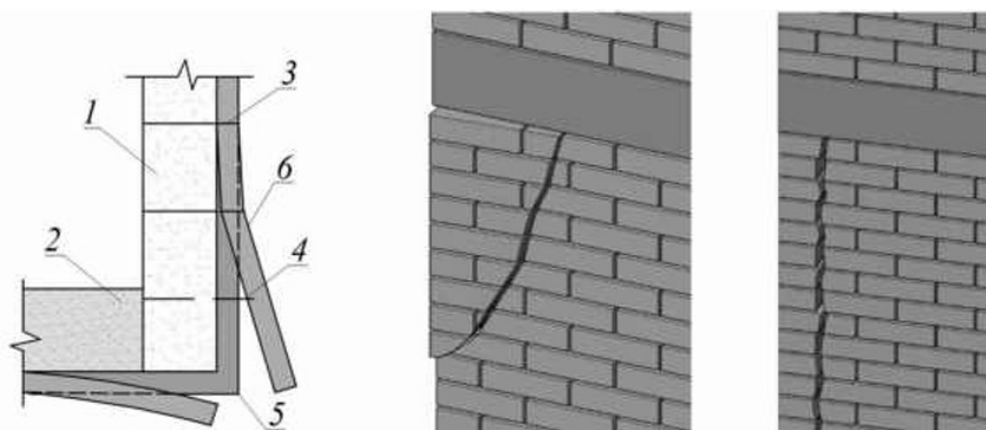
В общем случаи все дефекты и повреждения, возникающие в элементах каменных конструкций, можно свести в следующую классификацию по категориям [2]:

1. Проектировочная: неправильный сбор нагрузки на конструкцию; выбор расчетной схемы, не соответствующий реальной работе конструкции; неправильное конструктивное решение элементов узлов сопряжения; неустойчивое положение конструкции; не учет эксцентриситета действия нагрузки; не достаточная оценка геологии грунтов основания при проектировании фундамента.

2. Материальная: низкое качество кирпичных изделий; не правильная геометрия (искривление граней, отклонение размера); наличие трещин, потеря морозостойкости, снижение марки из-за нарушения технологии изготовления.

3. Технологическая: низкое качество выполнения строительных работ, несоблюдение размеров кладочных швов; отклонение от первоначального положения равновесия несущих стен и столбов по вертикальной и горизонтальной поверхности; не учет физических факторов при производстве работ (температура, влажность).

4. Эксплуатационные: неблагоприятные условия эксплуатации вызывающие механические повреждения кладки, тепловые из-за перепада температур внутри здания, в связи цикличностью действия замораживание – оттаивание, воздействие агрессивных сред (рисунок 2).



1 - железобетонный пилон; 2 - внутренний слой; 3 - сохранившаяся связь;
4 - выключенная из работы связь; 5 - лицевой слой; 6 - излом кладки

Рисунок 2 – Деформационная трещина не несущей стены от температурно-влажностных деформаций (эксплуатационная причина) [3]

В тоже время различные повреждения и дефекты могут происходить в течении определенного времени и по разному проявляться при эксплуатации сооружения их также характеризуют в определенные группы: а) в строительный период; б) в случае перерыва строительства здания без проведения технологий консервации элементов конструкции; в) в плановый период эксплуатации здания; г) после эксплуатационного его срока.

Для изучения дальнейшей возможности эксплуатации здания и сооружения необходимо проводить его техническое освидетельствование для составления необходимой экспертизы требуется классифицировать дефекты строительных конструкций по способу их обнаружения а) явный дефект, наблюдается визуально при обследовании элемента конструкции; б) скрытый

дефект ,который выявляется с применением различных методов, правил и средств согласно нормативным документам ; в) скрытый дефект, определение которого не предусматривается соответствующими нормами и требует применения новых подходов и методов исследований .

В свою очередь для получения полного заключения об обследовании конструкции необходимо производить их классификацию по процентному снижению несущей способности каменной конструкции или по степени ее повреждения. Степень повреждения: несущая способность $R < 0 \div 5\%$ незначительная; $R < \text{до } 15\%$ слабая; $R < \text{до } 25\%$ средняя; $R < \text{до } 50\%$ сильная; $R > \text{до } 50\%$ аварийная [1].

По завершению процесса обследования назначают различные технологии и способы устранения дефектов и повреждений каменных конструкций с учетом технико-экономического обоснования методов целесообразности их применения в зависимости от этого их разбивают на группы : устранимые, имеющие возможность восстановить несущую способность конструкции и неустраняемые (рисунок 3), не имеющие технической возможность их восстановления или экономически невыгодны.

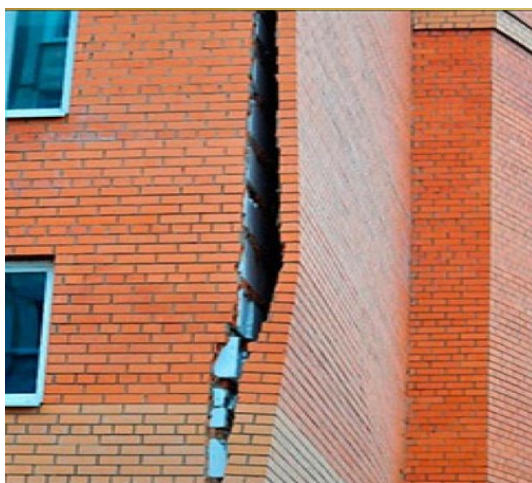
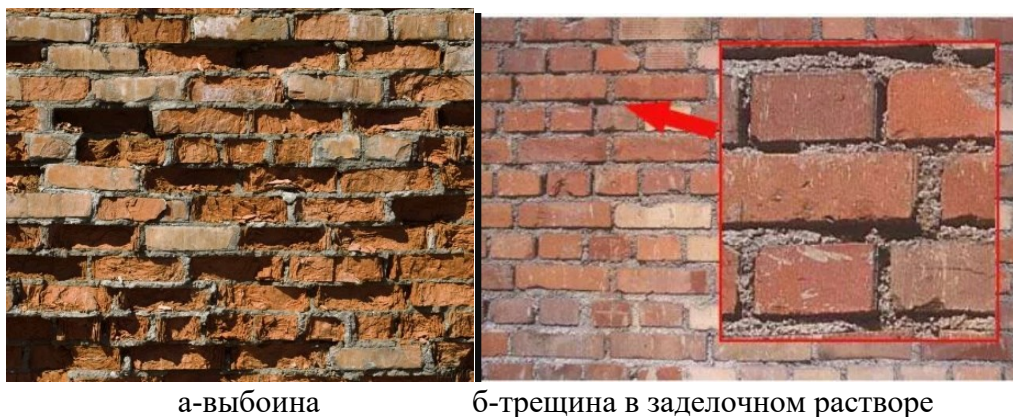


Рисунок 3 – Неустраняемый дефект отслоение каменной кладки



а-выбоина

б-трещина в заделочном растворе

Рисунок 4 – Непосредственный дефект кирпичной кладки

С точки зрения непосредственного вида дефекта и повреждения их классифицируют: вызванные деформацией каменных стен; выбоин, отколов, раковин элементов камня (рисунок 4), нарушающие его сплошные свойства материала; промокание и промерзание каменных стен и столбов; повреждение отделочных и защитных слоев; образование трещин в кирпичной кладке и заделочном растворе.

На основе полученного анализа дефектов и повреждений каменной конструкции можно сделать вывод: основной дефект возникающей в каменной кладке это различного вида трещины, которые в основном снижают несущую способность конструкции. Данный вид зависит от многих причин и требует полного изучения напряженно-деформированного состояния каменной конструкции от вида нагружения. Правильный выбор технологий восстановления и усиления каменных конструкций должен происходить с учетом технико-экономического обоснования целесообразности применения различных методов и способов с учетом причин, вызывающих появления деформаций и рациональности их устранения.

Библиографический список

1. Старцев, С. А. Усиление кирпичной кладки композитными материалами и винтовыми стержнями / С. А. Старцев, А. А. Сундукова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 6(21). – С. 17-31.
2. СТО НОСТРОЙ/НОП 2.9.142-2014 Восстановление и повышение несущей способности кирпичных стен. проектирование и строительство Акционерное общество «Центральный институт типового проектирования им. Г.К. Орджоникидзе». – Москва, 2018. – 137 с.
3. СП 427.1325800.2018 Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления. АО «НИЦ «Строительство» - ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. - Москва 2021. – 71 с.
4. Попов, А. С. Технология устройства системы усиления ленточных свайных фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, О. С. Прохорова // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 252-259.
5. Попов, А. С. Изменение модуля деформации грунтов при усилении фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, А. М. Рыбин // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 260-266.
6. Попов, А. С. Экспериментальные исследования плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений на грунтовом основании / А. С. Попов, А. С. Щур, Т. Н. Константинова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы

Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 316-323.

7. Бoryчев, С. Н. Инновационные технологии в автодорожном строительстве / С. Н. Бoryчев, Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-340.

8. 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.

9. Попов, А.С. Техничко-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.

10. Матюшкина, В.Д. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожной одежды / В.Д. Матюшкина, Д.В. Колошеин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2023. - № 1 (17). - С. 54-59.

УДК 692.2

*Попов А.С., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

*Лукина А.С., студент
Рязанский институт(филиал) ФГАОУ ВО
«Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ С ПОМОЩЬЮ СТАЛЬНЫХ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ЛЕНТ

Применение в строительстве каменных конструкций используется с давнего времени и не потеряло актуальности в современном строительном производстве.

В качестве каменных конструкций используют в основном кирпичную кладку, связанную с ее энергоэффективностью, так как кирпичные жилые здания намного теплее в сравнении с керамзитобетонными и другими материалами, применяющиеся в качестве конструкций внутренних и внешних стен и перегородок помещений. В настоящее время можно встретить и другие критерии эффективности использования кирпичной кладки как эстетичность и дизайн, а также коэффициент комфортности на ряду с применением деревянных конструкций. Поэтому в последнее время можно проследить тенденцию заинтересованности проведения исследований усиления

конструкций из кирпичной кладки, так как они являются конкурентно способными в сравнении с железобетонными и другими строительными конструкциями [1].

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования рекомендуют использование различной кирпичной пустотной керамики в практике строительства вместо железобетонных конструкций стен, балок и перекрытий жилых зданий, что позволит применять в производстве местные строительные материалы. Как показывает опыт применения армокирпичных балок и плит при строительстве и реконструкции зданий, их несущая способность увеличивается на 100% при поперечном армировании при совместной работе конструкции, а использование современных материалов с высокими прочностными характеристиками значительно уменьшит себестоимость производственного процесса. Так как кирпичная кладка в основном работает на центральное сжатие и иногда с малым эксцентриситетом, рационально применять поперечную арматуру, выполненную в виде сетки (рис.1). Особенное распространение получили сетки, изготовленные из различного угля пластиковых материалов, стекловолокна и базальта. Несмотря на их эффективное применение, данный вид материала требует специального изготовления, направленного на конкретный способ и технологию применения, а также соответствующего специального оборудования для их производства.



Рисунок 1 – Поперечное армирование кирпичной кладки в виде сетки

Данный вид армирования позволяет решать ряд теоретических проблем, связанных с линейной ползучестью кирпичной кладки, так как поперечное сетчатое армирование не допускает поперечного расширения зазоров в стыке конструкции. Способ усиления кирпичной кладки поперечным армированием

может находить применение при проектировании сейсмостойкости зданий с учетом снижения трудоемкости производственных работ [2].

В то же время армирование кирпичной конструкции увеличивает расход арматурной стали, а так как стоимость данных материалов постоянно растет, необходимо анализировать строительный рынок материалов и принимать рациональное решение по их использованию. Анализ рынка сбыта строительных материалов показывает, что для снижения себестоимости конструкций перспективным направлением является применения в качестве армирующих элементов перфорированных лент [3]. Перфорированные ленты являются результатом отходов технологий металл штамповки(высечки) при производстве машиностроительных конструкций и других изделий производства (рис. 2).



Рисунок 2 – Основные типы перфорированных лент (высечки)

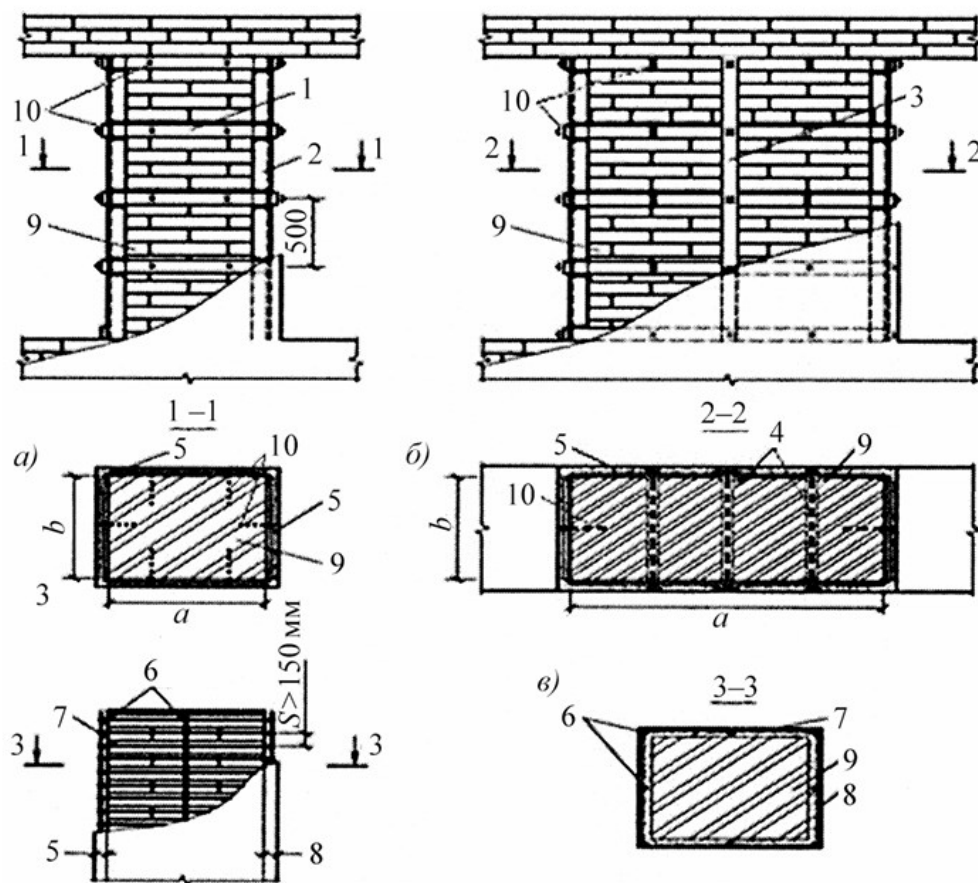
В большинстве случаев они используются в качестве металлического лома и идут на переработку для получения стали и других материалов, вызывая дополнительные расходы производства. В связи с этим использование перфорированных лент как армирующих элементов кирпичных конструкций является актуальной темой исследований, которая позволит увеличить их несущую способность и снизить себестоимость производства работ при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений.

Использование перфолент при усилении каменных конструкций необходимо осуществлять при тщательном технико-экономическом обосновании ее применения с учетом центра притяжения заводов, при

производстве которых используются стальные ленты как показывает опыт главными поставщиками отходов производства могут служить машиностроительные заводы, выпускающие штампованные стандартные заготовки деталей машин и механизмов. На данных предприятиях в основном используются среднеуглеродистые стальные перфорированные ленты по ГОСТ 2284-79 с шириной $b=51,72,83,90$ мм, и толщиной $h=1,5;1,6;1,85;1,9$ мм и по ГОСТ380-57 $h=3,5$ мм с соответствующими рабочими площадями поверхностей $A_{st}=21,5-30,0$ мм², основной физико-механической характеристикой которых является предел текучести стали в пределах $\sigma_T=600....800$ МПа. По расположению перфорированных отверстий, которые в основном бывают круглые, ромбические и шестигранные формоизменение их постоянна по длине и имеет регулярный характер распределения. С точки зрения экономии материала, стоимость составляет к основному металлу в соотношении 1:10 и имеет устойчивость на протяжении последних десяти лет.

Одним из методов восстановления и усиления каменных конструкций являются два наиболее распространенных способа с учетом изменения расчетной схемы и без, с ненапрягаемыми и напрягаемыми металлическими элементами в виде навесных обоем, стоек и полосами. Перед технологией ремонта конструкции необходимо провести тщательное обследование ее элементов с выявлением силовых трещин и произвести проверочный расчет несущей способности. В результате полученного отчета усиление существующих каменных конструкций, а именно столбов, простенков и стен производят в зависимости от их технического состояния: недостаточная несущая способность элементов, дефекты в кладке, возникающие в результате несоблюдения технологии строительства, неравномерности осадки фундамента, цикличности процесса переменного нагружения разгружения при действии разности температур, окружающей среды и многими другими причинами. В общем случае восстановление и усиление каменных конструкций можно свести к двум характерным случаям в зависимости от работоспособности ее элементов как ограниченное и недопустимое состояние. В первом случае при достаточной несущей способности требуется местное восстановление путем оштукатуривания по конструктивной сетке или затирания специальным раствором. Второй случай при недостаточной несущей способности или неработоспособном состоянии каменной конструкции полное или частичное ее восстановление и усиление.

Для увеличения несущей способности каменной кладки и ее отдельных элементов (простенков, участков стен и сопряжений в узлах) эффективно осуществлять установкой обоем непосредственно в зонах, где обнаружены дефекты и повреждения при этом данная конструктивная особенность позволяет повысить несущую способность конструкции в 1,25–2,5 раза при наименьших затратах при ее устройстве. На рисунке 3 представлены варианты установки конструкций обоем усиления в зависимости от соотношения сторон каменной кладки, работающих как на центральное, так и внецентренное растяжение-сжатие [4].



а) – стальная обойма $\frac{b}{a} < \frac{1}{2}$; б) – стальная обойма $\frac{b}{a} > \frac{1}{2}$;

в) – растворная обойма (железобетонная, армированная);

1 – стальные хомуты (планки) из полосовой стали; 2 – уголки; 3 – стальные промежуточные вертикальные планки; 4 – болты стяжки; 5 – штукатурка по сетке ($h = 30 - 40$ мм, марка цементного раствора больше М 100); 6 – вертикальная арматура вертикальная для обоймы; 7 – хомуты сварные; 8 – железобетонная обойма ($h = 60 - 100$ мм, класс бетона В15); 9 – каменный элемент(простенок); 10 – анкеры

Рисунок 3 – Устройство обоек при усилении каменных простенков

При данной технологии восстановления несущей способности каменной кладки рекомендуется применять обоймы из различных материалов, наибольшее распространение получили стальные, железобетонные, армированные растворные, базальтовые, углепластиковые и стекловолоконные.

Практический интерес представляет использование в качестве армирующего материала каменных конструкций, перфорированных стальных полосовых лент, которые являются отходами машиностроительной промышленности, что требует их вторичной переработки. Анализ исследований в этой области показал практическую возможность их применения при реконструкции каменных элементов при тщательном технико-экономическом обосновании предложенной технологии на основе экономии стального материала, который позволит снизить себестоимость усиления и восстановления каменных конструкций.

Библиографический список

1. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81. – Введ. 31.11.81. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
2. Бедов, А.И. Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций: учеб. пособие / А.И. Бедов, А.И. Габитов. – М.: Изд-во АСВ, 2008.-568с.
3. Рябинин, А.Л. Прочность и деформативность кирпичной кладки, армированной перфорированными стальными лентами, при центральном сжатии: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / А.Л. Рябинин. – СПб., 2009. – 204 с.
4. СТО НОСТРОЙ/НОП 2.9.142-2014 Восстановление и повышение несущей способности кирпичных стен. проектирование и строительство Акционерное общество «Центральный институт типового проектирования им. Г.К. Орджоникидзе». – Москва, 2018. – 137 с.
5. Попов, А. С. Технология устройства системы усиления ленточных свайных фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, О. С. Прохорова // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 252-259.
6. Попов, А. С. Изменение модуля деформации грунтов при усилении фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, А. М. Рыбин // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 260-266.
7. Попов, А. С. Экспериментальные исследования плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений на грунтовом основании / А. С. Попов, А. С. Щур, Т. Н. Константинова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 316-323.
8. Бoryчев, С. Н. Инновационные технологии в автодорожном строительстве / С. Н. Бoryчев, Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности: материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-340.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМЕМБРАН ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ОТКРЫТЫХ КАНАЛОВ И ВОДОЕМОВ

Открытые каналы и водоемы — ключевые элементы инженерной инфраструктуры, обеспечивающие распределение и хранение воды для сельского хозяйства, водоснабжения и других нужд. Однако с течением времени такие сооружения подвергаются негативным воздействиям, включая эрозию, утечки, заиливание и засорение. Эти проблемы могут привести к снижению эффективности использования водных ресурсов и угрозе окружающей среде. В связи с этим реконструкция открытых каналов и водоемов становится актуальной задачей, и одним из наиболее эффективных решений является применение геомембран.

Геомембраны — это синтетические мембраны, произведенные из полимерных материалов, таких как полиэтилен низкой и высокой плотности (HDPE, LDPE), поливинилхлорид (PVC) и этилен-пропиленовые каучуки (EPDM). Они обладают высокой водонепроницаемостью и устойчивостью к химическим воздействиям, что делает их идеальными для применения в гидротехнических сооружениях [1].

Преимущества геомембран:

1. **Водонепроницаемость:** Геомембраны обеспечивают надежную изоляцию от фильтрации воды, что критически важно для сохранения запасов воды в водоемах и каналах.
2. **Долговечность:** Срок службы геомембран может достигать 50 лет и более при правильной установке и эксплуатации.
3. **Устойчивость к химическим веществам:** Геомембраны не подвержены коррозии и воздействию большинства химических веществ, что увеличивает их применимость в различных условиях.
4. **Легкость монтажа:** Установка геомембран может осуществляться быстро, что позволяет сократить время простоя гидротехнических объектов.
5. **Экологичность:** Геомембраны не выделяют вредных веществ и могут использоваться в экологически чувствительных зонах.

Реконструкция открытых каналов с использованием геомембран включает несколько ключевых этапов:

1. Оценка состояния канала.

Перед началом работ необходимо провести всестороннюю оценку состояния канала, включая анализ его геометрии, состояния дна и откосов, а также наличия утечек и загрязнений.

2. Подготовка основания.

На этом этапе осуществляется выравнивание и очистка грунта от растительности, мусора и других препятствий. Важно обеспечить ровную и стабильную поверхность для укладки геомембраны.

3. Укладка защитного геотекстиля.

Геотекстиль укладывается на подготовленное основание для защиты геомембраны от механических повреждений и обеспечения дренажа. Это помогает предотвратить накопление воды под мембраной и уменьшает риск ее повреждения.

4. Монтаж геомембраны.

Геомембрана укладывается на подготовленный участок с перекрытием стыков. Стыки могут быть соединены с помощью термосварки, клейкой ленты или механических креплений, в зависимости от типа мембраны.

5. Устройство защитного слоя.

После укладки геомембраны на нее может быть установлен защитный слой из грунта или камня, который защищает мембрану от ультрафиолетового излучения и механических повреждений.

6. Контроль качества.

После завершения монтажа проводятся испытания на герметичность и качество соединений, чтобы убедиться, что система функционирует должным образом.

При реконструкции водоемов, таких как пруды и водохранилища, применение геомембран также становится актуальным.

Основные задачи включают:

- гидроизоляция дна и стенок водоема: это позволяет предотвратить утечки и максимизировать сохранение запасов воды.
- укрепление берегов: геомембраны могут быть использованы для усиления береговых линий, предотвращая их эрозию и разрушение.
- создание барьеров для загрязнений: геомембраны служат эффективными барьерами, предотвращающими проникновение загрязняющих веществ в водоем.

Во многих странах уже реализованы успешные проекты, связанные с использованием геомембран для реконструкции открытых каналов и водоемов. Например, в США и Европе были проведены масштабные работы по восстановлению водоемов с применением геомембран, что позволило сократить потери воды и улучшить качество водных ресурсов [2].

В одном из проектов по реконструкции канала в Европе была установлена HDPE геомембрана с толщиной 2,0 мм, что позволило сократить утечки воды до 90% (рисунок 1). Проект включал также укрепление берегов с помощью геосеток и дренажных систем, что обеспечило долгосрочную защиту от эрозии [3].

Однако конструктивный элемент данной конструкции имеет основной недостаток, а именно повышенная повреждаемость при устройстве геомембран при нахождении ее на поверхности гидромелиоративной системы. Поэтому при устройстве необходимо использовать данную конструкцию только в прудах

накопителях оросительной воды с возведением ограждающих конструкций строительного объекта.



Рисунок 1 – Применение геомембран с поверхностным противодиффузионным экраном при реконструкции в накопительных прудах

Применение геомембран при реконструкции открытых каналов и водоемов представляет собой эффективный способ решения проблем, связанных с утечками, эрозией и загрязнением. Эти материалы позволяют значительно повысить эффективность использования водных ресурсов, продлевают срок службы гидротехнических сооружений и снижают затраты на их обслуживание. В условиях изменения климата и увеличения потребности в воде применение геомембран становится все более актуальным и необходимым.

Библиографический список

1. Скуеро, А. М. Геомембраны – хорошо зарекомендовавшие себя водонепроницаемые системы на гидротехнических сооружениях [Электронный ресурс] / А. М. Скуеро, Г. Л. Васкетти // Международный дайджест по гидроэнергетике и плотинам. – С. 59-68. – Режим доступа: http://old.em.ru/archive/prilojene/2007/05/59-68_Scuero.pdf, 2011.
2. Чернов, М. А. Оценка эксплуатационной надежности конструкций бетонопленочных облицовок каналов / М. А. Чернов // Известия вузов. Сев.-Кав. регион, Техн. науки. – 2011. – № 1. – С. 136-139.
3. Чернов, М. А. Обоснование противодиффузионной эффективно сти облицовок каналов с применением полимерных материалов / М. А. Чернов // Известия вузов. Сев.-Кав. регион, Техн. науки. – 2011. – № 2. – С. 108-114.

4. Деформация откосов открытых дренажных каналов / 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. 269-272.

5. Попов, А. С. Существующие методы расчета плитных фундаментов и их анализ / А. С. Попов, О. С. Прохорова // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. - Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 137-142.

6. 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.

7. 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.

8. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // 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: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

9. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

10. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года - Том Часть II. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 162-165.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ НА ЭКОСИСТЕМУ И МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

Гидромелиоративные системы представляют собой комплекс инженерных сооружений, включающий ирригационные и дренажные сети, насосные станции, водопропускные и водозаборные конструкции, предназначенные для регулирования водного режима сельскохозяйственных земель. Основное их назначение заключается в предотвращении заболачивания и засоления почв, поддержании оптимального уровня влажности, обеспечении рационального распределения водных ресурсов и повышении продуктивности агроландшафтов.

Внедрение гидромелиоративных систем создает стабильные агроклиматические условия, снижает негативное воздействие экстремальных гидрологических явлений, таких как засуха или переувлажнение, и способствует устойчивому росту урожайности за счет эффективного использования водных и почвенных ресурсов.

Однако любое вмешательство в естественные водные и почвенные системы сопровождается рядом экологических последствий, способных негативно повлиять на состояние окружающей среды. К ним относятся изменение гидрологического режима водоемов и грунтовых вод, деградация почв, вымывание питательных веществ, снижение биоразнообразия и химическое загрязнение водных объектов. Поэтому комплексный подход к проектированию, строительству и эксплуатации гидромелиоративных систем является необходимым условием сохранения природного баланса. [1,3,4]

Основное воздействие гидромелиоративных объектов проявляется через значительные изменения гидрологического режима рек, каналов, водоемов и грунтовых вод. Дренажные сети, предназначенные для отвода избыточной влаги с сельскохозяйственных угодий, приводят к снижению уровня грунтовых вод в прилегающих территориях, что оказывает комплексное влияние на прибрежные экосистемы.

Наблюдается сокращение численности влаголюбивых растительных сообществ, изменение микроклиматических условий и нарушение водного баланса, что снижает способность экосистем к саморегуляции. В южных регионах России в течение первых пяти лет эксплуатации дренажных систем зафиксировано снижение уровня грунтовых вод на 0,5–0,7 м, сопровождавшееся сокращением видового разнообразия флоры и фауны и деградацией влаголюбивых биотопов.

Ирригационные системы оказывают аналогичное воздействие на природные экосистемы через регулирование водного режима. Несбалансированное распределение поливной воды может приводить к

переувлажнению почв, повышению их засоленности и деградации структуры грунта. Эти процессы отрицательно влияют на водно-физические свойства почв, снижают их водопроницаемость и плодородие, а также уменьшают устойчивость агроландшафтов к экстремальным климатическим условиям, особенно в засушливых регионах. Переувлажнение также нарушает микробиологический состав почв, снижая активность почвенной микрофлоры и дополнительно ухудшая структурные и плодородные свойства грунта. [2,5]

Эксплуатация гидромелиоративных объектов сопряжена с риском химического загрязнения водоемов и почв. Вымывание минеральных удобрений и пестицидов с орошаемых земель в каналы и водохранилища может приводить к эвтрофикации водоемов, снижению качества питьевой воды и нарушению биологического равновесия водных экосистем. Повышенное содержание азота, фосфора и других химических элементов способствует интенсивному росту фитопланктона и водной растительности, что может приводить к дефициту растворенного кислорода и массовой гибели гидробионтов. Нарушение естественного стока усиливает процессы эрозии почв и ускоряет вымывание органических веществ, что отрицательно сказывается на плодородии земель и биологической продуктивности агроландшафтов.

Изменение гидрологического режима и химического состава воды сказывается на численности водной и прибрежной флоры и фауны. Сокращение влажных экотопов, деградация прибрежных растительных сообществ и исчезновение мелких водоемов приводит к снижению видового разнообразия водных организмов, птиц и насекомых, что нарушает целостность экосистем.

На этапе проектирования гидромелиоративных систем особое внимание уделяется проведению комплексной экологической экспертизы, включающей оценку потенциального воздействия на гидрологический режим, почвенно-геохимические свойства и биоту прилегающих экосистем.

Применение методов гидрологического и гидродинамического моделирования позволяет прогнозировать изменения уровня грунтовых вод, потока поверхностных вод и распределения влаги в почвенном профиле с учётом сезонных колебаний, рельефа местности и естественного водотока. Такой подход обеспечивает разработку оптимальных проектных решений, минимизирующих антропогенное вмешательство в природные процессы и способствующих поддержанию экологического равновесия. [1,3,5]

На этапе строительства рекомендуется использовать материалы, обладающие высокой устойчивостью к эрозионным, химическим и физико-механическим воздействиям. Минимизация площади прямого вмешательства в водные объекты и внедрение «мягких» методов укрепления русел, основанных на использовании растительного покрова, геосинтетических материалов и биоинженерных конструкций, способствует снижению эрозионной активности, сохранению естественной морфологии берегов и поддержанию гидробиологических функций водотоков.

Эксплуатация гидромелиоративных систем должна строиться на основе непрерывного мониторинга гидрологического режима, состояния почв и

качества воды. Автоматизированные системы управления поливом и регулирования стока позволяют адаптивно корректировать водоотдачу в зависимости от климатических и гидрологических условий, снижая риск деградации экосистем. Применение биотехнических методов, таких как покровные культуры, органическая мульча и восстановление растительного покрова на берегах, способствует сокращению эрозии, поддержанию плодородия почв и сохранению биоразнообразия водных и прибрежных экосистем. [3,4]

Интеграция гидромелиоративных систем в стратегию устойчивого управления водными ресурсами является ключевым элементом обеспечения экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов. Такой подход предполагает не только организацию полива и отвода воды, но и координацию деятельности гидромелиоративных объектов с региональными природоохранными программами, мерами по восстановлению водоемов, а также системами контроля химического загрязнения. Комплексное управление водными ресурсами позволяет достигать баланса между производственными потребностями сельского хозяйства и сохранением природной среды, снижая негативное воздействие на экосистемы и поддерживая их функциональную устойчивость.

Опыт реализации подобных решений в России демонстрирует высокую эффективность автоматизированных каналов с регулируемым стоком и встроенными датчиками контроля уровня грунтовых вод. Эти системы обеспечивают адаптивное управление водными потоками, поддерживая оптимальный уровень грунтовых вод и предотвращая как переувлажнение, так и пересыхание почв. Такой подход способствует сохранению продуктивности сельскохозяйственных земель, снижению эрозионных процессов, поддержанию качества воды в водоемах и укреплению биоразнообразия прибрежных и водных экосистем. [1,2]

Гидромелиоративные системы оказывают комплексное воздействие на экосистему, включая изменение гидрологического режима, деградацию почвенного покрова и снижение видового разнообразия флоры и фауны. Масштаб и характер этого воздействия зависят от размеров объектов, режимов их эксплуатации и природно-климатических условий. Для минимизации экологических рисков необходим комплексный подход, включающий экологически обоснованное проектирование, применение природосберегающих технологий строительства и эксплуатацию систем с автоматизированным мониторингом состояния окружающей среды. Такой подход позволяет своевременно выявлять и корректировать негативные процессы, снижая их влияние на экосистему.

Таким образом, интеграция гидромелиоративных объектов в устойчивую систему управления водными ресурсами обеспечивает гармоничное сочетание производственных и экологических интересов, повышает эффективность использования земель, продлевает срок службы инженерных сооружений и способствует долгосрочной устойчивости агроландшафтов. Рациональное планирование, строительство и эксплуатация гидромелиоративных систем в

сочетании с современными технологиями мониторинга создают условия для эффективного использования водных ресурсов при одновременном сохранении экологического равновесия.

Библиографический список

1. Карпенко, М. С. Энергоэффективные технологии мелиорации как основа энергоресурсосбережения в агропромышленном комплексе / М. С. Карпенко, В. Е. Колегов // Энергоресурсосбережение и энергоэффективность: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию д-ра техн. наук, профессора Л.А. Шомахова, Нальчик, 20–21 декабря 2024 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, 2024. – С. 90-92.

2. Карпенко, М. С. Роль мелиорации в устойчивом природопользовании и сохранении земельных ресурсов / М. С. Карпенко, В. Е. Колегов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 329-334.

3. Карпенко, М. С. Технология капельного орошения для яблоневых садов / М. С. Карпенко, К. В. Мельник // Научно-практический прогресс в сельскохозяйственном производстве : сборник тезисов Международной студенческой научно-практической конференции, Великие Луки, 06 декабря 2022 года / Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. – Великие Луки: Б. и., 2022. – С. 12-14.

4. Карпенко, М. С. Эффективность капельного орошения как метода рационального водопользования в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. Е. Колегов // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы : Материалы V Всероссийской (национальной) конференции, посвященной 90-летию заслуженного деятеля науки профессору Юрию Ивановичу Ермохину, Омск, 22 мая 2025 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2025. – С. 193-197.

5. Карпенко, М. С. Природопользование и инновационные подходы к управлению водными ресурсами: потенциал капельного орошения / М. С. Карпенко, В. Е. Колегов // Биологические науки и биоразнообразие : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 20 декабря 2024 года. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2024. – С. 111-114.

6. Уливанова, Г.В. Научные основы комплексного анализа влияния промышленного и сельскохозяйственного производства на состояние некоторых рек Рязанской области / Г.В. Уливанова, О.А. Федосова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, 15 апреля

2020 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 42-46.

7. Деформация откосов открытых дренажных каналов / 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. 269-272.

8. Терентьев, О. В. Использование современного оборудования при орошении / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VI Международной студенческой научной конференции. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 133-134. – EDN KFMCSY.

9. Богданова, А. А. Проблемы экологии и антропогенных загрязнений реки Оки в городском округе Кашира Московской области / А. А. Богданова, В. Н. Туркин, И. В. Шинкевич // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития : Материалы Национальной студенческой конференции. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 21-26

УДК 627.821

*Чесноков Р.А., к.т.н., доцент,
Попов А.С., к.т.н., доцент,
Нагнибеда Е.И., магистрант
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

Изменение климата является одним из ключевых вызовов современности, оказывая значительное влияние на водные ресурсы, почвенно-гидрологические процессы и сельскохозяйственное производство. Для Центральной России, характеризующейся умеренно-континентальным климатом, в последние десятилетия наблюдаются тенденции увеличения среднегодовых температур, учащения экстремальных погодных явлений и неравномерного распределения осадков. Эти процессы напрямую затрагивают сферу гидромелиорации, меняя задачи, подходы и методы её реализации. Гидромелиорация традиционно рассматривается как комплекс мероприятий по регулированию водного режима земель с целью повышения их продуктивности и устойчивости. Однако в условиях климатических изменений её функции значительно расширяются: от обеспечения водоснабжения и защиты от подтоплений до участия в стабилизации агроландшафтов и смягчении последствий неблагоприятных климатических факторов.

В Центральной России изменения климата проявляются в усилении гидрологической неустойчивости. С одной стороны, увеличивается количество

сильных ливневых дождей, провоцирующих эрозионные процессы, поверхностный сток и локальные подтопления. С другой стороны, продолжительные засушливые периоды приводят к дефициту влаги и снижению продуктивности агроландшафтов.

Увеличение температуры воздуха сопровождается ускорением процессов испарения влаги с поверхности почвы и водоёмов. Это приводит к уменьшению запасов влаги в почвенном профиле, особенно в летний период, что повышает потребность в искусственном орошении. Одновременно наблюдается деградация органического вещества в почвах и снижение их водоудерживающей способности.

Подобные изменения требуют пересмотра задач гидромелиорации, акцентируя внимание на обеспечении баланса между регулированием водного режима и сохранением экологической устойчивости территорий.

Новые задачи гидромелиорации в условиях изменения климата

В условиях климатических вызовов традиционные задачи гидромелиорации трансформируются и расширяются. Среди ключевых направлений можно выделить следующие:

1. Обеспечение устойчивого водоснабжения – необходимость создания систем накопления и рационального распределения воды для орошения и хозяйственных нужд.

2. Защита земель от экстремальных осадков и подтоплений – применение дренажных систем, регулирующих уровень грунтовых вод и предотвращающих застой влаги.

3. Снижение рисков деградации почв – внедрение технологий, предотвращающих эрозию и засоление почв.

4. Повышение эффективности агроландшафтов – формирование устойчивых мелиоративных систем, способных адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям.

5. Интеграция экологических функций – поддержание биоразнообразия, защита водных экосистем и регулирование углеродного цикла.

Таким образом, современная гидромелиорация должна учитывать не только производственные задачи, но и широкий спектр экологических и климатических факторов.

Современные методы гидромелиорации в условиях климатических рисков

Адаптивные методы орошения

В Центральной России всё более актуальными становятся технологии орошения, основанные на принципах водосбережения. Капельное орошение и системы микроспринклерного полива позволяют минимизировать потери влаги, обеспечить равномерное распределение воды и снизить нагрузку на водные ресурсы.

Интеграция автоматизированных систем управления, основанных на показаниях сенсоров влажности почвы и климатических данных, позволяет регулировать режим орошения в зависимости от погодных условий. Такие

решения обеспечивают высокую эффективность водопользования и уменьшают риски перерасхода.

Развитие дренажных систем

Повышение частоты ливневых осадков требует внедрения регулируемых дренажных систем. В отличие от традиционных, они позволяют управлять уровнем грунтовых вод, предотвращая переувлажнение почвы в дождливые периоды и сохраняя влагу в засушливое время.

Современные горизонтальные и пластовые дренажи всё чаще проектируются с учётом экологических требований, что позволяет сочетать мелиоративные и природоохранные функции.

Применение цифровых технологий

Развитие гидромелиорации невозможно без использования геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования и анализа спутниковых данных. Эти технологии позволяют отслеживать изменения в почвенно-гидрологическом состоянии земель, прогнозировать водный баланс и планировать мелиоративные мероприятия.

Дроны и сенсорные комплексы обеспечивают точный мониторинг состояния почв и растений, что повышает эффективность управления мелиоративными системами. В перспективе широкое распространение получают технологии искусственного интеллекта для анализа данных и выработки решений.

Экологически ориентированные методы

В условиях изменения климата особое значение приобретает интеграция гидромелиорации с природоохранными мероприятиями. Применение биологических методов стабилизации склонов, восстановление лесополос и использование мульчирования почвы способствуют снижению эрозии и повышению водоудерживающей способности агроландшафтов.

Кроме того, важным направлением становится внедрение технологий сбора и повторного использования дождевой и талой воды, что снижает нагрузку на водные источники и способствует устойчивому развитию сельских территорий.

Для Центральной России характерна высокая мозаичность климатических условий и разнообразие почвенных типов. Это требует дифференцированного подхода к гидромелиорации:

- в южных районах региона приоритетным является развитие водосберегающих систем орошения для борьбы с засухами;
- в северных и западных районах особое внимание уделяется дренажу и защите земель от переувлажнения;
- на эрозионно-опасных территориях необходимы меры по укреплению склонов и предотвращению смыва почв.

Таким образом, методы гидромелиорации в Центральной России должны учитывать региональные особенности и обеспечивать комплексный подход к регулированию водного режима.

Заключение

Изменение климата радикально меняет задачи и методы гидромелиорации, особенно в условиях Центральной России, где одновременно проявляются риски засух и избыточного увлажнения. Современные мелиоративные системы должны быть ориентированы на адаптацию к климатическим вызовам, сочетая технические, экологические и цифровые решения.

Применение адаптивных методов орошения, регулируемых дренажных систем, цифровых технологий мониторинга и экологически ориентированных подходов позволяет не только повысить эффективность водопользования, но и обеспечить устойчивое развитие агроландшафтов. В будущем особое значение будет иметь интеграция гидромелиорации с природоохранными стратегиями и использование искусственного интеллекта для управления мелиоративными процессами.

Таким образом, гидромелиорация в условиях изменения климата становится не просто инструментом повышения продуктивности земель, но и ключевым фактором экологической и климатической устойчивости сельских территорий Центральной России.

Библиографический список

1. 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.
2. Б Осушительная система в гидромелиорации / А. И. Белозеров, А. С. Щур, А. Н. Кочеткова, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. - Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 68-72.
3. Солянка, Н. С. Автоматизация водоснабжения и орошения / Н. С. Солянка, О. П. Гаврилина, А. И. Бойко // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 16 февраля 2022 года - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 356-359.
4. 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, Рязань, 20 апреля 2021 года - Том Часть II. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 162-165.
5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в

области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 210-214.

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. // 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. Борячев, С.Н. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борячев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // 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: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподдачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

*Чесноков Р.А., к.т.н., доцент,
Бойко А.И., к.т.н., доцент,
Нагнибеда Е.И., магистрант,
Маркушов А.А., магистрант
ФГБОУ ВОРГАТУ, г. Рязань, РФ*

ПРИМЕНЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДРЕНАЖЕЙ В ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

Гидромелиорация в условиях Центральной России играет ключевую роль в обеспечении устойчивого функционирования агроландшафтов, которые находятся под воздействием неоднородных климатических и почвенно-гидрологических условий. Среди множества методов регулирования водного режима земель особое место занимает горизонтальный дренаж, представляющий собой систему подземных каналов или труб, обеспечивающих отвод избыточной влаги из корнеобитаемого слоя почвы.

Этот метод, зарекомендовавший себя как эффективное средство против переувлажнения и подтопления, в последние десятилетия получил новое развитие благодаря внедрению современных технологий, материалов и систем управления. Горизонтальный дренаж обеспечивает более устойчивое функционирование агроэкосистем, однако его применение связано не только с очевидными преимуществами, но и с рядом ограничений, которые требуют внимательного анализа.

Теоретические основы и назначение горизонтального дренажа

Горизонтальный дренаж представляет собой инженерное решение, направленное на стабилизацию водного режима почвы путём создания сети каналов или трубопроводов, расположенных под поверхностью земли. В отличие от поверхностного дренажа, задача горизонтальной системы заключается не в быстром отводе атмосферных осадков, а в систематическом регулировании уровня грунтовых вод.

Для Центральной России данная технология особенно актуальна в районах с тяжёлыми глинистыми почвами и на пойменных землях, где избыточная влага приводит к застойным явлениям, развитию процессов заболачивания и снижению плодородия. Горизонтальный дренаж создаёт условия для лучшей аэрации почвы, стимулирует развитие корневых систем культурных растений и предотвращает разрушение структуры почвенного профиля.

Таким образом, дренаж выполняет не только инженерную, но и агроэкологическую функцию, повышая устойчивость агроландшафтов к климатическим и гидрологическим колебаниям.

Преимущества применения горизонтальных дренажей

Повышение продуктивности земель

Одним из важнейших преимуществ горизонтального дренажа является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Стабилизация

водного режима создаёт условия для оптимального питания растений и предотвращает стрессовые ситуации, связанные как с переувлажнением, так и с дефицитом кислорода в корневой зоне. В результате повышается эффективность использования удобрений, улучшаются агрофизические свойства почв, а также увеличивается срок хозяйственной пригодности земель.

Снижение эрозионных процессов

В условиях Центральной России, где часто наблюдается сочетание весеннего снеготаяния с обильными осадками, эрозия почв является серьёзной проблемой. Горизонтальные дренажи способствуют регулированию стока и предотвращают чрезмерное увлажнение верхних горизонтов, что снижает риск размыва и разрушения почвенного покрова.

Экологическая устойчивость

Важной особенностью современных дренажных систем является их способность выполнять природоохранные функции. Отведение избыточной влаги предотвращает заболачивание, снижает вероятность вторичного засоления почв и способствует поддержанию баланса между хозяйственными интересами и экологическими требованиями. Более того, регулируемые дренажи позволяют управлять уровнем грунтовых вод так, чтобы сохранять влагу в периоды засухи, тем самым поддерживая экологическую устойчивость агроландшафтов.

Долговечность и технологичность

Использование современных материалов, таких как пластиковые трубы с фильтрующими оболочками, значительно увеличивает срок службы систем и снижает эксплуатационные расходы. Автоматизированные решения, основанные на применении датчиков уровня грунтовых вод и дистанционного управления, делают дренаж более точным и адаптивным, что особенно важно в условиях климатической изменчивости.

Ограничения и проблемы применения горизонтальных дренажей

Высокая стоимость устройства

Несмотря на очевидные преимущества, строительство горизонтального дренажа связано с большими финансовыми затратами. Стоимость материалов, монтажных работ и последующего обслуживания делает этот метод экономически оправданным лишь на наиболее ценных и интенсивно используемых землях. Для мелких сельхозпроизводителей такие проекты могут оказаться недоступными без государственной поддержки или кооперативных форм хозяйствования.

Энергозатраты и эксплуатационные сложности

Хотя сам процесс отвода воды в горизонтальных системах является гравитационным, значительные усилия требуются для их строительства, обслуживания и мониторинга. Засорение труб и фильтров, необходимость регулярной очистки и ремонта увеличивают эксплуатационные расходы.

Экологические риски при неправильной эксплуатации

При несоблюдении проектных норм и неэффективном управлении дренаж может привести к отрицательным последствиям. Слишком интенсивный отвод воды способен вызвать пересушивание почвы, что

приводит к деградации структуры и снижению плодородия. Кроме того, несанкционированный сброс дренажных вод в водоёмы может спровоцировать загрязнение экосистем из-за выноса минеральных веществ и агрохимикатов.

Ограниченность применения по природным условиям

Эффективность горизонтального дренажа во многом зависит от особенностей почв и рельефа. В районах с сильно пересечённой местностью, на лёгких песчаных почвах или в условиях глубоко залегающих грунтовых вод его применение не всегда оправдано. В этих случаях целесообразно комбинировать горизонтальный дренаж с другими методами регулирования водного режима.

Перспективы развития и интеграция с современными технологиями

Современное развитие гидромелиорации открывает новые возможности для совершенствования горизонтального дренажа. Наибольшую перспективу имеют регулируемые системы, позволяющие не только отводить влагу, но и управлять её запасами в зависимости от погодных условий. Это особенно актуально для Центральной России, где в течение одного сезона могут наблюдаться как периоды засухи, так и избыточного увлажнения.

Применение геоинформационных технологий и дистанционного мониторинга позволяет проектировать дренажные системы с учётом микроландшафтных особенностей, а использование датчиков и автоматизированных клапанов делает эксплуатацию более точной и эффективной. Перспективным направлением является интеграция дренажных систем с экологически ориентированными решениями – созданием буферных зон, использованием биофильтрации и повторного использования дренажных вод.

Горизонтальный дренаж является одним из наиболее эффективных методов гидромелиорации, позволяющим регулировать водный режим сельскохозяйственных земель и обеспечивать их устойчивое использование. Его преимущества проявляются в повышении урожайности, снижении эрозионных процессов, улучшении экологического состояния почв и долговечности инженерных решений.

Вместе с тем данный метод имеет ряд ограничений, связанных с высокой стоимостью, эксплуатационными трудностями и экологическими рисками при неправильной эксплуатации. Поэтому применение горизонтальных дренажей должно осуществляться на основе комплексного анализа природных условий, экономической целесообразности и экологической безопасности.

В перспективе развитие регулируемых дренажных систем, оснащённых современными цифровыми технологиями и средствами мониторинга, позволит значительно повысить эффективность их применения и сделать их важным элементом адаптации сельского хозяйства Центральной России к климатическим вызовам.

Библиографический список

1. Гаврилина, О. П. Принципы и методы использования гидравлической процессов на оросительных системах / О. П. Гаврилина, С. Н. Борячев //

Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2(9). – С. 76-80.

2. Босушительная система в гидромелиорации / А. И. Белозеров, А. С. Щур, А. Н. Кочеткова, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. - Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 68-72.

3. Солянка, Н. С. Автоматизация водоснабжения и орошения / Н. С. Солянка, О. П. Гаврилина, А. И. Бойко // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 16 февраля 2022 года - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 356-359.

4. Гаврилина, О. П. Автоматизация полива дождеванием / О. П. Гаврилина, С. Н. Борячев, Д. В. Колошеин // 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. 162-165.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Комаров, В. Д. Современные проблемы развития орошения в России / В. Д. Комаров, А. С. Попов // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-22.

7. Преимущества мелкодисперсного дождевания / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, С. О. Клепова, Е. В. Горожанина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 210-214

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 академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Почвенно-мелиоративные изыскания/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова // 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: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

11. Гаврилина, О.П. Технологические основы автоматизации водоподачи из каналов и водозаборных узлов оросительных систем/ О.П. Гаврилина, О.А. Попова // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию эколого-мелиоративного факультета. - Волгоград, 2020. - С. 97-102.

УДК 624.012.45

*Щур А.С., студент,
Попов А.С., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Лукина А.С., магистрант
Рязанский институт(филиал) ФГАОУ ВО
«Московский политехнический университет» г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АРМИРОВАННЫХ КИРПИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Армированные кирпичные конструкции традиционно занимают важное место в строительной практике благодаря сочетанию эстетических, эксплуатационных и конструктивных качеств кирпича с дополнительными свойствами армирующих элементов. В условиях увеличения нагрузок, требований к сейсмостойкости и долговечности зданий актуальной становится задача совершенствования методов расчета таких конструкций. Современные инженерные подходы требуют не только высокой точности, но и адаптивности к изменяющимся нормативным требованиям.

Методы расчета армированных кирпичных конструкций.

1. Аналитические методы

Аналитические методы основаны на классических теориях прочности материалов и конструкций. В их основе лежит применение упрощенных моделей, позволяющих описать поведение конструкции под действием различных нагрузок.

Основные характеристики:

а) Модели позволяют получать быстрые оценочные расчеты, что важно на стадии проектирования.

б) Использование эмпирических коэффициентов. Для учета неоднородности материалов и влияния армирующих элементов применяются корректирующие коэффициенты.

в) При сложной геометрии или распределении нагрузок точность аналитических моделей может снижаться, а их применение требует дополнительных проверок экспериментальными данными.

Пример базового расчета для определения нормального напряжения при bending-сгибании конструкции можно представить следующей формулой:

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (1)$$

где σ – нормальное напряжение, возникающее в сечении конструкции,

M – изгибающий момент, создающий крутящий эффект в конструкции,

W – модуль сопротивления сечения, характеризующий геометрическую устойчивость элемента к изгибу.

2. Метод конечных элементов (МКЭ)

Метод конечных элементов представляет собой численный подход, позволяющий детально проанализировать распределение напряжений и деформаций в конструкции.

Основные особенности МКЭ:

а) Высокая точность. Позволяет моделировать сложные геометрии и неоднородное распределение материалов, в том числе присутствие армирующих элементов.

б) Гибкость модели. Можно учитывать нелинейное поведение материалов, воздействие динамических нагрузок, температурные эффекты и другие факторы.

в) Необходимость вычислительных ресурсов. При высоком уровне детализации моделей требуется значительная вычислительная мощность, что может ограничивать применение метода на ранних этапах проектирования.

При моделировании армированных кирпичных конструкций МКЭ позволяет создать комбинированную модель, в которой кирпичные блоки и армирующие элементы описываются различными материалами с учетом их взаимодействия.

3. Экспериментальные методы

Экспериментальные исследования играют ключевую роль в валидации как аналитических моделей, так и численных расчетов. Сюда относятся:

Лабораторные испытания. Проведение испытаний образцов конструкции под различными нагрузками для определения прочностных характеристик и выявления критических зон.

Полевые испытания. Мониторинг реальных объектов для оценки поведения конструкции в условиях эксплуатации.

Калибровка моделей. Результаты экспериментов используются для корректировки эмпирических коэффициентов в аналитических формулах и верификации численных моделей.

Экспериментальные данные позволяют не только повысить точность расчетов, но и выявить новые закономерности в поведении армированных кирпичных конструкций, что является основой для разработки новых методологических подходов.

Сравнительный анализ методов

При выборе метода расчета конструкций необходимо учитывать три основных аспекта: особенности самой конструкции, стадию проектирования и требуемую точность результатов. Ниже приведено подробное описание каждого из этих аспектов и того, как они влияют на выбор метода расчета.

Каждая конструкция обладает своими уникальными характеристиками, которые влияют на выбор расчетного метода:

Сложность геометрии. Простые геометрические формы позволяют использовать аналитические методы с небольшим числом упрощающих допущений. Однако для сложных форм, где распределение нагрузок неоднородно, аналитические модели могут оказаться недостаточно точными, что требует применения численных методов, таких как метод конечных элементов (МКЭ).

Свойства материалов и их неоднородность. Армированные кирпичные конструкции характеризуются сочетанием материалов с различными свойствами (кирпич, раствор, армирующие элементы). Аналитические методы, как правило, предполагают однородность материалов и компенсируют отклонения эмпирическими коэффициентами. При этом для точного учета локальных эффектов и взаимодействия материалов предпочтительнее применять МКЭ.

Наличие специфических конструктивных деталей. В конструкциях, где присутствуют сложные соединения, локальные усиления или переменные режимы нагрузок, аналитический расчет может оказаться слишком приближенным, что в свою очередь делает необходимым использование более детальных методов расчета.

На разных этапах разработки проекта применяются различные методы расчета, что позволяет оптимизировать затраты времени и ресурсов:

Предварительное проектирование. На ранних стадиях, когда требуется быстро получить оценку основных характеристик конструкции, аналитические методы оказываются крайне полезными. Они позволяют определить приблизительные значения напряжений, модулей сопротивления сечения и общую устойчивость конструкции без значительных вычислительных затрат.

Детальная разработка. На поздних этапах, когда проект переходит в стадию уточнения и оптимизации, необходимо учитывать более тонкие нюансы распределения напряжений и деформаций. Здесь на помощь приходит МКЭ, который дает возможность моделировать сложные распределения нагрузок, нелинейное поведение материалов и взаимодействие между различными элементами конструкции.

Валидация и контроль. На завершающем этапе проектирования, а также при эксплуатации, экспериментальные методы используются для подтверждения достоверности теоретических расчетов. Лабораторные и полевые испытания позволяют выявить расхождения между расчетными моделями и реальным поведением конструкции, что в дальнейшем помогает скорректировать расчетные методы.

Практические рекомендации и перспективы развития.

Для повышения точности расчета армированных кирпичных конструкций предлагается обратить внимание на следующие направления:

Интеграция методов. Разработка гибридных моделей, объединяющих аналитический подход с численным моделированием, позволит сократить погрешности и повысить надежность расчетов.

Учет динамических эффектов. В условиях повышенных требований к сейсмостойкости необходимо внедрение методов, учитывающих динамическое поведение конструкции.

Модернизация экспериментальной базы. Создание новых лабораторных стендов и полевых испытательных комплексов позволит получать более детальные данные для калибровки моделей.

Применение искусственного интеллекта. Использование алгоритмов машинного обучения для оптимизации расчетных моделей может стать перспективным направлением для автоматизации процесса проектирования.

Проведенный анализ показал, что расчет армированных кирпичных конструкций требует комплексного подхода. Аналитические методы обеспечивают быстрые оценки, численные модели на базе метода конечных элементов дают возможность детально проанализировать распределение напряжений, а экспериментальные исследования подтверждают и уточняют результаты расчетов. Интеграция этих методов является оптимальным решением для повышения надежности и точности проектных решений в строительстве. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой гибридных моделей, учетом динамических эффектов и использованием современных цифровых технологий.

Библиографический список

1. Пиксайкина, А.А. Сравнительный анализ результатов расчета усиления стен многоэтажного каменного здания поперечным армированием из стеклопластиковой и стальной арматуры / А.А. Пиксайкина, А.Л. Лазарев, Д.А. Бусаргин // Эксперт: теория и практика. - 2022. - №2 (17). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rezultatov-rascheta-usileniya-sten-mnogoetazhnogo-kamennogo-zdaniya-poperechnym-armirovaniem-iz> (дата обращения: 14.03.2025).
2. Радаев, А. В. Анализ расчета кирпичной кладки, усиленной железобетонной обоймой, при местном сжатии под опорами балок / А. В. Радаев // Молодой ученый. — 2022. — № 50 (445). — С. 30-35.
3. Труш Л.И. Расчет элементов каменных конструкций многоэтажного производственного здания: учебно-метод. пособие / Л. И. Труш, А. К. Ломунов; Нижегород. гос. архитектур.- строит.ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – 59 с.
4. Щур, А. С. Экологические аспекты строительства и эксплуатации автомобильных дорог / А. С. Щур, А. И. Белозеров, Т. С. Ткач // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника

автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 110-115.

5. Щур, А. С. Экономические аспекты строительства и эксплуатации автомобильных дорог / А. С. Щур, Д. В. Колошеин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 115-121.

6. Попов, А. С. Технология устройства системы усиления ленточных свайных фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, О. С. Прохорова // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 252-259.

7. Попов, А. С. Изменение модуля деформации грунтов при усилении фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, А. М. Рыбин // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 260-266.

8. Ткач, Т. С. Возведение фундаментов в вечной мерзлоте / Т. С. Ткач, А. И. Белозеров, А. С. Щур // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 270-276.

9. Попов, А. С. Расчет фундаментов опоры ЛЭП с использованием программного комплекса ANSYS / А. С. Попов, А. С. Щур, В. Ю. Поликашин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 303-309.

10. Попов, А. С. Экспериментальные исследования плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений на грунтовом основании / А. С. Попов, А. С. Щур, Т. Н. Константинова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 316-323.

11. Бoryчев, С. Н. Инновационные технологии в автодорожном строительстве / С. Н. Бoryчев, Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности: материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-340.

12. 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.

13. Техничко-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.

14 Матюшкина, В.Д. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожной одежды / В.Д. Матюшкина, Д.В. Колошеин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2023. - № 1 (17). - С. 54-59.

УДК 624.012.45

*Щур А.С., студент,
Попов А.С., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Цимбалюк Р.М., магистрант
Рязанский институт(филиал) ФГАОУ ВО
«Московский политехнический университет» г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

Кирпичная кладка широко используется в строительстве, однако со временем она может подвергаться разрушению под воздействием внешних факторов, нагрузок и времени. Усиление кладки необходимо для продления срока службы сооружений, повышения их несущей способности и сейсмостойкости. В данной статье анализируются существующие методы усиления кирпичной кладки, их эффективность и область применения.

Традиционные методы усиления кирпичной кладки.

1) Устройство железобетонных поясов. Железобетонные пояса представляют собой один из наиболее эффективных методов усиления кирпичной кладки, обеспечивая её прочность, устойчивость и долговечность. Они выполняют функцию равномерного распределения нагрузки по стенам здания, предотвращая появление трещин и возможных деформаций, которые могут возникнуть под воздействием внешних и внутренних факторов.

Железобетонные пояса состоят из бетона, армированного стальной арматурой. Использование арматуры придаёт конструкции необходимую жёсткость, предотвращая её разрушение при значительных нагрузках. Бетон, в свою очередь, обеспечивает стойкость к сжатию и долговечность.

Область применения.

Чаще всего железобетонные пояса устраиваются:

На уровне междуэтажных перекрытий – для равномерного распределения нагрузки и предотвращения прогибов стен.

В верхней части стен (под кровлей) – для связывания конструкции здания в единое целое и усиления её устойчивости.

В основании зданий (фундаментные пояса) – для защиты от просадки грунта и перераспределения нагрузок от стен.

2) Инъектирование цементными или полимерными составами.

Область применения.

Метод инъектирования используется в следующих случаях:

Реставрация старых зданий – укрепление кладки, восстановление разрушенных участков.

Ремонт трещин и повреждений – устранение внутренних и наружных дефектов в кирпичных стенах.

Гидроизоляция – предотвращение проникновения влаги в стены, защита от сырости и разрушений.

Повышение несущей способности стен – улучшение прочностных характеристик конструкции.

Технология инъектирования.

Процесс включает несколько этапов:

Подготовка поверхности – очистка кладки от грязи, пыли и рыхлых элементов.

Определение мест инъекций – выявление трещин, пустот и слабых участков кладки. Сверление отверстий – создание инъекционных каналов в кладке под углом или перпендикулярно поверхности.

Заполнение раствором – нагнетение инъекционного состава под давлением с помощью специальных насосов.

Контроль и завершение работ – оценка заполнения пустот и трещин, герметизация отверстий.

Виды инъекционных составов.

Цементные растворы – обладают высокой прочностью, используются для ремонта несущих стен.

Полимерные составы (эпоксидные, полиуретановые, акрилатные) – обеспечивают эластичность, влагостойкость и химическую устойчивость.

Известковые и силикатные растворы – применяются для реставрации исторических зданий.

3) Обоймы и стяжки.

Металлические обоймы и стяжки используются для предотвращения расширения трещин и усиления ослабленных участков кладки. Обоймы представляют собой стальные конструкции, охватывающие поврежденные фрагменты стены, а стяжки представляют собой горизонтально или вертикально расположенные металлические стержни, стягивающие конструкцию. Данные методы позволяют перераспределить нагрузки в зоне повреждений и предотвратить дальнейшие разрушения. Обоймы и стяжки особенно актуальны для зданий, подверженных деформациям вследствие вибраций, осадков грунта или изменений температурного режима.

Использование указанных методов позволяет существенно повысить прочность и устойчивость кирпичных сооружений, продлевая срок их эксплуатации и обеспечивая безопасность здания.

Современные методы усиления кирпичной кладки.

1) Использование углеродных и стекловолоконных композитов (FRP).

Применение полимерных композитов на основе углеродного (CFRP) или стекловолокна (GFRP) является одним из наиболее эффективных методов усиления. Эти материалы обладают высокой прочностью при малом весе, устойчивостью к коррозии и удобством монтажа. FRP-ленты или ткани наклеиваются на поверхность кладки с использованием специальных клеевых составов, что значительно увеличивает её несущую способность.

2) Усиление металлическими сетками и анкерами.

Укрепление кирпичной кладки с помощью стальных или полимерных сеток, закреплённых анкерами, улучшает её сопротивляемость механическим нагрузкам, снижает вероятность трещинообразования и повышает эксплуатационные характеристики. Этот метод широко применяется при реставрации и ремонте зданий.

3) Армирование кирпичной кладки.

Внедрение армирующих элементов (стержней, сеток) внутрь кладки при её возведении способствует созданию более прочной структуры. Такое армирование увеличивает устойчивость кладки к нагрузкам, предотвращает развитие трещин и повышает её долговечность.

Эти методы могут применяться как по отдельности, так и в комбинации, в зависимости от требований конкретного проекта.

Сравнительный анализ методов усиления кирпичной кладки (таблица 1).

Различные методы усиления имеют свои особенности, которые следует учитывать при выборе подходящего решения для конкретного объекта. Традиционные способы, такие как железобетонные пояса и металлические обоймы, обеспечивают высокую прочность, но требуют значительных затрат. Современные технологии, в частности композитные материалы (FRP), отличаются лёгкостью и эффективностью, но требуют специализированных навыков и оборудования.

Таблица 1 – Методы усиления кирпичной кладки

Метод	Преимущества	Недостатки
Железобетонные пояса	Высокая прочность, долговечность	Трудоёмкость, увеличение нагрузки на конструкцию
Инъектирование	Восстановление целостности кладки	Неэффективно при сильных разрушениях
Металлические обоймы	Простота применения, высокая надёжность	Снижение эстетических качеств здания
Композиты (FRP)	Лёгкость, высокая прочность, коррозионная стойкость	Высокая стоимость, необходимость специалистов
Армирование кладки	Улучшение механических свойств и трещиностойкости	Применимо только при новом строительстве

Выбор конкретного метода зависит от состояния сооружения, бюджета и эксплуатационных требований. В ряде случаев возможно комбинированное использование нескольких технологий для достижения наилучшего результата.

Анализ существующих способов усиления кирпичной кладки показывает, что выбор оптимального метода зависит от степени повреждения конструкции, требований к её прочности и экономической целесообразности. Традиционные методы, такие как устройство железобетонных поясов, металлические обоймы и анкерное усиление, остаются эффективными и широко применяются в строительной практике. В то же время современные технологии, включая FRP-композиты, инъектирование и армирование полимерными материалами, позволяют значительно повысить прочность и долговечность кладки, не увеличивая нагрузку на конструкцию.

Перспективы дальнейшего развития методов усиления связаны с разработкой новых материалов, улучшением технологий их нанесения и автоматизацией строительных процессов. Инновационные решения, такие как самовосстанавливающиеся материалы и цифровой мониторинг состояния кладки, позволят сделать процесс укрепления более эффективным и долговечным.

Таким образом, совершенствование методов усиления кирпичной кладки играет ключевую роль в обеспечении надежности и долговечности зданий, особенно в условиях увеличенных нагрузок и неблагоприятных внешних воздействий.

Библиографический список

1. Щур, А. С. Экологические аспекты строительства и эксплуатации автомобильных дорог / А. С. Щур, А. И. Белозеров, Т. С. Ткач // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 110-115.

2. Щур, А. С. Экономические аспекты строительства и эксплуатации автомобильных дорог / А. С. Щур, Д. В. Колошеин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 115-121.

3. Попов, А. С. Технология устройства системы усиления ленточных свайных фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, О. С. Прохорова // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 252-259.

4. Попов, А. С. Изменение модуля деформации грунтов при усилении фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, А. М. Рыбин // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 260-266.

5. Ткач, Т. С. Возведение фундаментов в вечной мерзлоте / Т. С. Ткач, А. И. Белозеров, А. С. Щур // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 270-276.

6. Попов, А. С. Расчет фундаментов опоры ЛЭП с использованием программного комплекса ANSYS / А. С. Попов, А. С. Щур, В. Ю. Поликашин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 303-309.

7. Попов, А. С. Экспериментальные исследования плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений на грунтовом основании / А. С. Попов, А. С. Щур, Т. Н. Константинова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 316-323.

8. Борычев, С. Н. Инновационные технологии в автодорожном строительстве / С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-340.

9. Щур, А. С. Инновационные материалы для строительства автомобильных дорог: перспективы использования / А. С. Щур, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 99-104.

10. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

11. 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.

12. Техничко-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.

13. Матюшкина, В.Д. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожной одежды / В.Д. Матюшкина, Д.В. Колошеин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2023. - № 1 (17). - С. 54-59.

СЕКЦИЯ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

УДК 656

*Ерёмушкин Д.А., студент,
Тимонин М.В., студент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Технологическое развитие радикально перестроило сектор грузовых перевозок. На передний план вышла оптимизация маршрутов, поддерживаемая ИТ-инфраструктурой и аналитикой данных. Маршрутные решения строят на математических моделях, ГИС (геоинформационные системы) и телематике, что повышает точность планирования. Компании перестраивают процессы диспетчеризации и доставки: сокращают холостые пробеги, стабилизируют сроки, повышают загрузку парка. В результате возрастает операционная эффективность и предсказуемость выполнения перевозок.

Передовые программные решения рассчитывают оптимальные траектории движения с учетом множества условий и ограничений, что ускоряет подготовку рейсов и снижает операционную неопределенность. Точность планов дополнительно повышают обновления информации о дорожном движении в режиме реального времени, инструменты геокодирования (привязка адресов к координатам) и интеграция с системой ГЛОНАСС. Совмещение этих источников данных поддерживает актуальность карт, улучшает позиционирование транспорта и облегчает оперативную коррекцию маршрутов в ответ на изменяющуюся обстановку.



Рисунок 1 – Пример геоинформационной системы (ГИС)

Внедрение современных практик оптимизации маршрутов (рисунок 2) существенно повышает эффективность и производительность грузовых операций. В результате планирование становится более предсказуемым, а использование ресурсов — более рациональным. Ключевые инструменты этой стратегии — специализированное программное обеспечение для оптимизации маршрутов, анализ исторических данных и выявление тенденций, а также регулярная и прозрачная коммуникация с ключевыми заинтересованными сторонами.

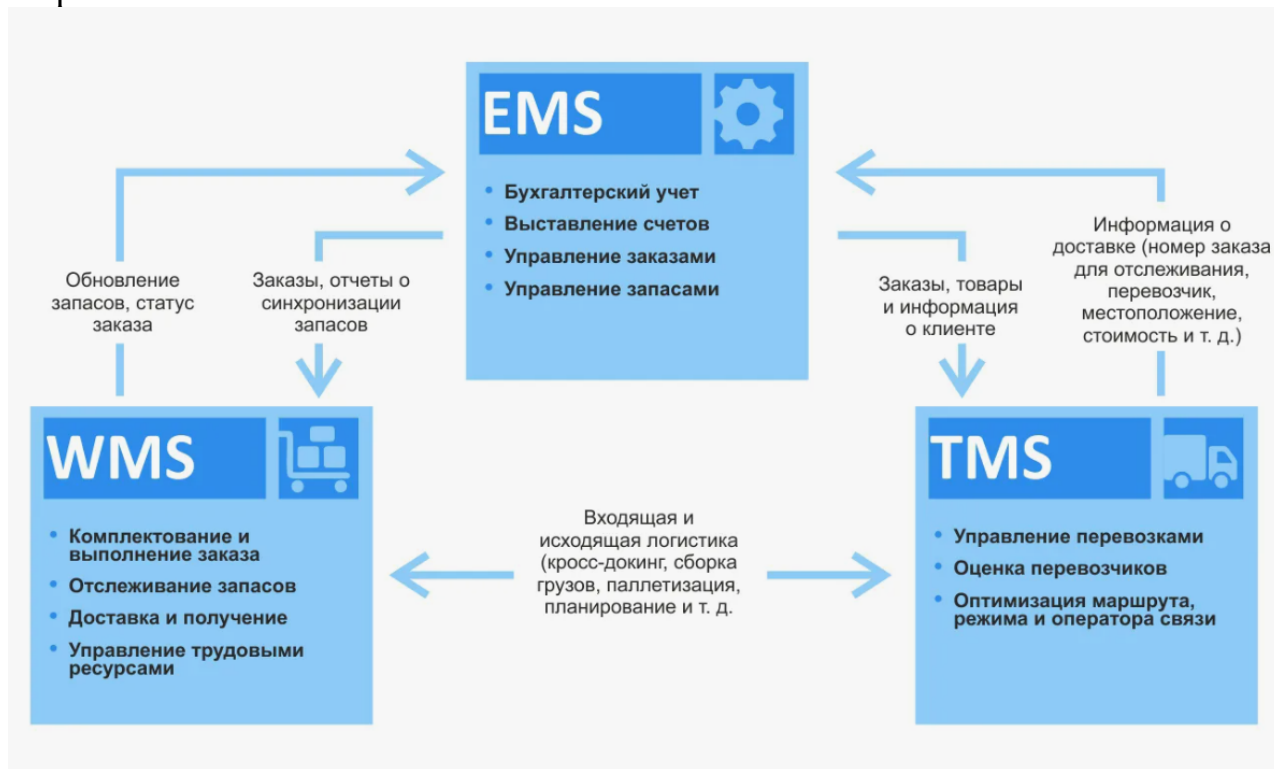


Рисунок 2 – Взаимодействие систем WMS, EMS и TMS

Планирование маршрутов — это стратегический процесс, направленный на выбор наиболее эффективных путей перемещения грузов. По сути, рассматривается задача оптимизации на транспортном графе (сети дорог и узлов), где требуется найти решение с минимальными затратами при соблюдении заданных ограничений.

При построении маршрутов учитывают заторы, состояние дорожного покрытия, окна доставки и грузоподъемность подвижного состава. На этой основе формируют кратчайшие или экономически выгодные траектории с учётом временных окон, допустимого пробега и уровня загрузки. Процесс носит динамический характер.

По мере поступления данных в реальном времени — о погоде, перекрытиях, авариях и дорожных работах — решения пересчитываются, а последовательность точек обслуживания корректируется. Такая адаптация уменьшает простои, снижает пробег и стабилизирует сроки доставки.

Исторически маршрутизацию выполняли вручную: по бумажным картам и с опорой на простые навигационные устройства. Подобная практика требовала значительных трудозатрат и опиралась на опыт планировщика, что

ограничивало масштабирование и оперативность изменений.

Распространение продвинутой аналитики и навигационных технологий превратило маршрутное планирование из ремесленной задачи в строго формализованную процедуру. Современные алгоритмы оптимизации в составе систем управления транспортом (TMS) и навигационных устройств учитывают множество параметров — протяженность пути, схемы трафика, состояние дорожной сети — и на этой основе формируют эффективные маршруты для грузовых автомобилей. Такая оптимизация дает бизнесу прямой операционный результат.

Сокращаются время рейса и пробег, снижаются топливные и сопутствующие расходы, повышается производительность водителей и пунктуальность поставок, что позитивно отражается на удовлетворенности клиентов. Экологический эффект сопоставим по значимости с экономическим. Уменьшение холостых пробегов и простоев в заторах снижает прямые выбросы CO₂ и, как следствие, общий углеродный след компании.

Транспорт остается одним из крупных источников глобальных выбросов, прежде всего из-за парка, работающего на ископаемом топливе. На уровень эмиссий влияют тип и возраст автомобиля, его техническое состояние, а также дорожные перегрузки. Некачественная маршрутизация усугубляет ситуацию: возникают лишние объезды и задержки, растет расход топлива и неизбежно увеличиваются выбросы.

Снижение выбросов CO₂ в автотранспортной логистике тесно связано с качеством планирования маршрутов: наибольший эффект даёт оптимизация, повышающая топливную эффективность рейсов. Специализированное программное обеспечение строит маршрутные решения с учётом длины пути, динамики трафика и текущих дорожных условий. За счёт минимизации лишних объездов, обхода перегруженных участков и сокращения простоев в заторах уменьшается расход топлива, что одновременно снижает эксплуатационные затраты и углеродный след перевозок.

Расширенные программные системы для оптимизации маршрутов учитывают экологические критерии наряду с расстоянием и временем. При планировании они избегают участков с высокой промышленной нагрузкой или устойчиво низким качеством воздуха, чтобы не увеличивать дополнительную нагрузку загрязняющими выбросами в уязвимых зонах. Для этого используется пространственная информация о типах застройки и показателях качества воздуха полученная из систем мониторинга и ГИС-слоёв.

Отдельным контуром задаются ограничения на прохождение через экологически чувствительные территории: заповедники, охраняемые ландшафты, места обитания диких животных. Исключение таких участков снижает антропогенное воздействие на экосистемы и предотвращает нарушения режима охраны.

Оптимизация маршрутов также поддерживает переход к более экологичным вариантам мобильности. Алгоритм рекомендует схемы перемещения, которые сокращают использование индивидуальных автомобилей и комбинируют общественный транспорт, карпулинг или

каршеринг. Это уменьшает выбросы CO₂ и одновременно снижает количество машин на дороге, что ослабляет перегрузку улично-дорожной сети. Техническая реализация опирается на интеграцию ГИС-данных, правил доступа и экологических ограничений с многокритериальной оптимизацией, где учитываются время, стоимость, выбросы и запретные зоны. При наличии оперативных данных система пересчитывает маршруты в реальном времени, адаптируясь к заторам и локальным экологическим рискам. В результате планирование становится одновременно эффективным по времени и экологически обоснованным.

Оптимизация маршрутов грузоперевозок дает двойной эффект: снижает прямые логистические издержки и уменьшает выбросы CO₂. Комбинация экономической результативности и экологической ответственности становится ориентиром для компаний, которые выстраивают долгосрочную стратегию устойчивого развития.

В условиях быстро меняющегося рынка качество доставки во многом определяется решениями по маршрутизации. Точные маршруты сокращают общий пробег и долю холостых рейсов, уменьшают время простоя, повышают коэффициент загрузки подвижного состава и стабилизируют уровень сервиса для клиентов. Как следствие, перевозчики экономят топливо и рабочее время, а складские и распределительные операции получают более предсказуемый график. Экологический эффект формируется за счет меньшего расхода топлива и оптимальных скоростных профилей на участках с разной дорожной обстановкой.

Учет окон доставки, ограничений по массе и доступности городских зон помогает избегать лишних километров и перестроений, что напрямую сокращает углеродный след. Реализация «зеленой» логистики опирается на технологии. Практикуется динамическая маршрутизация (пересчет в реальном времени по данным телематики и GPS), консолидация грузопотоков, алгоритмы решения задачи маршрутизации транспортных средств (VRP) с учетом фактического трафика, а также интеграция TMS с системами мониторинга парка. Такое сочетание инструментов формирует более устойчивую и одновременно рентабельную транспортную систему.

Библиографический список

1. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.

2. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ,

2024. – С. 182-189.

3. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

4. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

5. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

6. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

7. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.

8. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

9. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.

10. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

11. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

12. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

13. Ерохин, А. В. О периодичности технического обслуживания тракторов / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 202-207.

14. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

15. Исследование алгоритма динамического расчета для уменьшения факторов, усиливающих колебательные движения автомобилей, приводящие к порче перевозимой плодоовощной продукции / И. А. Успенский, М. В. Антоненко, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3(67). – С. 487-497.

16. Конкина, В. С. Государственная поддержка как фактор повышения эффективности молочной отрасли: региональный аспект / В. С. Конкина, Д. И. Филиппов, Е. Н. Правдина // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2024. – № 11(241). – С. 35-43.

17. Сидоров, А. А. Об особенностях эксплуатации городского транспорта / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. В. Ерохин // Перспективы развития

транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 145-149.

18. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

19. Практические аспекты агрострахования и его роль в системе государственного регулирования сельского хозяйства / М. Д. Лавриненко [и др.] // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 42-47.

20. Повышение эффективности использования грузового транспорта в городах / В.В. Терентьев [и др.] // Грузовик. – 2023. – № 12. – С. 42-47.

21. Повышение эффективности управления автопарком / В.В. Терентьев, А.Б. Мартынушкин, Н.Н. Пашканг, А.В. Шемякин // Теория и практика современной аграрной науки : Материалы VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. - Новосибирск, 2024. - С. 1008-1010.

УДК 656.025

*Зеленцов П.А., магистрант,
Гуськов А.А., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, РФ*

ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ

В настоящее время в условиях быстро развивающегося процесса глобализации экономики большое значение приобретают вопросы транспортной логистики. Но для успешной работы по доставке грузов нужен ряд требований. Это наличие компетентных специалистов, грамотное построение пути следования грузов, новейших средств коммуникаций, современного, надежного подвижного состава, оснащенного приборами навигации, при этом должны строго соблюдаться оговоренные сроки доставки и ответственность по сохранности грузов [1].

Для успешной деятельности любого предприятия и повышения его конкурентоспособности нужно решить проблемы в сфере логистики, которые имеются на данный момент [2]. Поэтому необходимы решения по оптимизации грузовых перевозок, меры по снижению затрат на доставку грузов, действия по повышению сохранности товаров, использование инновационных IT-

продуктов, с помощью которых можно максимально грамотно и с выгодой разрабатывать маршруты доставки и, конечно, ускорить доставку на «последней миле», то есть на завершающем этапе до конечного потребителя. Одним из ключевых факторов является внедрение искусственного интеллекта, который все чаще стал применяться в прогнозировании спроса, управлении запасами и оптимизации маршрутов. Но процесс прогнозирования в логистике довольно сложен, из-за политической нестабильности в мире и экономических проблем. Но можно с определённой точностью говорить о быстром развитии логистических маршрутов по новым направлениям, где все больше задействован железнодорожный и морской транспорт. Происходит смещение импорта и экспорта на рынки Азии, Турции, Индии, Ирана и стран Африки. И это большие перспективы на будущее. Компании, которые будут развиваться в этом направлении всегда будут оставаться в выигрыше.

Прогнозировать развитие транспортной логистики в России непросто ввиду сложной международной обстановки и экономических проблем. Тем не менее, уже отчетливо видны два направления изменений:

- развитие железнодорожного и водного (морского) транспорта. В России планируются крупные проекты реконструкции существующих железных дорог и строительство новых магистралей для увеличения объема грузоперевозок. Портовые мощности также развиваются стремительными темпами, заключаются новые соглашения, укрепляется инфраструктура морских терминалов;

- смещение логистических потоков в сторону азиатских рынков, Турции и Индии. Географический сдвиг экспортно-импортных маршрутов привел к быстрому освоению новых направлений, которое продолжает усиливаться.

Цель построения логистической цепочки состоит в следующем: необходимо доставить груз с минимальными потерями, без задержек, в назначенный район. Для формирования логистических систем в данный момент применяют три подхода. В первом подходе все усилия сосредоточены на совершенствовании процесса управления материальными потоками. Его еще называют операционным. Другой подход базируется на гибкости и оперативности реагирования к быстрым изменениям в логистике. В этой «гибкой» методике главное быстро реагировать на запросы потребителей. Третий подход акцентируется на взаимодействии и согласовании действий всех участников логистических комплексов [3, 4].

Логистическая система воздействует на национальную экономику различными способами. Она создаёт дополнительные рабочие места и стимулирует экономический рост. Если логистика функционирует эффективно и сбалансированно, то это значительно снижает затраты на транспортировку грузов, что отражается на стоимости готовой продукции. Вследствие снижения цен увеличиваются объёмы продаж, открываются новые рынки сбыта, усиливается конкуренция, повышается качество товаров, что ведет к повышению спроса на товары и услуги.

Для успешной работы логистической системы нужно единое транспортное пространство, то есть комбинировать разные товары и отправлять

их общим грузом клиенту. При этом уменьшаются складские расходы. На смену складских буферных запасов приходит поставка определённого количества «точно в срок». Минимизация запасов ведет к высвобождению средств, которые использовались для хранения [5].

Вышеуказанные факторы обеспечивают логистическим компаниям конкурентные преимущества. Клиенты охотно оплачивают услуги тех компаний, которые гарантируют своевременную доставку товара по приемлемым тарифам. Чтобы достичь наилучших результатов, логистические предприятия ставят перед собой ряд приоритетных целей:

- оперативность, характеризующая способность компании быстро откликаться на пожелания потребителей;
- минимизация объемов запасов;
- консолидация перевозок, позволяющая снизить издержки за счет укрупнения партии;
- улучшить качество услуги для того, чтобы транспортная компания не несла издержек за поврежденный товар, который получил клиент.

Понятие международного транспортного коридора (МТК) включает инфраструктурную, регуляторную и институциональную составляющие. МТК представляет собой один или несколько маршрутов, соединяющие несколько стран. Главная задача МТК – обеспечить «бесшовный» транзит грузов, то есть непрерывность логистической цепочки, упрощая прохождение грузов через границы, с применением различных видов транспорта.

В мировой торговле появляются новые тенденции, которые приводят к разработке маршрутов по новым направлениям. Если несколько лет назад главные логистические маршруты для России были устремлены в европейские страны, то в настоящее время важно развивать другие направления, так как политические разногласия и санкционные ограничения со стороны Европы стимулируют нашу страну на поиски новых партнеров. Это, например, логистический маршрут «Восток-Запад», соединяющий Азию (в основном Китай) и Европу. В последнее время набирает популярность транспортный коридор «Север-Юг», который проходит по трем веткам: западную (через Азербайджан и Иран), восточную, проходящую через Казахстан, Узбекистан, и Туркменистан и транскаспийскую (по Каспийскому морю). Эта ветка связывает порты на севере (например, Санкт-Петербург, Астрахань) с портами на юге (пример, Бендер-Аббас в Иране) и далее с Индией и странами Персидского залива. Транскаспийский транспортный коридор является мультимодальным маршрутом, в котором задействованы два вида транспорта: железнодорожный и морской. Не менее популярным является маршрут Северный морской путь, который обеспечивает кратчайшее расстояние между Европой и Азией и позволяет получить доступ к арктическим ресурсам. В последние годы все большее влияние приобретает еще один участник логистической цепочки – это Китай. Его глобальный проект — это новый шелковый путь, получившая название «один пояс-один путь», который проходит через западные провинции Китая, Казахстан и европейскую часть России [6].

Самый востребованный вид транспорта для международных перевозок-

морской, он обеспечивает до 70% мирового грузооборота и является наиболее экономичным для больших объемов груза. Железнодорожный – для больших объемов по суше, автомобильный – для доставки «от двери до двери», авиационный транспорт применяется для срочных перевозок. Каждый вид транспорта имеет свои преимущества и недостатки. В последние годы ключевую роль играет автомобильный транспорт (рис. 1) [7].

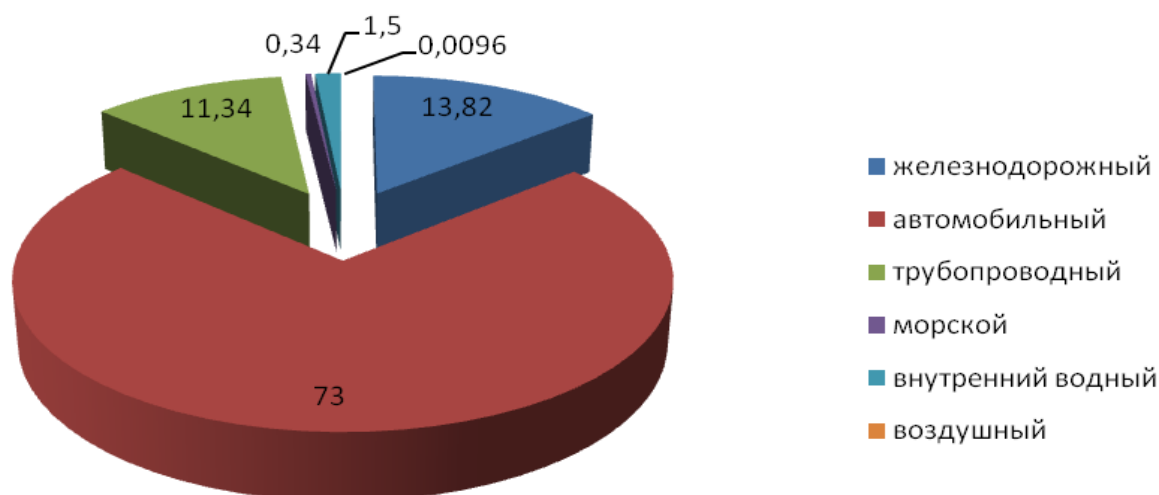


Рисунок 1 – Структура среднегодовых перевозок по видам транспорта

По данным Росстата объем перевезенного груза за 2024 год вырос на 5,5%, а грузооборот на 0,4%. Приведем данные по видам транспорта (табл. 1) [8].

Таблица 1 – Данные по объему перевезенного груза и грузообороту за 2024 год по видам транспорта

Виды транспорта	Объем, млрд. т	Грузооборот, млрд. т·км
автотранспортный	7	385,9
железнодорожный	1,19	2524,8
водный (морской)	0,0332	73
воздушный	0,0005	1,9

Следовательно, логистическая отрасль, по прогнозу на 2025 год, претерпевает трансформацию под влиянием новейших технологий, таких как: внедрение беспилотных систем с целью снизить операционные затраты, возрастающий интерес клиентов к аутсорсингу, для оптимизации расходов, консолидация активов предприятий на фоне усиливающейся конкуренции.

Спрос на автоперевозки все больше набирает обороты и будет возрастать до 2027 года на 13.2%. Перевозки морем и железной дороге включают перевалку груза в портах и дальнейшую транспортировку по морским путям. В связи с этим объемы перевозок увеличатся на 16% по сравнению с 2024 годом.

Развитие рынка международных перевозок в России в ближайшие годы должен быть динамичным. По прогнозам аналитиков, объемы грузоперевозок продолжают свой рост, несмотря на геополитическую обстановку в мире и экономические трудности. Новые направления в логистике, нацеленные на

Восток, не только усиливают торговлю и инвестиции, но и влияют на баланс сил в регионах и дают всем странам, которые заинтересованы в этих маршрутах усилить свое глобальное влияние и дальнейший экономический рост. Для этого нужно активно внедрять современные информационные технологии. Цифровизации и IT-платформы позволят постоянно отслеживать перемещение грузов, более эффективно управлять запасами и оптимизировать логистические цепочки, что существенно облегчает взаимосвязь между участниками процесса, усиливает прозрачность всех операций и ускоряет информационный обмен. А клиенту очень важны эти действия: прозрачность, четкие сроки и легкость взаимодействия.

Библиографический список

1. Скворцова, Т.А. Понятие перевозки грузов в международном сообщении / Т.А. Скворцова, В.В. Михайлов, А.Н. Попов // Оригинальные исследования. – 2023. – Т. 13, № 6. – С. 30-35.
2. Нафикова, А.Ф. Проблемные аспекты международных перевозок грузов и пассажиров / А.Ф. Нафикова, М.С. Колотий, К.В. Алексеева // Интерактивная наука. – 2021. – № 5(60). – С. 120-121.
3. Гуськов, А. А. Современные тенденции развития складских комплексов в транспортно-логистической системе центрально-чернозёмного района России / А. А. Гуськов, С. А. Анохин, Н. Ю. Залукаева // Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения: V Всерос. науч.-практ. конф. – Челябинск: Южно-Уральский технологический университет, 2021. – С. 46-55.
4. Залукаева, Н.Ю. Регулирование рынка частных грузоперевозок методом организации единого диспетчерского центра / Н.Ю. Залукаева // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: всерос. заоч. науч.-практ. конф. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – С. 404-408.
5. Залукаева, Н.Ю. Анализ применения подвижного состава для осуществления грузовых перевозок биотоплива / Н.Ю. Залукаева, А.Н. Грибков // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: межд. науч.-практ. конф. – Мичуринск-научоград РФ: Мичуринский ГАУ, 2021. – С. 112-115.
6. Федулов, И.В. Международный транспортный коридор «Север – Юг» в новых геополитических условиях: современное состояние и перспективы / И.В. Федулов // Восточная аналитика. – 2023. – Т. 14, № 3. – С. 81-97.
7. Министерство транспорта Российской Федерации. Годовые доклады о состоянии и развитии транспортной отрасли за 2023–2024 гг. Электронный ресурс. – Сайт: <https://mintrans.gov.ru>
8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальные статистические данные о грузоперевозках по видам транспорта за 2023–2024 гг. Электронный ресурс. – Сайт: <https://rosstat.gov.ru>
9. Терентьев, В. В. Цифровизация транспортно-логистической

деятельности / В. В. Терентьев, Н. Н. Пашканг, О. В. Терентьев // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы. – Рязань, 2024. – С. 265-271.

10. Шахмаева, С.А. Развитие транспортных компаний в условиях глобализации и цифровой трансформации / С.А. Шахмаева, С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин // Перспективные научные исследования высшей школы : материалы III Всероссийской студенческой научной конференции. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 326-327.

11. Абузьяров, Л.Д. Проблемные вопросы доставки грузов / Л.Д. Абузьяров, 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.

УДК 656.074

*Леонтьев А.С., аспирант,
Липатова М.А., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Скоропортящиеся грузы нуждаются в специальном транспорте для их перевозки, ведь необходимо обеспечить особый температурный режим, а также вентиляцию внутри полуприцепа. Кроме этого, из-за ограниченности срока годности некоторых продуктов доставка должна осуществляться очень быстро. Поэтому грузоперевозки скоропортящихся товаров являются достаточно сложными.

Какая продукция считается скоропортящейся? К данной категории товаров относятся определенные виды продуктов питания:

- морепродукты;
- мясо и мясные продукты;
- рыба;
- яйца;
- икра;
- свежие фрукты, овощи, ягоды (в том числе замороженные);
- молочные продукты;
- саженцы и живые растения;
- лекарства, вакцины, сыворотки;
- другое.

Для доставки такой продукции используются специальные фургоны-рефрижераторы. Они имеют теплоизолированный полуприцеп, контейнер или вагон. Кроме этого, они оснащаются холодильными установками, позволяющими поддерживать оптимальную температуру на протяжении всего

процесса грузоперевозок. Также есть отдельные модели фур, которые позволяют даже регулировать уровень влажности и обеспечивать вентиляцию внутри полуприцепа. Все виды теплоизолированных полуприцепов стоит рассмотреть подробнее.

Изотермические модели

Конструкция такого кузова создана по принципу термоса. То есть продукцию предварительно замораживают или охлаждают до нужной температуры, а потом помещают в этот полуприцеп-термос. Благодаря теплоизолирующим свойствам кузова автомобиля товар некоторое время будет находиться в охлажденном состоянии. Но доставка должна быть выполнена быстро и без задержек, так как в противном случае из-за нарушения температурного режима продукция может испортиться.

Рефрижераторные фуры

Это те же термосы, но дополнительно у них есть и морозильная или холодильная установка. Благодаря ей доставка скоропортящейся продукции может осуществляться не только между городами или регионами, но и даже между близкими странами.

Помимо серийно выпускаемых экземпляров для перевозки скоропортящихся продуктов возможно использовать и имеющийся универсальный транспорт с некоторыми доработками.

Одним из способов адаптации существующего автопарка является переоборудование грузового транспорта. Это решение позволяет компаниям оптимизировать затраты и повысить эффективность работы. При этом важно учитывать как технические, так и экономические особенности такого процесса. Переоборудование грузовых автомобилей включает в себя ряд этапов, начиная с выбора типа переоборудования и заканчивая техническими проверками и сертификацией.

Переоборудование грузового транспорта может быть различным в зависимости от требований бизнеса. Одним из самых распространённых типов является установка специализированных кузовов. Это позволяет использовать один и тот же автомобиль для перевозки различных типов грузов, таких как сыпучие материалы, жидкости или товары с особыми условиями хранения. Также популярны модификации, направленные на улучшение грузоподъёмности или расширение функционала для работы в сложных условиях, например, на строительных площадках или в условиях низких температур.

Переоборудование грузовых автомобилей позволяет существенно сократить капитальные затраты на покупку нового транспорта. Это решение подходит для компаний, уже имеющих в своём распоряжении автопарк, который нужно адаптировать под новые задачи. Вместо того чтобы инвестировать в покупку нового автотранспорта, можно сделать необходимую модификацию существующего транспорта, что значительно дешевле и быстрее. В некоторых случаях переоборудование может быть даже более эффективным, чем покупка нового грузовика, поскольку оно позволяет сохранить и использовать уже приобретённые активы.

Процесс переоборудования грузовых автомобилей состоит из нескольких этапов. Первый шаг — это тщательный выбор подходящего типа модификации, который будет соответствовать специфике перевозок. Важно учитывать технические характеристики машины, её грузоподъёмность, а также назначение переоборудования. После выбора необходимых изменений транспорт должен пройти процесс сертификации. Это необходимо для подтверждения его безопасности и соответствия требованиям законодательства. Без сертификации эксплуатация модифицированного транспорта может быть незаконной.

Правильный выбор компании, которая будет заниматься переоборудованием, играет ключевую роль в успехе всего процесса. Необходимо убедиться, что организация имеет опыт работы с грузовым транспортом, а также владеет необходимыми знаниями и оборудованием. Мастера, выполняющие модификацию, должны понимать все особенности грузоперевозок, включая требования к безопасности и экологии. К тому же стоит обратить внимание на отзывы других клиентов, чтобы избежать неоправданных рисков и дополнительных затрат.

Хотя переоборудование имеет множество преимуществ, существуют и определённые риски. Некорректное выполнение работ может привести к снижению эксплуатационных характеристик автомобиля, а также повышению затрат на его дальнейшую эксплуатацию. Некоторые модификации могут негативно сказаться на безопасности транспортного средства, особенно если изменения затрагивают конструкцию кузова или подвески. Поэтому важно доверять такие работы только опытным специалистам и всегда проводить тестирование после завершения всех работ.

Переоборудование грузового транспорта — это важный шаг для компаний, которые хотят повысить эффективность своих перевозок, не тратя больших средств на приобретение нового автопарка. Однако важно помнить, что этот процесс требует тщательного подхода и выполнения всех обязательных стандартов.

Требования к перевозке скоропортящихся товаров:

1. Для перевозки конкретного вида продукции, которая нуждается в особом температурном или влажностном режиме, предварительно необходимо подобрать тип фуры, которая может обеспечить этот микроклимат.

2. Выбранный для доставки автомобиль должен соответствовать санитарным нормам и правилам.

3. Если перевозиться будет несколько видов скоропортящейся продукции в одном фургоне, то необходимо защитить их от взаимодействия друг с другом. Например, рыбу в охлажденном или даже замороженном виде нельзя перевозить с другими видами продуктов из-за ее специфического запаха.

4. Совместную перевозку разнотипных грузов можно выполнять лишь в случае, если для них предусмотрен одинаковый температурный режим.

5. Помимо температурного режима при доставке ягод, овощей и фруктов необходимо также обеспечить нужный уровень влажности. Если он менее 80%, то при длительной доставке плоды начнут увядать, а в случае, если влажность

будет превышать 85-95%, на поверхности плодов активно начнут размножаться микроорганизмы.

6. Для перевозки плодов лучше использовать фуры без освещения.

7. Мясо можно перевозить в трех состояниях: сильно замороженное (его температура может достигать -30°C), замороженное (до -13°C) и охлажденное (до $-1,5^{\circ}\text{C}$). 8. Рыбу можно перевозить охлажденной или замороженной (до 12 дней).

9. Для перевозки масла животного происхождения можно использовать бочки, ящики или кадки, а его температура хранения не должна превышать -2°C).

10. Перевозить сыр можно при температуре от 0 до $+12^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха 80-85%.

11. Перевозка яиц должна сопровождаться соблюдением режима вентиляции, а температура должна быть от $-1,5$ до $+1,5$ градусов.

12. Овощные консервы можно транспортировать при температуре от -1 до $+25^{\circ}\text{C}$, а рыбные при $-5-0^{\circ}$.

В нынешних реалиях сокращение издержек при выполнении технологических процессов по перевозке скоропортящихся грузов является актуальной технической задачей.

Библиографический список

1 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. Бoryчев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

2 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.

3 Успенский, И. А. 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.

4 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, А. А. Симдянкин, И. А. Юхин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5 Патент № 2636569 С Российская Федерация, МПК В65D 85/34,

B65D 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".

6 Патент на полезную модель № 194128 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2019100387 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 28.11.2019 / И. А. Успенский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

7 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.

8 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. Бoryчев, Д. С. Рябчиков, Д. В. Колошеин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9 Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / О. В. Филюшин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 429-439.

УДК 656.13

*Машинистова Д.Д., студент
ФГБОУ ВО ТГТУ, г. Тамбов, РФ*

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ В АВТОШКОЛАХ

Совершенствование системы обучения предлагается по двум направлениям: совершенствование учебного плана профессионального обучения водителей транспортных средств и совершенствование учебного процесса подготовки водителей.

Принимая во внимание, что в настоящее время разработано и серийно выпускаются множество различных специализированных устройств (как обучающих, так и контролирующих), обеспечивающих высокое качество и эффективность формирования профессиональных компетенций водителей транспортных средств.

В ходе многолетних исследований коллективом авторов была разработана программа подготовки водителей, включающая увеличенное количество часов занятий на автотренажерах для приобретения первичных навыков вождения и

закрепления знаний по ПДД. Учебный план занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Предлагаемый учебный план профессионального обучения водителей транспортных средств

Учебные предметы	Количество часов		
	Всего	В том числе	
		теория	практика
Базовый цикл			
Основы законодательства в сфере дорожного движения	43	31	12
Психофизиологические основы деятельности водителя			
- Познавательные функции, системы восприятия и психомоторные навыки	14	9	5
- Этические основы деятельности водителя	2	2	-
- Основы эффективного общения	2	2	
- Эмоциональные состояния и профилактика конфликтов	2	2	-
- Саморегуляция и профилактика конфликтов	2	2	-
- Психологический практикум	9	4	5
	-	-	5
Основы безопасного управления ТС	14	12	2
Первая помощь при ДТП	16	8	8
Итого	86	58	28
Спец. цикл			
Устройство и ТО ТС как объектов управления	20	18	2
Основы управления ТС	12	8	4
Вождение транспортных средств на автотренажере	15	-	15
Вождение ТС	56	-	56
Итого	103/88	26	77/62
Спец. цикл			
Организация и выполнение грузовых перевозок автомобильным транспортом	4	4	-
Организация и выполнение пассажирских перевозок автомобильным транспортом	4	4	-
Квалификационный экзамен			
Квалификационный экзамен:	4	2	2
Итого	208/193	102	106/91

Профессиональная деятельность водителя автотранспортного средства проходит в самых разных условиях: дороги бывают разных типов и имеют различное покрытие, разные разрешённые скоростные режимы, разную плотность и интенсивность транспортного потока, разное количество и качество дорожной информации. При этом водитель должен постоянно взаимодействовать с другими участниками движения. [1] Научить эффективно решать все задачи, возникающие в рамках трудовой деятельности возможно при условии использования в обучающем процессе автотренажеров.

Автотренажёр способен помочь в достижении профессиональных компетенций:

- по формированию первичных навыков вождения;
- по оценке профессиональной подготовки обучающихся;

- по формированию умений и навыков первичной контраварийной подготовки.

Использование автотренажеров в автошколе существенно повысит эффективность обучения вождению. При этом, многократно уменьшаются расходы на эксплуатацию и обслуживание учебного автотранспорта за счёт исключения расходов на страхование ТС и обеспечение его ГСМ.

Рабочее место водителя полностью повторяет рабочее место водителя в реальном транспортном средстве и оснащено механической коробкой передач.

Автотренажер моделирует условия дорожной ситуации как на специализированных площадках, так и в городских условиях, благодаря заложенным в него компьютерным программам. При оценивании уровня сформированности водительских навыков используются методики ГИБДД, актуальные в настоящий момент.

ПО современных автотренажёров позволяет использовать для обучения точный план учебных маршрутов и автодрома школы. При этом, программа предназначена:

- для обучения вождению в различных погодных условиях;
- обучения вождению в различное время суток;
- обучения контраварийному вождению;
- развития реакции водителя;
- улучшения психофизиологических характеристик водителя;
- формирования культуры вождения.

Использование автотренажёров позволяет проводить занятия индивидуально с каждым курсантом, в свободное и удобное для слушателей курсов время. При этом отсутствует реальная опасность повредить автомобиль или попасть в ДТП, а это, в свою очередь, снимает излишнее беспокойство у учеников, что благотворно сказывается на процессе тренировки.

Результатом занятий на тренажёре является возможность для курсанта приступать к вождению реального автомобиля, уже имея первоначальные навыки управления им, что благоприятно сказывается и на времени обучения, и на его результатах.

Совершенствование учебного процесса. В целях совершенствования учебного процесса подготовки водителей предлагается допускать к обучению только тех кандидатов, которые успешно прошли предварительное психофизиологическое обследование.

Процесс обучения вождению при первоначальной подготовке водителей предполагает 71 час занятий и состоит из трёх этапов:

- тренажёрная подготовка;
- автодромная подготовка;
- обучение на УДС города.

Условно весь процесс подготовки обучающихся можно разделить на отдельные тематические уровни. Каждый из них будет состоять из теоретической и практической части. После завершения каждой части обучающемуся необходимо сдать проверочный тест. В случае успеха

появляется доступ к изучению следующей темы.

В случаях положительного результата тестирования, обучающийся будет вынужден обновить свой уровень теоретических знаний и повторить попытку до тех пор, пока знания по предшествующим темам не будут усвоены на должном уровне [2].

Если при выполнении контрольного теста курсант допускает критические ошибки, ему добавляют 2 часа дополнительного времени к количеству часов, отведённому программой. Так повторяется до тех пор, пока курсант не выполнит тестовое задание успешно и не будет допущен к следующему уровню обучения. Модель индивидуального обучения в автошколе представлена на рисунке 1.

На 1 и 2 этапах осуществляется контроль первого уровня. На 3 этапе – контроль второго уровня. На этом этапе курсанту необходимо показать свои знания по теоретическому курсу и все приобретенные навыки управления ТС на дорогах с различной интенсивностью движения, при движении в ограниченном пространстве и прочих ситуациях [3].

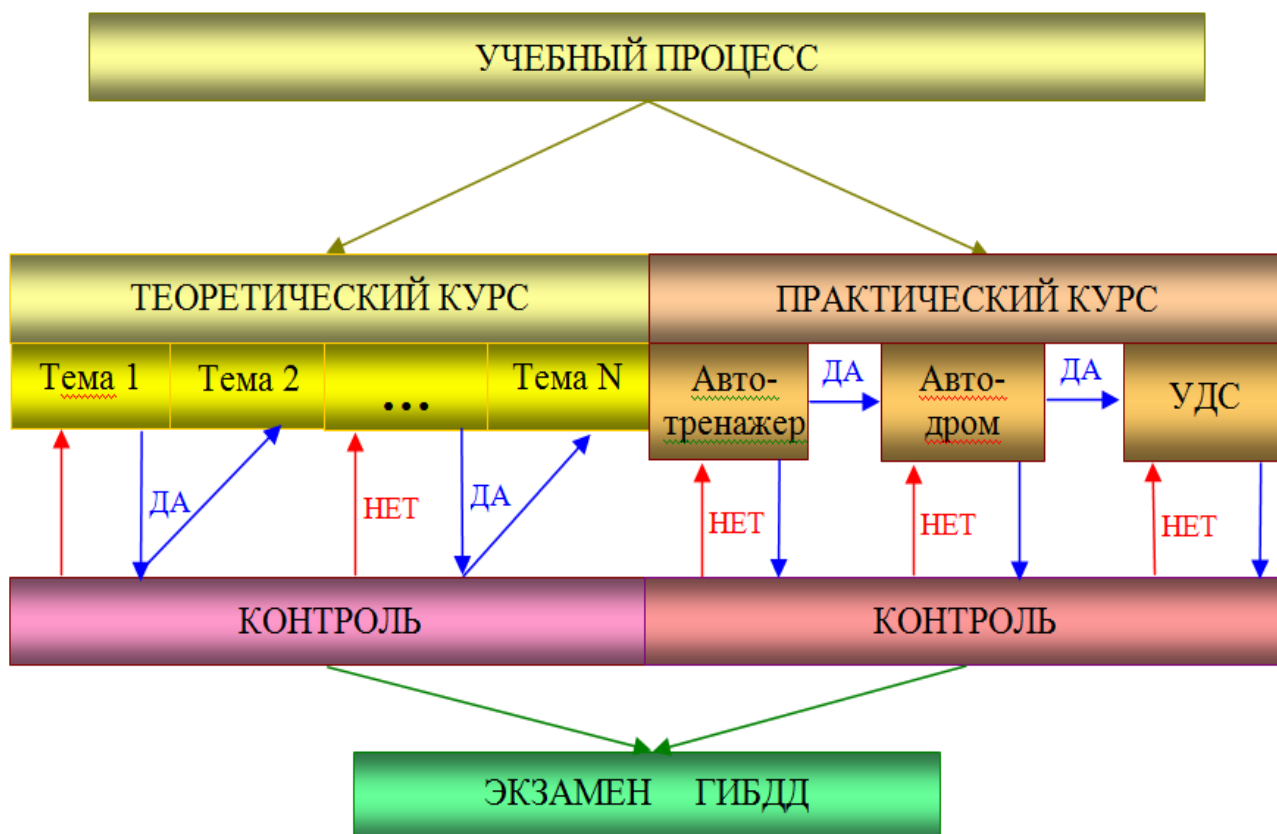


Рисунок 1 – Модель индивидуального обучения в автошколе

Для выполнения контрольного упражнения курсанту отводится не более 30 минут. Далее инструктор анализирует показанные курсантом навыки и принимает решение о допуске к изучению следующей темы либо к продолжению отработки текущей с последующим повторным контролем.

Библиографический список

1. Кондратюк, Н. Г. Надежность осознанной саморегуляции как ресурс психологической безопасности личности в условиях стресса и неопределенности / Н. Г. Кондратюк, В. И. Моросанова // Психология саморегуляции в контексте актуальных задач образования : Материалы научной конференции, Москва, 27–28 апреля 2021 года. – Москва: Психологический институт Российской академии образования, 2021. – С. 156-161.
2. Погонин, С. Г. Зона особого внимания как фактор повышения безопасности дорожного движения / С. Г. Погонин, Н. Ю. Залукаева // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2022. – Т. 1. – С. 208-211.
3. Пеньшин, Н. В. Организация автомобильных перевозок : Учебное пособие для студентов 2, 3 и 4 курсов направления подготовки бакалавров 190700 «Технология транспортных процессов / Н. В. Пеньшин, А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева. – Тамбов : ТГТУ, ЭБС АСВ, 2014. – 80 с.
4. Шемякин, А. Б. Современные методы защитного вождения / А. Б. Шемякин, О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник VIII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2025. – С. 1393-1395.

УДК 629

*Миловидов Н.В., магистрант
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ

Грузоперевозки скоропортящихся продуктов требуют соблюдения строгих условий, включая поддержание определённого температурного режима и соблюдение санитарных норм. Неправильный выбор транспортного средства может привести к потере качества товаров, финансовым убыткам и даже штрафам за нарушение правил транспортировки. Поэтому подход к выбору специализированных автомобилей должен быть максимально осознанным и профессиональным.

Для перевозки продуктов, которые нуждаются в поддержании определённой температуры, необходимы автомобили с рефрижераторными установками. Они обеспечивают стабильный температурный режим в диапазоне от -20 °С до +15 °С (рис. 1), что позволяет транспортировать мясо, рыбу, молочные продукты и замороженные полуфабрикаты. Важным критерием выбора рефрижератора является его мощность, так как она определяет скорость охлаждения груза и способность поддерживать температуру в жаркую погоду.

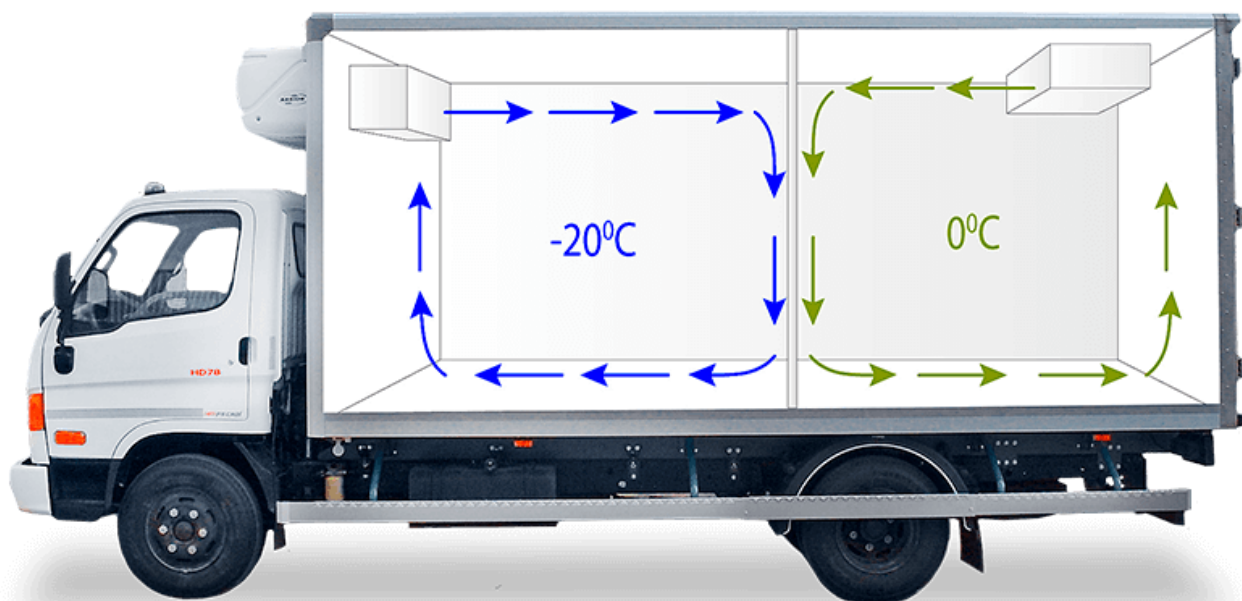


Рисунок 1 – Рефрижератор с двузонным кузовом

Кроме температурного режима, необходимо учитывать размеры кузова. Для крупных партий товаров подойдут модели с большим объёмом, тогда как для доставки в небольшие магазины предпочтительны компактные автомобили. Особое внимание следует уделить состоянию уплотнителей дверей и теплоизоляции кузова, так как от них зависит герметичность и эффективность работы холодильной установки.

Для соблюдения санитарных норм внутренние поверхности кузова должны быть выполнены из материалов, которые легко поддаются дезинфекции. Обычно это нержавеющая сталь или пластик, устойчивый к воздействию моющих средств. Транспортные компании обязаны регулярно проводить санитарную обработку автомобилей, чтобы исключить риск контаминации груза.

Кроме того, важно наличие сертификатов, подтверждающих соответствие автомобиля санитарным требованиям. Некоторые виды продуктов, такие как мясо или рыба, требуют разделения внутри кузова для предотвращения перекрёстного загрязнения. Для этого используются перегородки или специальные контейнеры. Соблюдение всех гигиенических стандартов не только защищает груз, но и позволяет избежать претензий со стороны надзорных органов.

Каждый тип скоропортящихся продуктов имеет свои требования к условиям перевозки. Например, свежие овощи и фрукты требуют поддержания высокой влажности и температуры около $+5^{\circ}\text{C}$, тогда как замороженные продукты нуждаются в постоянном охлаждении до -18°C . Для молочных продуктов важна стабилизация температуры, чтобы избежать образования конденсата.

Некоторые грузы требуют дополнительных функций, таких как системы вентиляции или контроль уровня углекислого газа внутри кузова. Для

транспортировки хлебобулочных изделий подходят автомобили с изотермическими кузовами, которые поддерживают оптимальную температуру без использования холодильного оборудования. Выбор подходящего автомобиля напрямую влияет на сохранность груза и сроки доставки.

Скоропортящиеся грузы требуют особых условий транспортировки, чтобы сохранить свои качества и избежать порчи. Температурный режим становится ключевым фактором для обеспечения безопасности таких товаров. Для этого применяются современные технологии и инновационные решения, которые позволяют контролировать и поддерживать необходимые условия в течение всего маршрута.

Контроль температуры на каждом этапе перевозки осуществляется с помощью специализированного оборудования. Современные системы мониторинга включают в себя датчики температуры, которые устанавливаются внутри контейнеров или кузовов транспортных средств. Эти датчики передают данные в реальном времени, позволяя отслеживать изменения температуры и оперативно реагировать на возможные отклонения.

Одним из популярных решений является использование IoT-устройств, которые объединяют датчики и программное обеспечение. Такие системы обеспечивают не только мониторинг температуры, но и фиксируют другие параметры, например влажность или уровень освещения. Полученные данные передаются в облачное хранилище, где их можно анализировать и принимать управленческие решения. Таким образом, даже при транспортировке на большие расстояния можно гарантировать соблюдение всех условий.

Упаковка играет не менее важную роль в сохранении температурного режима. Для скоропортящихся грузов используются термобоксы, изотермические контейнеры или специализированные обёрточные материалы. Такие решения позволяют минимизировать влияние внешней среды на груз и предотвращают резкие температурные скачки.

Современные материалы для упаковки обладают высокими теплоизоляционными свойствами. Например, вакуумные панели и многослойные плёнки эффективно поддерживают стабильную температуру внутри контейнера. Для перевозки продуктов питания или медикаментов часто применяются охлаждающие элементы, такие как гелевые аккумуляторы холода или сухой лёд. Это обеспечивает безопасность грузов даже при длительных перевозках.

Автоматизированные системы управления становятся всё более популярными в логистике. Они позволяют значительно снизить риск человеческого фактора и обеспечивают высокий уровень точности. Автоматизация включает в себя программируемые термостаты, системы предиктивного анализа и интеграцию с транспортными платформами.

Одним из примеров является использование машинного обучения для прогнозирования изменений температуры. Система может учитывать такие факторы, как климатические условия на маршруте, особенности транспортного средства и тип груза. Это позволяет заранее подготовить транспорт и

оптимизировать условия перевозки. В результате минимизируются риски порчи груза и увеличивается эффективность процесса.

Технологии контроля температуры продолжают активно развиваться. В ближайшем будущем ожидается появление ещё более точных и доступных решений. Например, внедрение наноматериалов для упаковки, которые способны самостоятельно регулировать теплообмен. Кроме того, развиваются системы искусственного интеллекта, которые смогут автоматически корректировать температурный режим в зависимости от изменяющихся условий.

Особое внимание уделяется экологическим аспектам. Современные решения разрабатываются с учётом минимального влияния на окружающую среду. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели для питания датчиков, становится важным шагом к устойчивому развитию.

Перевозка скоропортящихся продуктов — это сложный процесс, требующий использования специализированных автомобилей, которые соответствуют всем техническим и санитарным требованиям. Правильный выбор транспорта позволяет сохранить качество товаров, минимизировать риски потерь и соблюдать требования законодательства. Применение технологий контроля температуры при перевозке скоропортящихся грузов позволяет обеспечить их сохранность и качество, а также повысить эффективность логистических процессов. Инновации в этой области открывают новые возможности для бизнеса, улучшая как транспортные операции, так и экологические показатели.

Библиографический список

1 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665214 Российская Федерация. Расчет потребления топлива грузовыми автомобилями при перевозке сельскохозяйственных грузов : № 2022664314 : заявл. 29.07.2022 : опублик. 11.08.2022 / А. С. Степашкина [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

2 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.

3 Успенский, И. А. 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.

4 Патент № 2584041 С1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2015107218/11 : заявл. 02.03.2015 : опублик. 20.05.2016 / И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический

университет имени П.А. Костычева".

5 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 ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

6 Патент на полезную модель № 194128 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2019100387 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 28.11.2019 / И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

7 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.

8 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. Бoryчев, Д. С. Рябчиков, Д. В. Колошеин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9 Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / О. В. Филюшин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 429-439.

УДК 656.073

*Новикова С.В.,
Сафронюк И.Д., студент
ФГБОУ ВО СибГИУ, г. Новокузнецк, РФ*

ГРУЗОВОЕ АТП КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА

Грузовое автотранспортное предприятие (АТП) представляет собой пример сложного объекта управления, деятельность которого направлена на преобразование трудовых и материальных ресурсов в услугу по перевозке грузов. С точки зрения управления, основная трудность заключается в том, что АТП — это не сумма отдельных цехов или отделов, а сложная организационно-техническая система, обладающая свойствами целостности, иерархичности и адаптивности. Следовательно, для принятия эффективных управленческих решений руководитель должен видеть не изолированные проблемы, а системные взаимосвязи, их породившие [1].

Первым и наиболее важным свойством грузового АТП выступает целостность системы. Это означает, что предприятие представляет собой не просто механическую сумму отдельных компонентов — автомобилей,

сотрудников, зданий и технологических карт, — а нечто качественно большее, единый и неделимый организм, все элементы которого настолько тесно переплетены и взаимозависимы, что изъятие или серьезный сбой в работе одного из них неминуемо влечет за собой реакцию изменения других элементов.

Другой ключевой характеристикой является наличие тесных взаимосвязей между элементами, которые образуют сложную сеть постоянного обмена. В контексте функционирования грузового АТП как сложной системы наблюдается циркуляция материальных, информационных и финансовых потоков. Особую системообразующую роль играют информационные потоки, обеспечивающие интеграцию и координацию материальных и финансовых ресурсов предприятия. Синхронизация этих разнородных потоков создает необходимые условия для достижения синергетического эффекта в деятельности транспортного предприятия [1].

Не менее важным аспектом выступает иерархичность строения грузового АТП. Система в целом закономерно распадается на крупные, функционально обособленные подсистемы — техническую, технологическую, экономическую, управленческую и социальную. Однако каждая из этих подсистем, в свою очередь, сама является системой более низкого порядка, обладающей собственной внутренней структурой и законами развития. Так, техническая подсистема включает в себя не только подвижной состав, но и систему его технического обслуживания и ремонта, которая представляет собой сложный комплекс регламентных работ, диагностики, логистики запчастей и труда специалистов. Подобная структура, где система содержит в себе подсистемы, а те — еще более мелкие элементы, требует от управления многоуровневого подхода, учитывающего специфику каждого иерархического уровня [2].

Наконец, грузовое АТП — это не замкнутый объект, а открытая и адаптивная система, находящаяся в состоянии постоянного и активного взаимодействия с внешней средой. Она испытывает на себе прямое влияние множества внешних факторов: колебаний рыночного спроса и агрессивных действий конкурентов, изменений в налоговом и экологическом законодательстве, состояния дорожной инфраструктуры и даже погодных условий. Способность системы к адаптации, то есть к гибкому изменению своей внутренней организации и процессов в ответ на препятствия извне, является залогом ее долгосрочной устойчивости и конкурентоспособности. Таким образом, жизнедеятельность грузового АТП представляет собой непрерывный процесс адаптации к меняющимся условиям, что еще более усложняет задачи по его эффективному управлению.

Структурный анализ грузового автотранспортного предприятия позволяет выделить в его организме пять фундаментальных подсистем, каждая из которых выполняет строго определенную роль, но при этом находится в тесном взаимодействии с остальными. Данные подсистемы формируют базовые функциональные элементы предприятия, где нарушение в работе любого компонента закономерно вызывает сбой во всей организационной структуре.

Техническая подсистема представляет собой материальный фундамент и

производственный потенциал предприятия. Это сложный комплекс, включающий в себя подвижной состав — грузовые автомобили различной грузоподъемности и назначения. Не менее важной составляющей является производственно-техническая база: гаражи, склады, ремонтные зоны, оснащенные диагностическим оборудованием, подъемниками и специальным инструментом. Однако центром технической подсистемы является отлаженная система технического обслуживания и ремонта — это циркуляторная система предприятия, четкий, регламентированный ритм которой обеспечивает постоянную работоспособность и исправное состояние каждого транспортного средства. Без четко отлаженного комплекса плановых осмотров, профилактических работ и оперативного устранения неисправностей даже самый современный парк быстро деградирует до состояния неработоспособных механизмов, что парализует ключевые процессы предприятия.

Технологическая подсистема выполняет координирующую и преобразующую функцию, преобразующую ресурсы в конкретные логистические решения. Она охватывает весь процесс перевозки груза от момента принятия заказа до конечной выгрузки. В ее ведении находятся интеллектуально емкие задачи разработки оптимальных маршрутов движения, учитывающих не только расстояние, но и дорожную обстановку, пропускную способность магистралей и временные ограничения; составления жестких графиков движения и простоя, синхронизирующих работу водителей, погрузочно-разгрузочных площадок и клиентов; организации экспедирования и контроля за перемещением груза на всем его пути. Эта подсистема формализуется в виде нормативно-технологической документации — регламентов, инструкций и маршрутных карт, которые выступают в роли алгоритмов, стандартизирующих работу.

Экономическая подсистема обеспечивает жизнеспособность и финансовую устойчивость предприятия. Ее ключевые функции включают стратегическое ценообразование, где необходимо найти баланс между рыночной конкурентоспособностью и покрытием всех видов издержек. Эта подсистема немыслима без отлаженного механизма учета и отчетности — бухгалтерского, налогового и, что особенно важно, управленческого, который предоставляет руководству точные данные для анализа основных показателей. Именно здесь абстрактные километры и тонны обретают конкретное финансовое выражение [3].

Управленческая и организационная подсистема формирует структурно-функциональный каркас и стратегический центр принятия решений предприятия. Эта подсистема воплощается в организационной структуре — четком распределении функций между отделами логистики, эксплуатации, бухгалтерии и кадрами, где прописаны зоны ответственности и каналы подчинения. Ее суть раскрывается через классические функции управления: стратегическое планирование на перспективу, оперативная организация текущих процессов, эффективная мотивация персонала и контроль за исполнением решений. Кроме того, она ответственна за построение рациональных информационных потоков, которые должны своевременно и без

искажений доставлять данные от водителей к диспетчерам, от менеджеров к руководству и между всеми смежными подразделениями, обеспечивая согласованность действий всего коллектива.

Социальная подсистема, является самой сложной и тонкой, поскольку ее основу составляет человеческий фактор. Это душа предприятия, представленная его персоналом — от водителей, чья квалификация и ответственность напрямую влияют на безопасность и репутацию компании, до диспетчеров, механиков, менеджеров и руководителей. Эффективность этой подсистемы определяется корпоративной культурой, системой материальной и нематериальной мотивации, условиями труда, социальным пакетом и сплочённостью коллектива.

Подлинная сложность и системная целостность грузового автотранспортного предприятия проявляются в динамическом взаимодействии его структурных компонентов, образующих непрерывный и взаимозависимый процесс функционирования. Их ценность и функциональность проявляются исключительно в кооперации, где решение, принятое в одной сфере, немедленно отзывается эхом во всех остальных.

Внутренняя конфигурация подсистем постоянно корректируется под влиянием внешней среды. Например, ужесточение экологических норм для грузового транспорта выступает мощным импульсом, который одновременно воздействует на все внутренние подсистемы, вызывая их синхронную перестройку. Техническая подсистема требует капитальных вложений в обновление парка или его модернизацию. Технологическая — совершенствования или оптимизации маршрутов, например, с учетом введения платных экологических зон в городах. Экономическая — проведения сложных расчетов окупаемости новых инвестиций и пересмотра тарифной политики. Управленческая — организации проектного управления по внедрению изменений. Социальная — переобучения водителей новым правилам эксплуатации и экологичного вождения [2].

Правильно согласованные действия всей структуры предприятия на внешние изменения позволяют не только сохранить операционную деятельность, но и адаптироваться, трансформируя потенциальную угрозу в возможность для развития. Именно в этой сложной, многомерной паутине взаимосвязей и кроется главная сложность и секрет эффективного управления грузовым АТП.

Многогранность внешнего воздействия проявляется через разнородные, но взаимосвязанные факторы. Клиенты и конкуренты формируют конкурентную среду функционирования предприятия: требования заказчиков определяют стандарты качества и сервиса, а активность конкурентов стимулирует постоянный поиск путей оптимизации - будь то снижение издержек, повышение скорости доставки или разработка уникальных логистических решений [2].

Не менее значимое влияние оказывают партнеры и поставщики, формируя ресурсную базу предприятия. От стабильности поставок топлива, качества запчастей, условий страхования и доступности кредитных ресурсов

напрямую зависит бесперебойность и экономическая эффективность всех внутренних процессов. Инфраструктурный фактор — состояние автомобильных дорог, пропускная способность магистралей, работа логистических терминалов и портов — физически определяет возможности и ограничения транспортной сети, напрямую влияя на скорость доставки, расход топлива и износ подвижного состава [2].

Таким образом, грузовое автотранспортное предприятие представляет собой сложную многоуровневую систему, где техническая, технологическая, экономическая, управленческая и социальная подсистемы находятся в постоянном взаимодействии. Эффективность такой системы определяется не только работоспособностью ее отдельных элементов, но и качеством их взаимосвязей. Способность предприятия адаптироваться к изменениям внешней среды, сохраняя при этом внутреннюю сбалансированность, становится главным фактором устойчивого развития.

Библиографический список

1. Неруш, Ю. М. Логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, А. Ю. Неруш. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 419 с. // Электронный ресурс. Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560431> (дата обращения: 14.10.2025).
2. Григорьев, М. Н. Логистика : учебник для вузов / М. Н. Григорьев, С. А. Уваров. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 746 с. // Электронный ресурс. Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559734> (дата обращения: 14.10.2025).
3. Савин, В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом : справочное пособие / В. И. Савин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дело и Сервис, 2004. - 544 с.
4. Антонов, А. В. Системный анализ : учебник / А.В. Антонов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 366 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2140960> (дата обращения: 14.10.2025). – Режим доступа: по подписке.
5. Программное обеспечение для организации грузовых перевозок / В. В. Терентьев, А. В. Шемякин, К. П. Андреев [и др.] // Научно-технические приоритеты развития АПК России : материалы 76-й международной научно-практической конференции. – Рязань, 2025. – С. 246-252.
6. Ваулина, О.А. Повышение эффективности использования автотранспорта на основе средств автоматизации / О.А. Ваулина // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : материалы Межвузовской научно-практической конференции. – Рязань: РИРО, 2013. – С. 43-45.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ТРАНСПОРТ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

Каждый день на дорогах можно встретить специализированные автофургоны, предназначенные для перевозки продуктов, требующих соблюдения строгого температурного режима. Такие машины позволяют доставлять скоропортящиеся грузы в идеальном состоянии, даже если путь занимает несколько дней. Поддержание оптимальной температуры и влажности — ключевые факторы сохранности продуктов питания, медицинских препаратов и других товаров.

Рефрижераторный автофургон оснащён специальной термоизоляцией, которая предотвращает проникновение внешней температуры внутрь кузова. Встроенные холодильные установки обеспечивают стабильное охлаждение или заморозку груза, вне зависимости от внешних условий. Современные модели оборудованы цифровыми системами контроля, позволяющими отслеживать и регулировать параметры в режиме реального времени.

Используемые материалы для обшивки кузова — панели из полиуретана или других теплоизоляционных материалов. Такая конструкция минимизирует теплопотери и защищает содержимое от резких температурных перепадов. Современные технологии позволяют создавать утеплители с низкой теплопроводностью, лёгким весом и долговечностью. Пенополиуретан, пенополистирол и многослойные отражающие материалы активно используются в производстве термофургонов. Они обеспечивают минимальные потери тепла или холода, что особенно важно при перевозке скоропортящихся продуктов или медицинских препаратов.

Кроме того, качественная изоляция снижает энергозатраты на поддержание температуры. Холодильное оборудование работает эффективнее, так как теряется меньше энергии на компенсацию температурных перепадов. Это также продлевает срок службы техники и уменьшает износ оборудования. Благодаря современным материалам изоляция становится выгодным вложением для владельцев автопарков.

Процесс изоляции фургона состоит из нескольких этапов. Первоначально проводится подготовка поверхности: её очищают от пыли, грязи и коррозии. Затем на стенки, пол и потолок фургона наносят изоляционный материал. Используются различные техники, включая напыление или крепление готовых панелей. Особое внимание уделяется герметичности стыков, чтобы избежать утечек воздуха.

Следующий этап — установка защитных покрытий. Это может быть металл, пластик или влагостойкие панели. Защитные покрытия предохраняют изоляцию от механических повреждений и воздействий окружающей среды.

Завершается процесс тестированием — проверяется герметичность, термостойкость и общее качество выполненной работы. Такой комплексный подход гарантирует надёжную изоляцию, соответствующую требованиям заказчика.

Каждый тип груза требует индивидуального подхода к изоляции. Для продуктов питания важно обеспечить не только постоянную температуру, но и соблюдение санитарных норм. В таких фургонах часто используются легко моющиеся материалы с антибактериальным покрытием. Для перевозки медикаментов необходима высокая точность поддержания температуры, а также защита от резких температурных колебаний.

Замороженные продукты перевозятся в условиях экстремально низких температур. Здесь применяется особо толстый слой утеплителя и мощное холодильное оборудование. Для доставки цветов или других грузов, чувствительных к влажности, изоляционные материалы выбираются с учётом их способности регулировать влажность внутри фургона. Разнообразие решений позволяет адаптировать изоляцию под конкретные требования бизнеса.

При выборе материалов и технологий изоляции следует учитывать несколько ключевых факторов. Прежде всего, это тип перевозимых грузов и их температурные требования. Также важно учитывать климатические условия региона эксплуатации транспорта. Для суровых зим требуется более толстый слой утепления, тогда как для тёплого климата подойдёт облегчённый вариант.

Ещё один важный аспект — стоимость и долговечность материалов. Экономия на изоляции может привести к большим потерям из-за порчи груза. Поэтому стоит отдавать предпочтение проверенным производителям и технологиям, которые обеспечат долгий срок службы. Качество изоляции напрямую влияет на успех бизнеса, связанного с грузоперевозками.

Эффективная изоляция грузовых фургонов — это не только способ обеспечить сохранность груза, но и возможность сократить затраты на энергоресурсы и продлить срок службы оборудования. Инвестируя в качественные материалы и профессиональный монтаж, компании повышают свою конкурентоспособность на рынке и заботятся о репутации надёжного перевозчика.

Перевозка с использованием рефрижераторов имеет несколько ключевых преимуществ. Во-первых, она позволяет значительно расширить географию поставок. Благодаря поддержанию стабильного температурного режима продукты сохраняют свою свежесть даже при длительных перевозках.

Во-вторых, такие автофургоны обеспечивают надёжную защиту груза от внешних факторов, включая перепады температур, влажности и механические повреждения. Это особенно важно при транспортировке хрупких продуктов, таких как ягоды, зелень или морепродукты. Третье преимущество — универсальность: рефрижераторы подходят для перевозки продуктов питания, лекарственных препаратов, косметической продукции и даже цветов.

Выбор автофургона с рефрижератором зависит от типа перевозимого груза. Для продуктов питания чаще всего используют машины с

температурным диапазоном от -20 до +5 градусов Цельсия. Медицинские препараты требуют ещё более строгих условий, включая дополнительные системы контроля влажности и стерильности.

Не менее важным фактором является объём кузова. Малые рефрижераторы подходят для локальных поставок, тогда как крупнотоннажные машины используются для межрегиональных или международных перевозок. Также стоит учитывать наличие современных систем мониторинга, которые помогут отслеживать состояние груза в процессе транспортировки.

Спрос на рефрижераторные перевозки растёт, что стимулирует развитие технологий в этой области. На рынке появляются модели с улучшенной энергоэффективностью, позволяющие снизить эксплуатационные расходы и воздействие на окружающую среду. Использование экологически чистых хладагентов становится обязательным стандартом для новых установок.

Ещё один тренд — интеграция рефрижераторов в системы интернета вещей. Такие машины могут автоматически передавать данные о состоянии груза и маршруте в режиме реального времени (рис. 1). Это повышает прозрачность и позволяет оперативно реагировать на любые отклонения от заданных параметров.

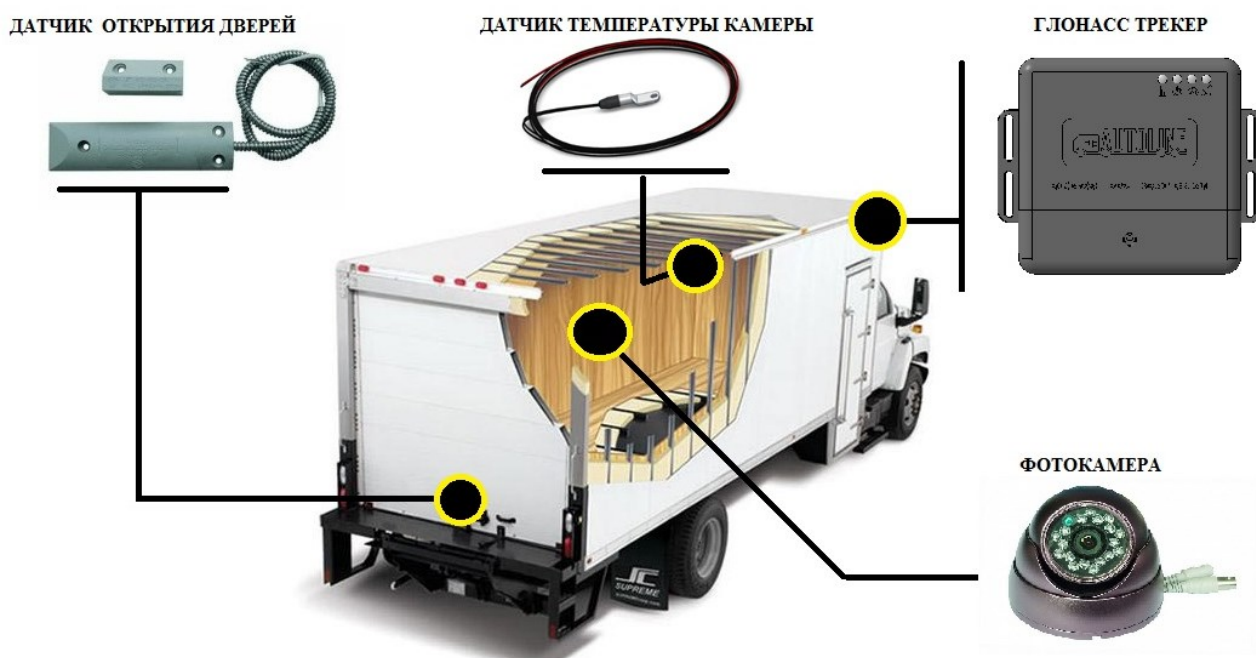


Рисунок 1 – Электронные системы контроля параметров рефрижератора

Рефрижераторные автофургоны занимают важное место в современной логистике. Они обеспечивают сохранность скоропортящихся товаров и способствуют их качественной доставке на большие расстояния. С учётом технологического прогресса в этой области можно ожидать дальнейшего роста эффективности и экологичности таких перевозок.

Библиографический список

- 1 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.
- 2 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 ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
- 3 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".
- 4 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 ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
- 5 Патент на полезную модель № 194128 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2019100387 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 28.11.2019 / И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
- 6 Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / О. В. Филюшин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 429-439.
- 7 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 [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».
- 8 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.
- 9 Успенский, И. А. 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.

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ РЕФОРМ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Екатеринбург, являясь крупным мегаполисом, регулярно сталкивается с транспортными вызовами, включая пробки, экологические проблемы и увеличение пассажиропотока. Транспортная реформа 2024–2025 годов ставит перед собой амбициозную цель — модернизировать систему общественного транспорта (ОТ), сделав её более удобной, доступной и привлекательной для горожан. В ходе реформы планируется оптимизация маршрутной сети, переход на брутто-контракты, улучшение инфраструктуры и обновление подвижного состава. Однако предыдущие этапы реформ, проведенные в 2017 и 2020 годах, выявили ряд проблем, таких как снижение транспортной доступности в отдельных районах и сложности адаптации горожан к изменениям. В этом контексте важно проанализировать перспективы предстоящих преобразований, опираясь на данные текущего состояния транспортной системы и мнение жителей.

Реформирование пассажирских перевозок в городе Екатеринбурге — это перманентная история.

Рассмотрим хронологию и ключевые этапы этого процесса.

- 2017 — план «кардинальной» реформы сети маршрутов. В конце 2016—в начале 2017 городу предлагалась радикальная перепланировка: отмена большинства старых маршрутов и введение около 45 новых коротких маршрутов (планировалось с 1 июля 2017). Проект вызвал широкое обсуждение и был отложен [1].

- 2019—2023 — постепенная реализация новой схемы. Реформа выполнялась поэтапно: менялись маршруты, частота движения, проводилась перезагрузка перевозчиков. К концу 2023 года прошла большая перенумерация маршрутов в «европейском» ключе (разделение нумерации по видам транспорта) [2].

- 2024 — мэр объявил о переходе к системе брутто-контрактов (оплата перевозчикам за работу по расписанию, а не за собранные билеты) и инициировал обсуждение оптимизации тарифа [3].

На сегодняшний день, к реальным результатам транспортных реформ в городе можно отнести:

1. Уменьшение числа перекрывающихся маршрутов,
2. единая нумерации по видам транспорта,
3. переход на брутто-контракты,
4. обновление парка ОТ, на улицах города появились современные трамваи, и автобусы (включая сочленённые автобусы и новые трамвайные модели).

Реакция населения города на произошедшие изменения двоякая. Особое недовольство вызвала перенумерация маршрутов, что привело к путанице у части населения. А также, переход к более коротким маршрутам, что увеличило число пересадок для части пассажиров.

Авторы исследования в январе 2025 года провели опрос, среди учащихся УГЛТУ, УрФУ и СУНЦ УрФУ. Анкетирование включало вопросы об удобстве использования ОТ в городе Екатеринбург. В опросе приняло участие 98 респондентов.

В частности, у участников анкетирования уточняли:

- количество пересадок на маршруте дом-учеба (рис.1).

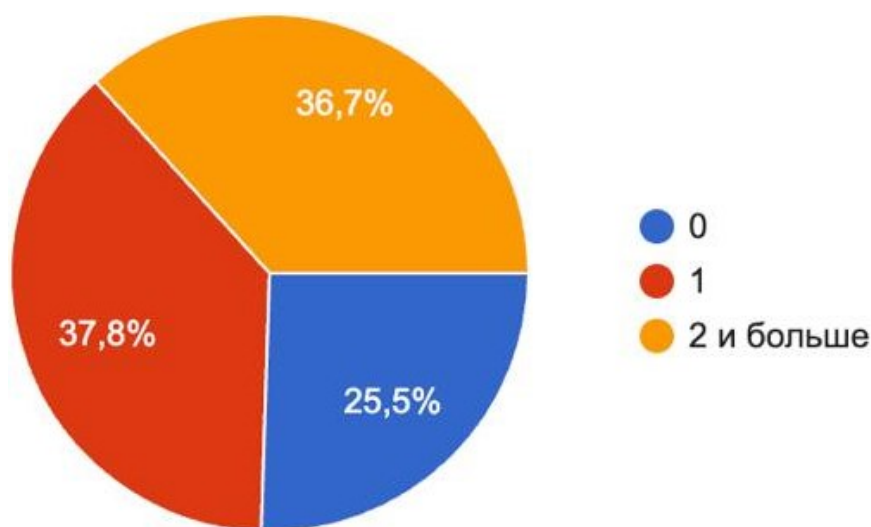


Рисунок 1 – Результаты опроса на вопрос о количестве пересадок

- время, затраченное на дорогу до учебы на ОТ (t_1) (рис.2.а) и на такси или личном транспорте (t_2) (рис. 2 б.).

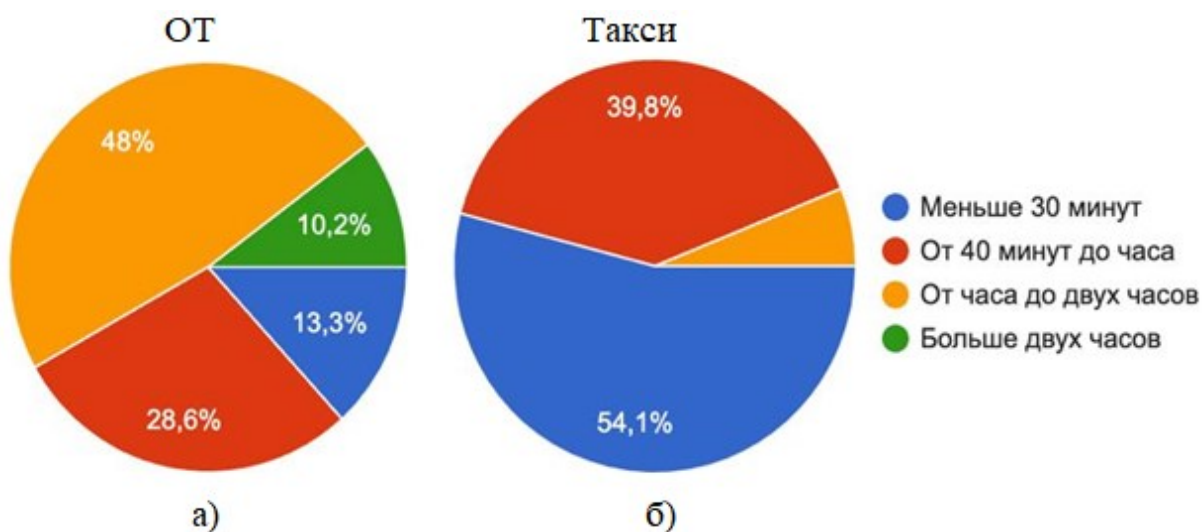


Рисунок 2 – Результаты опроса на вопрос о времени, затраченном на дорогу до учебы

- оценку удобства ОТ по пятибалльной шкале (рис.3).

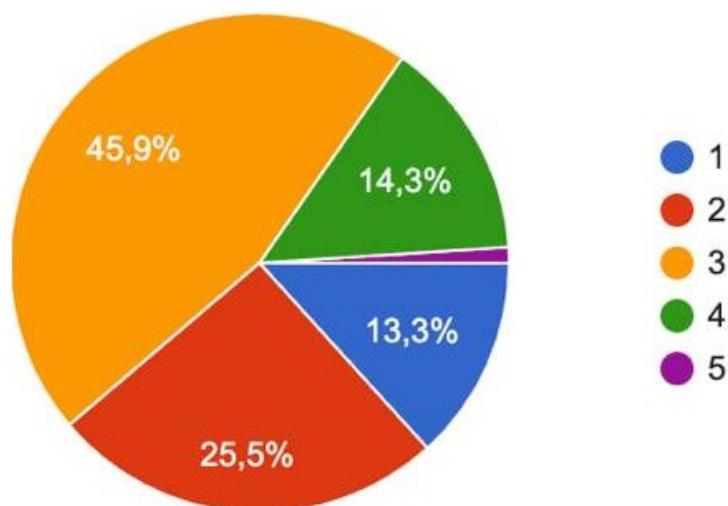


Рисунок 3 – Результаты опроса на вопрос об удовлетворенности качеством ОТ

Сводные результаты опроса по этим вопросам представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сгруппированные данные опроса

Количество пересадок	Количество анкет	Среднее $\Delta t = t_1 - t_2$, мин	Средняя оценка качества ОТ
0	25 (25,5%)	13,20	3,00
1	37 (37,8%)	27,30	2,54
2 и больше	36 (36,7%)	38,21	2,41

Данные табл.1 показывают, что прямыми маршрутами пользуются только 25,5% участников опроса.

Респонденты, которые не сталкиваются с пересадками, оценивают удобство использования ОТ выше всего. Это связано с отсутствием необходимости дополнительных действий, экономией времени и снижением риска неудобств, таких как длительное ожидание транспорта или пропуск нужного рейса. Для пользователей, не совершающих пересадок, Δt составляет 13,20 минуты, что указывает на сравнительно небольшую разницу во времени между ОТ и личным автомобилем. Это делает общественный транспорт конкурентоспособным.

При одной пересадке средняя оценка снижается до 2,54 балла. Причиной может быть увеличение сложности маршрута, необходимость планирования пересадки и возможный дискомфорт при её выполнении. При одной пересадке Δt возрастает до 27,30 минуты. Это обусловлено не только дополнительным временем ожидания пересадки, но и увеличением общего времени в пути.

Для пользователей с двумя и более пересадками средняя оценка падает до 2,41 балла. Здесь явно сказывается значительное увеличение временных и физических затрат, что делает поездку менее комфортной. При двух и более пересадках Δt достигает 38,21 минуты. Такое значительное увеличение времени в пути связано с необходимостью неоднократного ожидания транспорта и,

возможно, отсутствием хорошо синхронизированных маршрутов. В таких условиях общественный транспорт теряет конкурентоспособность и стимулирует переход пассажиров на личные автомобили.

Увеличение Δt и снижение оценок удобства ОТ связано не только с числом пересадок, но и с отсутствием синхронизации расписаний, неразвитостью пересадочных узлов и нехваткой информации для планирования маршрута.

. Следовательно, для повышения привлекательности общественного транспорта необходимо:

- развивать сеть прямых и сквозных маршрутов, в том числе за счет выделенных полос,
- обеспечивать удобные и синхронизированные пересадки,
- сокращать общее время в пути за счёт оптимизации расписаний и создания комфортных пересадочных узлов.

В заключение отметим, что выделенные полосы стали ключевой и относительно свежей компонентой реформы общественного транспорта в Екатеринбурге, особенно начиная с конца 2024 и в 2025 годах. В планах мэрии организовать около 51 км таких полос [4].

Однако успех этой меры будет зависеть не только от разметки и наличия полос, но от множества факторов: контроля соблюдения, интеграции с маршрутами и сигналами светофоров, общественного принятия, тарифной политики и грамотной стратегии управления. Если все элементы будут скоординированы, выделенные полосы могут существенно повысить эффективность ОТ и снизить отток пассажиров к личному транспорту [5].

Транспортная реформа 2024–2025 годов в Екатеринбурге представляет собой очередной шаг на пути к созданию современной, экологичной и удобной системы общественного транспорта. Анализ данных показывает, что успешная реализация реформы требует решения проблем, связанных с числом пересадок, временем в пути и общим удобством поездок. Успешное внедрение запланированных изменений обещает не только улучшить транспортную доступность, но и повысить качество жизни горожан, сделав Екатеринбург примером комплексного подхода к городскому развитию.

Библиографический список

1. Липович, Е.Е. про новую маршрутную сеть городского общественного транспорта / Е.Е. Липович. - Информационный канал Екатеринбурга, 2017. [электронный ресурс]. – URL: https://www.ekburg.ru/gost_portala/9656/ (дата обращения: 15.10.2025)
2. Автобусы в Екатеринбурге изменят нумерацию с 1 декабря/ Global city, 2023. [электронный ресурс]. – URL: <https://globalcity.info/news/26/10/2023/55331> (дата обращения: 15.10.2025)
3. Все, что надо знать о транспортной реформе Екатеринбурга. Интервью с вице-мэром Рустамом Галямовым/ 66.ru, 2023. [электронный ресурс]. - URL: <https://66.ru/news/society/273889/> (дата обращения: 15.10.2025).

4. Еще на одной улице в Екатеринбурге появилась выделенная полоса для автобусов/ Вечерние ведомости, 2025. [электронный ресурс]. – URL: <https://veved.ru/eburg/news/life/207263-esche-na-odnoj-ulice-v-ekaterinburge-pojavilas-vydelennaja-polosa-dlja-avtobusov.html> (дата обращения: 15.10.2025)

5. Мелькумова, Т.В. Проблематика внедрения выделенных полос в городе Рязани/ Т.В. Мелькумова, А.А. Кильдишев // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С.130-138.

6. Лозовая, О.В. Необходимость комплексного цифрового взаимодействия и обеспечения процессов управления в автотранспорте / О.В. Лозовая, Н.В. Барсукова, О.И. Ванюшина // Инновационный потенциал цифровой экономики: состояние и направления развития : сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С. 171-175.

УДК 656.07

*Стрижевский В.М., магистрант,
Залукаева Н.Ю., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, РФ*

ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ЧЕРЕЗ УЗЛОВЫЕ ТЕРМИНАЛЫ

В условиях современной глобализации экономики и интенсификации международных торговых отношений транспортно-логистическая система играет ключевую роль в обеспечении эффективного функционирования цепей поставок. Автомобильный транспорт, обладая высокой маневренностью и гибкостью, занимает особое место в системе грузоперевозок, обеспечивая доставку грузов от производителей к потребителям как в междугородном, так и в международном сообщении. Важнейшим элементом оптимизации транспортных потоков выступают узловые терминалы, концентрирующие и перераспределяющие грузопотоки, тем самым снижая логистические издержки и повышая экономическую эффективность всей транспортной системы [1, 2].

Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, одним из ключевых направлений развития транспортной отрасли является создание современных интегрированных транспортно-логистических систем, важнейшим элементом которых выступают узловые терминалы. В настоящее время наблюдается ряд проблем, связанных с недостаточной пропускной способностью существующих терминалов, несовершенством организационно-технологических процессов, слабым уровнем информационного обеспечения и автоматизации процессов обработки грузов, что негативно сказывается на общей эффективности системы автомобильных грузоперевозок и требует научно обоснованных решений для их преодоления.

Узловые терминалы выступают ключевыми элементами инфраструктуры, обеспечивающими концентрацию и перераспределение грузопотоков, что способствует существенному снижению логистических издержек и повышению экономической результативности всей транспортной системы [3].

Терминологическая база исследования основывается на фундаментальных работах отечественных и зарубежных ученых в области транспортной логистики. Согласно исследованиям [4], узловой терминал представляет собой специализированный объект транспортно-логистической инфраструктуры, предназначенный для приема, накопления, переработки, распределения и отправки грузов различными видами транспорта, выполняющий функцию концентратора и распределителя грузопотоков в транспортно-логистической сети [5].

Сущность узловых терминалов в транспортно-логистической системе наиболее полно раскрывается через их основные функции и роль в оптимизации грузопотоков. Функциональное назначение узловых терминалов не ограничивается перевалкой грузов, а включает широкий спектр логистических операций, направленных на повышение эффективности всей цепи поставок, что детально представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Основные функции узловых терминалов в транспортно-логистической системе

Функция	Содержание функции	Значение для транспортно-логистической системы
Консолидация грузов	Объединение мелких партий грузов в крупные отправки	Снижение транспортных издержек за счет эффекта масштаба
Сортировка и распределение	Разделение крупных партий на мелкие отправки согласно адресам доставки	Оптимизация последней мили доставки и повышение уровня клиентского сервиса
Временное хранение	Буферизация грузопотоков для сглаживания неравномерности спроса и предложения	Обеспечение ритмичности поставок и снижение влияния сезонных колебаний
Перевалка грузов	ПЕРЕГРУЗКА с одного вида транспорта на другой или между транспортными средствами одного вида	Обеспечение непрерывности цепи поставок и оптимизация маршрутной сети
Информационное обеспечение	Сбор, обработка и передача информации о движении грузов	Повышение прозрачности цепи поставок и возможность отслеживания грузов в реальном времени
Дополнительные логистические услуги	Таможенное оформление, маркировка, упаковка, страхование и др.	Комплексное обслуживание клиентов и повышение конкурентоспособности

Анализ функционального назначения узловых терминалов свидетельствует о многоаспектности их деятельности и ключевой роли в обеспечении эффективности транспортно-логистической системы. Консолидация грузов позволяет существенно снизить транспортные издержки за счет эффекта масштаба, сортировка и распределение оптимизируют

«последнюю милю» доставки, временное хранение обеспечивает ритмичность поставок, перевалка грузов гарантирует непрерывность цепи поставок, информационное обеспечение повышает прозрачность логистических процессов, а дополнительные логистические услуги формируют комплексное предложение для клиентов, повышающее конкурентоспособность терминальных операторов на рынке [6, 7].

Место узловых терминалов в общей структуре транспортно-логистической системы наглядно продемонстрировано на рис. 1. Как видно из представленной схемы, узловой терминал выступает связующим звеном между различными уровнями логистической системы, обеспечивая интеграцию микро-, мезо- и макрологистических систем.



Рисунок 1 – Место узловых терминалов в транспортно-логистической системе

Исследование позиционирования узловых терминалов в транспортно-логистической системе позволяет сделать вывод об их интегрирующей роли, обеспечивающей взаимодействие различных участников цепи поставок на всех уровнях – от локального до глобального.

Узловые терминалы выступают ключевыми узлами транспортной сети, обеспечивающими эффективное распределение грузопотоков и оптимизацию логистических процессов [8]. Особую актуальность узловые терминалы приобретают в контексте развития мультимодальных и интермодальных перевозок, когда возникает необходимость в эффективном взаимодействии различных видов транспорта [9].

В условиях цифровизации экономики и внедрения современных информационных технологий происходит существенная трансформация роли и функциональности узловых терминалов. В работе [10] концептуально обосновывается, что интеграция цифровых технологий в деятельность узловых терминалов позволяет существенно повысить эффективность управления грузопотоками, обеспечить прозрачность и контролируемость логистических процессов, а также создать единое информационное пространство для всех участников цепи поставок. Таким образом, цифровые узловые терминалы трансформируются в информационно-аналитические центры, обеспечивающие синхронизацию материальных, информационных и финансовых потоков.

К мероприятиям по оптимизации управления входящими и исходящими грузопотоками предлагается внедрение системы предварительного бронирования временных слотов для обработки транспортных средств. Данная система позволит равномерно распределить нагрузку на терминал в течение рабочего дня, избежать образования очередей и повысить пропускную способность терминала на 15-20%. Для реализации системы предлагается использовать специализированное программное обеспечение, интегрированное с терминальной операционной системой и обеспечивающее возможность онлайн-бронирования через веб-портал или мобильное приложение. Разработка и внедрение алгоритмов динамического перераспределения грузопотоков между терминалами в рамках единой сети с использованием методов линейного программирования и искусственного интеллекта позволит снизить общие логистические издержки на 8-12% и повысить уровень использования терминальных мощностей на 10-15%.

Реализация технологии «сухого порта» для разгрузки крупных терминальных комплексов в городских агломерациях, предполагающая создание сателлитных терминалов в пригородных зонах, позволит снизить нагрузку на городскую транспортную инфраструктуру, сократить время ожидания обработки транспортных средств на 30-35% и повысить пропускную способность терминальной сети в целом. Внедрение системы прогнозирования грузопотоков на основе анализа больших данных и машинного обучения, обеспечивающей краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный прогнозы объемов и структуры грузопотоков, позволит оптимизировать планирование ресурсов терминала, снизить операционные затраты на 5-8% и повысить качество обслуживания клиентов.

В сфере развития технической инфраструктуры ключевым мероприятием является модернизация погрузочно-разгрузочного оборудования с внедрением автоматизированных и роботизированных систем, включающая замену устаревшего оборудования на современные высокопроизводительные модели, внедрение автоматизированных складских систем, применение автоматизированных транспортных средств, использование роботизированных манипуляторов. Модернизация оборудования позволит повысить производительность работ на 30-35%, сократить потребность в персонале на 20-25%, снизить энергопотребление на 15-20% и повысить безопасность операций.

Библиографический список

1. Гуськов, А.А. Проблемы организации грузовых перевозок в России / А.А. Гуськов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: межд. науч.-метод. конф. – Оренбург: Оренбургский институт путей сообщения. – 2021. – С. 98-101.
2. Юмашев, А.А. Транспортно-складская логистика: проблемы и перспективы развития / А.А. Юмашев, А.А. Гуськов // Техника и технология транспорта. – 2024. – Т. 35, № 4. – С. 19.
3. Гавриков, В.А. Структура транспортно-логистического предприятия / В.А. Гавриков, И.Н. Лавриков, А.А. Гуськов // Современная наука: теория, методология, практика: всерос. национ. науч.-практ. конф. – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2022. – С. 315-317.
4. Гуськов, А.А. Оптимизация маршрутов доставки грузов по направлению «восток - запад» через территорию Тамбовской области / А.А. Гуськов, В.В. Кирсанов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2021. – Т. 1. – С. 30-33.
5. Рогожникова, Д.Л. Анализ и обоснование выбора логистических каналов распределения продукции / Д.Л. Рогожникова, А.А. Гуськов // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации: всерос. студ. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 135-139.
6. Зверев, А.С. Автоматизация перевозочного процесса с целью совершенствования системы обеспечения безопасности дорожного движения / А.С. Зверев, А.А. Гуськов // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: межд. студ. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 335-339.
7. Гавриков, В.А. Качество транспортных услуг как показатель уровня логистического сервиса / В.А. Гавриков, А.А. Гуськов, И.Н. Лавриков // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт: VIII межд. науч.-практ. конф. – Тамбов: ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 267-269.
8. Гуськов, А.А. Развитие транспортно-логистических систем на территории Тамбовской области для улучшения экономического потенциала региона / А.А. Гуськов, И.Н. Лавриков, В.А. Гавриков // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2021. – № 4(74). – С. 262-265.
9. Лоншаков, А.А. Анализ эффективности создания терминальных систем малой и средней мощности / А.А. Лоншаков // Техника и технология транспорта. – 2020. – № 3(18). – С. 8.
10. Горев, А.Э. Информационные технологии на транспорте: учебник для вузов / А. Э. Горев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2025. – 314 с.
11. 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 научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018

года— Рязань: РГАТУ, 2018. С. 243-246

12. Программное обеспечение для организации грузовых перевозок / В. В. Терентьев [и др.] // Научно-технические приоритеты развития АПК России : материалы 76-й международной научно-практической конференции. – Рязань, 2025. – С. 246-252.

УДК 656.1

*Стрыгина В.О., студент
ФГБОУ ВО ТГТУ, г. Тамбов, РФ*

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Обеспечение безопасности на дорогах представляет собой комплекс мер, направленных на защиту жизни и здоровья всех участников дорожного движения, предотвращение аварийных ситуаций и минимизацию их последствий.

В последние годы наблюдается стремительный рост популярности средств индивидуальной мобильности (СИМ). Поскольку данный вид транспорта ранее не был массово представлен в дорожно-транспортной среде, требуется пересмотр и адаптация критериев безопасности с учетом его особенностей. Для выработки эффективных решений необходим всесторонний анализ отраслевого и международного опыта, а также внедрение научных разработок, применимых к новым формам мобильности.

Ключевые аспекты отраслевого опыта в сфере безопасности при использовании СИМ включают: анализ ДТП с участием СИМ, регулирование на законодательном уровне, контроль соблюдения ПДД.

Статистика данных о ДТП с участием электросамокатов и других микромобильных средств в Российской Федерации показывает рост показателей аварийности. Согласно данным в 2024 году показатели аварийности достигают максимальных значений. В 2024 году на территории РФ произошло 4426 (+42,8%) ДТП с участием микромобильных средств, в результате которых погибли 54 (+25,6%) человека, травмы различной тяжести получили 4591 (+44,5%) человек (рис. 1) [3].

В ДТП с микромобильными средствами наибольшее число смертельных случаев приходится на самих водителей СИМ (92,6%). В таких ДТП чаще всего получают ранения водители микромобильных средств, их доля составляет 70,5%, реже травмы получают пешеходы и пассажиры СИМ, их доля составляет 22,3% и 4,3% соответственно (рис. 2 и рис. 3) [3].

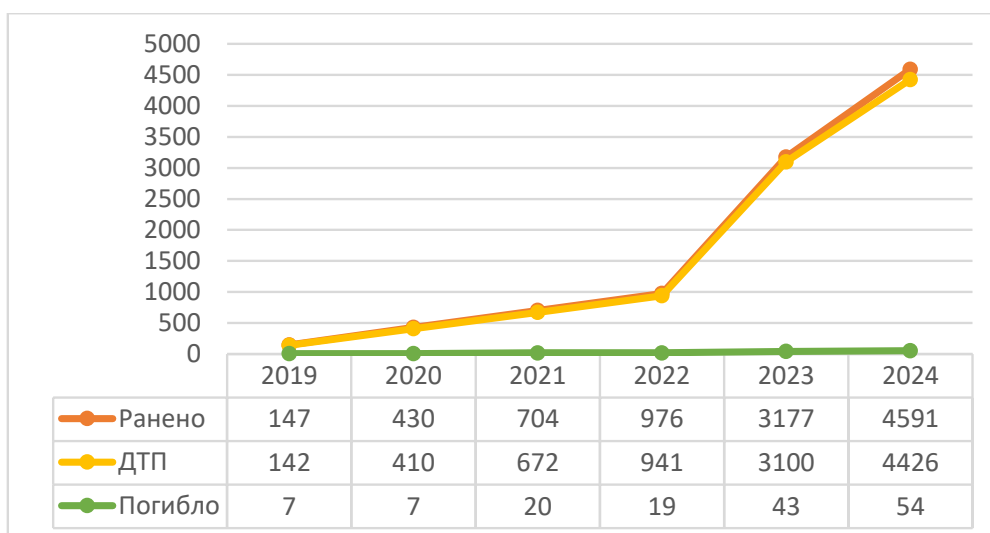


Рисунок 1 – Динамика основных показателей аварийности с участием СИМ

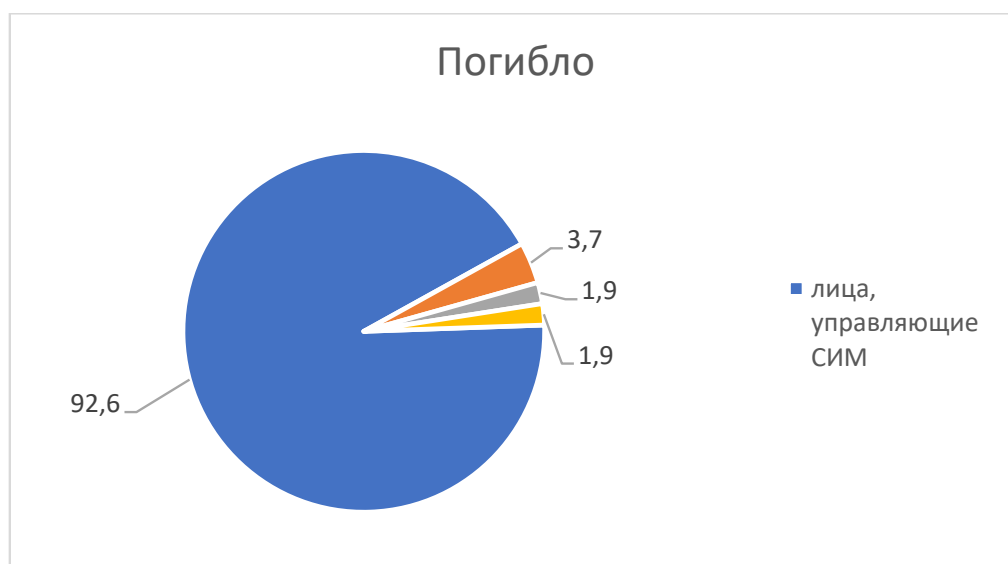


Рисунок 2 – Распределение пострадавших в ДТП с участием СИМ по категориям участников

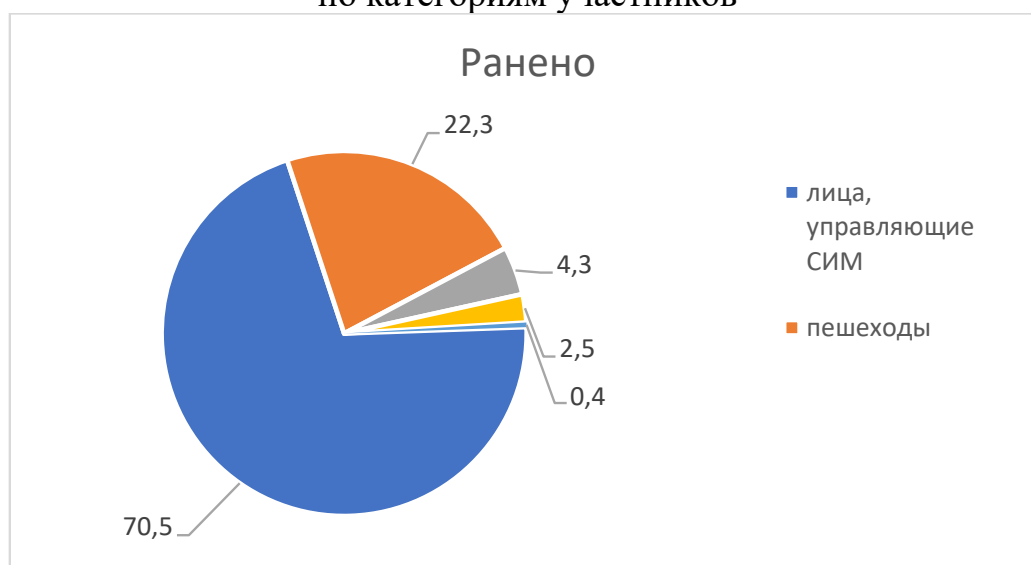


Рисунок 3 – Распределение пострадавших в ДТП с участием СИМ по категориям участников

Статистика аварийности с участием микромобильных средств имеет сезонную зависимость, пиковые значения характерны для теплого периода года. Рост аварийности начинается в апреле ввиду того, что с этого периода начинается активное использование СИМ. Наибольшая доля ДТП с участием СИМ зафиксирована в июне (17,7%) и июле (18,3%) (рис. 4) [3].

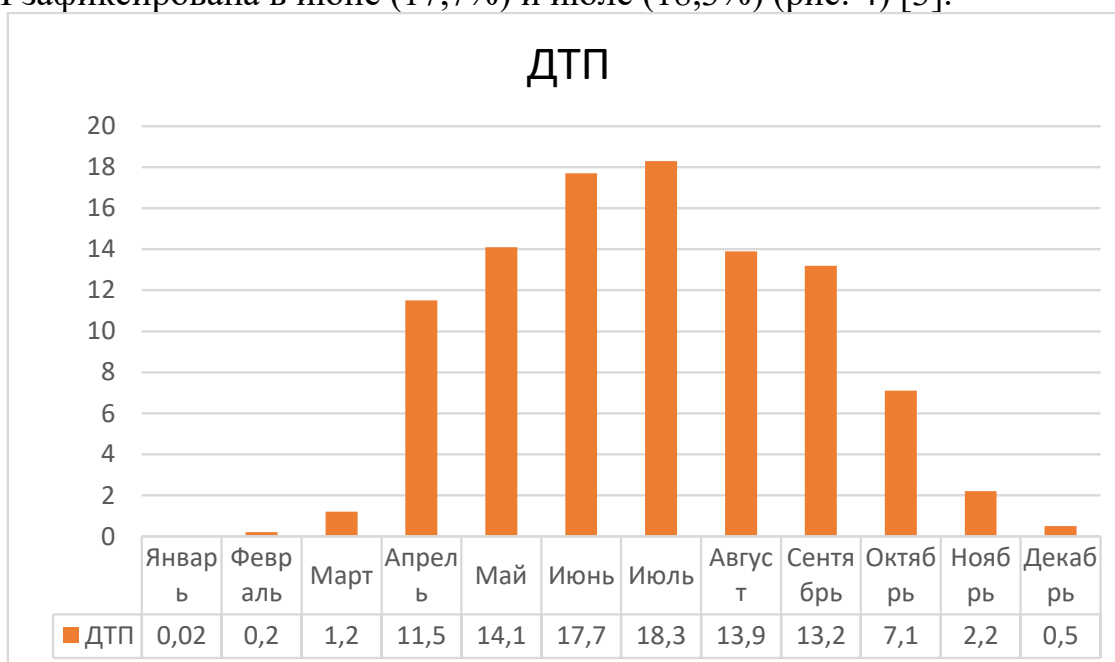


Рисунок 4 – Распределение ДТП с участием СИМ по месяцам

В местах пересечения проезжих частей (выезды с прилегающих территорий и перекрестки) зарегистрировано более четверти (27,7%) ДТП с участием СИМ. Более трети (37,6%) ДТП произошло на тротуарах, пешеходных дорожках и пешеходных зонах. На пешеходных переходах зафиксировано 17,6% происшествий (рис. 5). [3].



Рисунок 5 – Удельный вес ДТП с участием СИМ в зависимости от объекта улично-дорожной сети, на котором зарегистрировано происшествие

Чаще всего СИМ участвую в таких видах ДТП, как столкновение, наезд на движущийся и стоящий автотранспорт, наезд на пешехода, падение с мобильного электротранспорта [3].

Статистические данные показывают, что показатели безопасности дорожного движения с участием СИМ имеют негативную тенденцию роста. Аварийность с участием СИМ ежегодно растет. Количество происшествий, а также число пострадавших и погибших продолжает увеличиваться.

Стоит отметить, что в течении года количество ДТП с участием СИМ имеют неравномерное распределение, так с марта по ноябрь включительно значительно выше, чем в другие месяца. С декабря по февраль количество ДТП с участием СИМ имеет минимальные показатели. Это связано с тем, что в зимние месяцы на большинстве территории РФ достаточно низкие температуры воздуха, что может доставлять дискомфорт пользователям СИМ при передвижении на своем транспортном средстве. Дорожное покрытие в зимние месяцы имеет заснеженное и обледеневшее покрытие, поэтому СИМ практически не используется. Остальные месяцы имеют более благоприятные условия для передвижения на СИМ, но не на всей территории РФ потепление наступает и заканчивается в один и тот же календарный месяц.

Большинство ДТП с участием микромобильного электротранспорта происходит на тротуарах, пешеходных дорожках, пешеходных зонах, в следствии страдают водители СИМ и пешеходы. Травмы пешеходов в зонах, где разрешено движение СИМ, обусловлены человеческим, инфраструктурным и законодательным факторами.

Лица, управляющие СИМ, движутся хаотично, часто маневрируют, объезжая неровности дорожного покрытия пешеходов и другие препятствия на пути. Пешеходам затруднительно спрогнозировать траекторию движения человека, движущегося на СИМ.

Необходимо отметить, что тротуары, пешеходные дорожки, пешеходные зоны часто бывают перегружены большим количеством пешеходов, на них и вблизи них располагаются, лавочки, урны, рекламные щиты. Появление в таких зонах СИМ приводит к конфликту за ограниченное пространство для движения.

Для снижения показателей аварийности и повышения БДД пересматривается нормативно-правовая база на законодательном уровне, разрабатываются и модернизируются законодательные акты, регулиующую отрасль дорожного движения. На сегодняшний день происходит реорганизация в законодательной системе, которая касается использования СИМ.

Основной документ, который регулирует порядок движения транспортных средств и пешеходов на дорогах – ПДД. В России правила использования СИМ регулируются изменениями, внесенными в ПДД в 2023 году. Понятие средства индивидуальной мобильности (СИМ) в пункте 1.2 ПДД определяется как: транспортное средство, имеющее одно или несколько колес (роликов), предназначенное для индивидуального передвижения человека посредством использования двигателя (двигателей) (электросамокаты, электроскейтборды, гироскутеры, сигвеи, моноколеса и иные аналогичные средства) [7].

Раздел 24 ПДД предъявляет требования к движению СИМ:

- определяет места, где разрешено движение на СИМ. Велосипедные дорожки и велосипедные полосы предназначены для движения на СИМ, при отсутствии специализированных дорожек и полос, разрешено движение по тротуарам, пешеходным дорожкам, если вес ТС не превышает 35 кг, а при их отсутствии – по обочинам; разрешается движение по правому краю проезжей части дороги, если отсутствуют велосипедная и велопешеходная дорожки, полоса для велосипедистов, тротуар, пешеходная дорожка, обочина либо отсутствует возможность двигаться по ним, также движение по дороге разрешено, если СИМ оборудовано тормозной системой, звуковым сигналом, световозвращателями белого цвета спереди, оранжевого или красного цвета с боковых сторон, красного цвета сзади, фарой (фонарем) белого цвета спереди;
- определяет скорость движения СИМ по тротуарам и пешеходным дорожкам, которая не должна превышать 25 км/ч, на дороге разрешено движение транспортных средств со скоростью не более 60 км/ч, а также движение велосипедов;
- определяет приоритет движения пользователей СИМ и пешеходов, в связи с тем, что СИМ относятся к транспортным средствам, то лица управляющие СИМ обязаны уступать дорогу пешеходам;
- обязывает пользователей СИМ спешиться или снизить скорость, в случаях, когда СИМ создает помехи для движения пешеходов.

ПДД запрещает пользователям СИМ:

- управлять ТС в состоянии опьянения (алкогольного, наркотического или иного);
- перевозку грузов, мешающих управлению СИМ;
- перевозку пассажиров, если это не предусмотрено конструкцией СИМ;
- перевозить детей до 7 лет при отсутствии специально оборудованных для них мест;
- движение СИМ по автомагистрали;
- пересечение дороги по пешеходному переходу, не спешиваясь [7].

В ПДД имеются возрастные ограничения пользователей СИМ, согласно пункту 24.10, дети в возрасте до 7 лет могут передвигаться на СИМ только в сопровождении взрослых, дети в возрасте от 7 до 14 лет должны осуществлять движение только по тротуарам, пешеходным, велосипедным и велопешеходным дорожкам, а также в пределах пешеходных зон [7].

В целях регулирования дорожного движения при использовании СИМ с 1 марта 2023 г. введены новые дорожные знаки [7, 8]:

- 3.35 «Движение на средствах индивидуальной мобильности запрещено» (рисунок 6);
- табличка 8.4.7.2 - распространяет действие знака на лиц, использующих для передвижения СИМ (рисунок – 7);
- табличка 8.4.16 - не распространяет действие знака на лиц, использующих для передвижения СИМ (рисунок 8).



Рисунок 6 – Знак 3.35 «Движение на средствах индивидуальной мобильности запрещено»

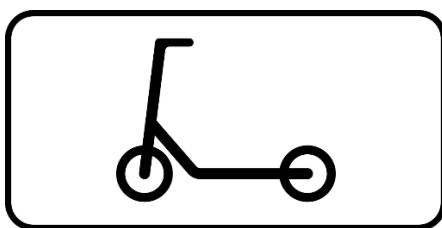


Рисунок 7 – Табличка 8.4.7.2

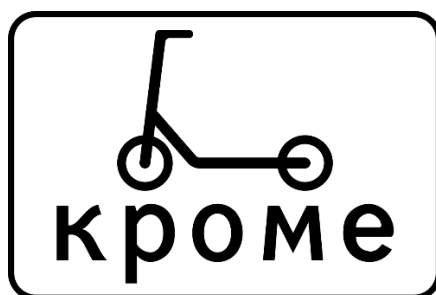


Рисунок 8 – Табличка 8.4.16

Действие знака 3.10 «Запрещается движение пешеходов» распространено также на лиц, использующих для передвижения СИМ.

Установлена возможность применения знака 3.1 «Въезд запрещен» совместно с табличками, в том числе с 8.4.7.2 и 8.4.16.

С использованием вышеуказанных дорожных знаков уполномоченные органы могут определять зоны запрета движения СИМ.

Одна из мер, разрабатываемая на государственном уровне – создание единого реестра СИМ с последующим присвоением индивидуального регистрационного номера и радиочастотного значка.

В настоящее время Минтранс России готовится новый законопроект, направленный на снижение аварийности. К разработке подключились представители Следственного комитета РФ. Среди ключевых предложений:

- приравнивание пользователей СИМ к водителям механических ТС с распространением на них соответствующих обязанностей и ответственности;
- на этих лиц будут распространяться соответствующие обязанности и

ответственность;

- дополнение категорий транспортных средств подкатегорией М1, включающей СИМ с электродвигателем мощностью до 0,25кВт;
- включение в категории М(мопеды) и А(мотоциклы) СИМ с электродвигателем мощностью от 0,25 до 4 кВт и свыше 4 кВт соответственно;
- соответственно, предоставление права на управление транспортными средствами подкатегории М1 лицам, достигшим 16-летнего возраста;
- введение однозначного запрета движения на СИМ более одного человека вне зависимости от конструкции;
- усиление приоритета пешехода на СИМ, в частности, ограничение скорости движения СИМ до 10 км/ч при сближении с пешеходами, запрет требования от пешехода пропустить СИМ, в том числе путём подачи звукового сигнала, а также более жёсткого регулирования движения СИМ в местах возможного внезапного появления пешеходов (арки, углы зданий) [4].

Безусловно, поправки, внесенные в законодательные акты и принятые меры, регулирующие правила использования СИМ, позволили определить статус участников движения, использующие СИМ; возраст лиц, которые могут управлять такими транспортными средствами; места, предназначенные для пользования СИМ. Также стоит отметить, что проекты, которые еще не вступили в силу и находятся на этапе разработки, несомненно, позволят решить проблему повышения безопасности движения при использовании СИМ, но результативность разрабатываемых мер достаточно сложно оценить.

Ввиду того, что пользователь микромобильного средства является водителем, к нему применяются соответствующие статьи Кодекса об административных правонарушениях (КоАП РФ):

- Нарушение правил движения (например, выезд на дорогу в неположенном месте, перевозка пассажиров) – штраф в размере 800 рублей (ст. 12.29 КоАП РФ).
- Создание помех в движении транспорту или пешеходам – штраф в размере 1000 рублей (ст. 12.30 КоАП РФ).
- Причинение вреда здоровью по неосторожности (например, наезд на пешехода): штраф от 1000 до 1500 рублей (ст. 12.30 КоАП РФ). Также возможна гражданская ответственность по возмещению ущерба.

Законодательство в области использования СИМ меняется стремительно, лица, использующие такой вид транспорта, возможно, не успевают ознакомиться с изменениями в законодательстве, либо сознательно этого не делают, так как приравнивают себя к пешеходам, в следствии чего нарушают ПДД.

Контроль за соблюдением ПДД осуществляется сотрудниками ГИБДД. Для лиц, использующих для передвижения СИМ предусмотрена административная ответственность.

Так как нормативная база формируется и отследить нарушения с помощью стационарных и мобильных комплексов фото- и видео- фиксации на данном этапе не представляет возможности, контроль осуществляется в ручном режиме. Проблема состоит в том, что на данный момент такие транспортные

средства не имеют никаких государственных знаков, поэтому отследить владельца транспорта не представляет возможности.

Обращая внимание на опыт компаний, предоставляющих услуги кикшеринга в РФ, можно отметить, что вопросы безопасности использования средств микромобильности достаточно актуален и для компаний, предоставляющих услуги по аренде такого вида транспорта, поэтому на уровне компаний также разрабатываются и применяются меры способствующие повышению безопасности использования средств индивидуальной мобильности.

Крупнейшие компании предоставляющие услуги кикшеринга на территории РФ – «Яндекс Go», «Whoosh», «МТС «Юрент»». Необходимо отметить, что транспортные средства, которые доступны для аренды имеют мощность электродвигателя не более 0,25 кВт, вес – не более 35 кг. Сами же компании устанавливают модуль ограничения скорости на устройства мобильности, что не позволяет арендодателям развивать скорость при передвижении на транспортном средстве более 25 км/ч.

Многие кикшеринговые компании предоставляют услуги по прокату СИМ только лицам, достигшим 18-летнего возраста. Для подтверждения возраста операторы кикшеринговых компаний используют функцию верификации, например, «МТС «Юрент»» использует сервис аутентификации МТС ID, а «Whoosh» определяет возраст пользователя при помощи авторизации через ID банка.

Для аренды СИМ пользователю необходимо подтвердить свой возраст, подписать электронный договор оферты и перед первой поездкой пользователь должен пройти краткий инструктаж в приложении, где описано как управлять самокатом, правила торможения, важность ношения шлема.

В связи с активным ростом числа СИМ на улицах Москвы, а также конфликтом между пешеходами и пользователями СИМ в Москве весной 2021 года были введены «медленные зоны» — участки вблизи транспортных пересадочных узлов, в парках, скверах, жилых кварталах и на оживленных улицах, где скорость движения СИМ ограничивается до 5–15 км/ч. Для соблюдения такого скоростного режима транспортные средства сервисов проката замедляются в пределах таких зон автоматически, а в местах, где движение на них может быть небезопасным даже на маленькой скорости, введены зоны полного запрета передвижения на СИМ [1, 5].

Пользователи таких СИМ несут ответственность за несоблюдение правил дорожного движения. Кроме того, штрафы, причем значительно более крупные, чем предусмотрено КоАП РФ, можно получить и от сервисов проката – за нарушение условий аренды самоката.

Не смотря на ежегодный рост лидеров кикшеринговых компаний сегодня можно выделить такие проблемы, как:

- нехватка единиц транспорта. Ежегодный рост пользователей влечет за собой нехватку СИМ;

- дефицит компетентных специалистов в сфере обслуживания нового вида транспорта. Специалистов, обслуживающих микромобильные средства в

настоящий момент мало, поэтому шеренговые компании вынуждены затрачивать ресурсы на обучение персонала [5].

Межотраслевой опыт использования прокатных СИМ показывает, что при помощи специализированного оборудования и программного обеспечения шеренговые компании принудительно обязывают пользователей соблюдать скоростной режим в местах, где действуют ограничения. Также подтверждение возраста по средствам верификации влияет положительно на составляющую безопасности дорожного движения при использовании СИМ, так как совершеннолетние пользователи более осознанно относятся к вопросам передвижения на транспортном средстве и полностью несут ответственность за совершенные действия. Также существенная проблема — это поддержание соответствующего технического состояния устройств мобильности, специалистов в области обслуживания такой техники действительно не хватает, поэтому обслуживание устройств СИМ затруднен как у шеринговых компаний, так и у владельцев личных устройств.

Гордеевой А.Д. в работе рассматривает опыт и пути решения проблем, которые связаны с безопасностью дорожного движения при использовании СИМ в зарубежных странах.

Статистика ДТП с участием СИМ в странах Европейского союза (далее ЕС), зарегистрированная в базе CARE (база данных дорожно-транспортных происшествий, произошедших в странах-членах ЕС, в результате которых погибли или были ранены люди), показала, что на миллиард поездок на электросамокатах приходится от 78 до 100 смертельных случаев [2].

Согласно статистическим данным смертельные случаи ДТП с участием СИМ менее распространены в период с 10:00 до 18:00, чаще такие ДТП случаются в утреннее и вечернее время суток. Для уменьшения данного показателя, некоторые страны вводят ограничения, например в Финляндии введен запрет на аренду СИМ в период с 00:00 до 05:00 [2].

Также в некоторых странах разработаны требования в отношении веб-сайтов кикшеринговых компаний и производителей СИМ, которые обязывают размещать информационные блоки пропагандирующую безопасную езду на таком транспортном средстве [2].

В большинстве стран при движении на СИМ следует использовать велосипедную инфраструктуру. Некоторые страны разрешают движение пользователей СИМ на тротуарах, но устанавливая скоростное ограничение на движение таких транспортных средств. Также в странах ЕС установлено скоростное ограничение на движение по тротуару и возраст, с которого разрешено вождение СИМ. [2].

По мнению Европейской Комиссии, для создания безопасной инфраструктуры для движения, микромобильные средства должны быть запрещены на тротуарах с одновременным переносом акцента на использование велосипедных дорожек, но при этом велосипедные дорожки должны иметь достаточную ширину, что разные типы микромобильных устройств могли безопасно и совместно использовать инфраструктуру [2].

Зарубежная практика показывает, что массовое появление устройств

мобильности с электрическим двигателем повлияло на безопасность движения и в целом на жизнь общества. Присутствуют безусловно положительные стороны нового вида транспорта, но безопасность движения при использовании СИМ вопрос стоящий на мировом уровне. На данном этапе нет единого сформированного концептуального решения, которое сможет решить вопросы, связанные с безопасностью. Каждая страна, в которой СИМ получили высокую популярность среди пользователей, вводит свои правила и ограничения на новый вид транспорта. Безусловно пропаганда езды на устройствах СИМ важная составляющая, которая влияет на безопасность вождения СИМ.

Технологический прогресс не стоит на месте, новые технологии находятся на этапе разработок и постепенно будут интегрировать и находить применение для использования в сфере использования СИМ.

На сегодняшний день уже существуют гарнитуры, которые помогают получить данные о поездке при помощи специальных устройств. В рамках масштабной презентации на выставке CES компания Garmin представляет гарнитуру Varia Vision, которая не только предоставляет важные данные о езде на велосипеде (направления, уведомления и показатели производительности), но и взаимодействует с радаром заднего вида Varia, предупреждая о движении позади вас. Предупреждение водителя об объекте, который не входит в поле зрения происходит посредством вибрации, либо световым сигналом [10].

V2X – система, которая позволяет обмениваться данными между транспортными средствами, а также объектами инфраструктуры, а также получать данные о других объектах. Данная система на данный момент применяется региональными и регулирующими органами [6].

Применимо к СИМ такая система может быть и применена для устройств микромобильности, при помощи нее водители смогут получать множество данных, которые позволят более безопасно для себя и окружающих использовать СИМ.

Таким образом, данные статистики показывают, что количество пользователей СИМ велико, при использовании такого вида транспорта присутствуют проблемы с безопасностью дорожного движения не только самих пользователей микромобильных средств передвижения, но и других участников движения.

Для повышения безопасности движения требуется безусловно комплексный подход в решении задачи по повышению безопасности движения при использовании СИМ с разных сторон. Существенной проблемой является нормативно-правовая база, которая не может на данный момент в полном объеме регулировать использование СИМ, в связи с активным ростом пользователей. Проблематичен также вопрос, связанный с инфраструктурой, предназначенной для использования СИМ. Так как для данного вида транспорта по большей части нет специализированных полос движения, водители СИМ движутся в местах, где доставляют дискомфорт другим участникам дорожного движения. Вопросы, касающиеся технического обустройства микромобильных средств и их обслуживание также достаточно важны. Если кикшеринговые ТС обслуживают из побуждения самих

операторов, то СИМ находящиеся в личном владении маловероятно что как-то обслуживаются.

Для повышения безопасности движения при использовании СИМ, необходимо:

1. Проводить пропагандирующие мероприятия, которые позволят пользователям изучить правила вождения СИМ, которые позволят изучить существующую нормативную базу, места использования СИМ, ограничения, распространяющиеся на такой вид транспорта.

2. Обязательное наличие экипировки у лиц, управляющих СИМ. Ношение шлема позволит защитить пользователей микромобильных средств от травм головы, а также минимизировать травмы в шейном отделе при потере управления ТС и в случае ДТП.

3. Продажа средств СИМ с установленными модулями ограничения скоростного режима. Необходимо разработать законопроект, который обяжет дистрибьютеров, занимающихся продажей СИМ, продавать устройства, оснащенные модулями ограничения максимальной скорости. Для корректной работы модулей необходимо программное обеспечение, которое в соответствие с зонами ограничения скорости на карте будет ограничивать развитие максимальной скорости движения.

4. Ввести запрет на движение СИМ в ночное время в местах, где недостаточная и (или) ограниченная видимость местности. Предпочтительнее вариант движения СИМ только на велодорожках, где пользователи СИМ не будут создавать помехи как пешеходам, так и автомобильному транспорту.

5. Сезонное ограничение движения. Так как на территории РФ различный климат и продолжительность теплого сезона в разных районах имеет различия, то необходимо ввести ограничение на движение СИМ при нулевых температурах. Это позволит избежать травмирования водителей и пешеходом СИМ при скольжении и заносах микромобильного транспортного средства.

6. Ввести ограничение на движение СИМ по тротуарам и тротуарным дорожкам в часы пик. Так как движение СИМ по тротуарным дорожкам разрешено и статистические данные показывают, что наезд на пешехода достаточно распространенный вид ДТП, водители СИМ и пешеходы имеют конфликт. В часы пик тротуары и тротуарные дорожки переполнены, поэтому необходимо устранить конфликт между водителями средств микромобильности и пешеходов.

7. Строительство инфраструктуры, предназначенной для движения СИМ, согласно государственным стандартам. Строительство специализированных полос для движения СИМ, а также совмещение специально выделенных полос для СИМ и велосипедных дорожек.

Строительство тротуарных дорожек для движения пешеходных дорожек производится согласно ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования» [9], который определяет количество полос движения для пешеходов и ширину полосы исходя из интенсивности движения пешеходов. Поэтому существующие тротуары, хоть на них и разрешено движение СИМ, не позволяют безопасно

передвигаться пешеходам и пользователям СИМ, так как учитывают интенсивность движения и параметры пешеходов и не учитывают интенсивность движения СИМ и их динамические габариты. Велосипедные и велопешеходные дорожки обустраиваются согласно этому же стандарту, и для определения ширины полосы для движения учитывают интенсивность движения велосипедистов и пешеходов, а также скорость движения велосипедиста. В связи с тем, что велосипед приводится в движение исходя из физических возможностей человека, то достаточно высокую скорость движения в сравнении с микромобильным средством развить невозможно. Поэтому существующую норму для проектирования инфраструктуры требуется пересматривать и вносить соответствующие изменения, которые будут учитывать характеристики СИМ, а также разрабатывать новые стандарты для строительства отдельных полос для движения СИМ.

В местах, где разрешено совместное использование СИМ, велосипедов и пешеходов необходимо устанавливать специальное дорожное ограждение, которое позволит отделять потоки по виду транспорта и разграничивать движение транспортных средств с пешеходами.

8. На законодательном уровне установить допуск к продаже СИМ. Для обеспечения безопасности движения необходимо к продаже допускать сертифицированные микромобильные средства, соответствующие нормам безопасности.

9. Введение единого стандарта с техническими требованиями предъявляемыми к микромобильным транспортным средствам. СИМ необходимо обслуживать и проверять эксплуатационные параметры несмотря на то, что он имеет достаточно небольшие размеры и достаточно простые конструктивные особенности. Необходимо следить за состоянием микромобильного транспортного средства и своевременно обслуживать.

Библиографический список

1. Бондаренко, Л.О. Анализ активности и объемов использования средств индивидуальной мобильности в крупнейших городах на примере города Москвы / Л. О. Бондаренко // Проектирование автомобильных дорог: сборник докладов 83-й Международной научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. – Москва, 2025. – С. 54–62.

2. Гордеева, А.Д. Актуальные проблемы участия в дорожном движении средств индивидуальной мобильности и пути их решения (обзор зарубежной практики) / А. Д. Гордеева // Научный центр БДД МВД России. – 2025. – 45 с.

3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году: информационно-аналитический обзор / К. С. Баканов, П. В. Ляхов, А. С. Айсанов [и др.] ; ФКУ «НЦ БДД МВД России». – Москва, 2025. – 148 с.

4. Жихорева, Р. Е. О нормативно-правовом регулировании использования средств индивидуальной мобильности / Р. Е. Жихорева // Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояние, проблемы, пути совершенствования: материалы XIX Международной научно-

практической конференции. – Орёл, 2025. – С. 137–141.

5. Вражнова, М.Н. Развитие рынка средств индивидуальной мобильности и его влияние на безопасность дорожного движения / М. Н. Вражнова, И. М. Марков // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2023. – № 3 (37). – 15 с.

6. Шепелев, С. В. Эволюция технологий радиодоступа для связи V2X: IEEE 802.11BD И 5G NR V2X / С. В. Шепелев, А. И. Бабин, М. В. Коротков // Научное обозрение. Технические науки. – 2024. – № 3. – С. 42–47.

7. О Правилах дорожного движения: постановление Правительства Российской Федерации от 23 окт. 1993 г. № 1090 (ред. от 16 июля 2025 г.) // Официальный интернет-портал правовой информации. Электронный ресурс. – URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 15.09.2024).

8. Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств : ГОСТ Р 52289-2019. – Введ. 2020-06-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 169 с.

9. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования : ГОСТ Р 52766-2007. – Введ. 2008-01-01. – М. : Стандартинформ, 2024. – 32 с.

10. Fingas, J. Garmin Varia Vision puts a radar on your glasses / J. Fingas // Engadget. – 2016. – 5 January. Электронный ресурс. – URL: <https://www.engadget.com/2016-01-05-garmin-varia-vision-and-sport-watches.html> (дата обращения: 15.09.2025).

11. Шемякин, А.В. Современные подходы к обеспечению безопасности дорожного движения / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.Б. Мартынушкин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве: Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича. – Рязнь: РГАТУ, 2023. – С. 347-353.

12. Безопасность транспортных перевозок / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, А. А. Желтоухов [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 300-306.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

В последние годы цифровые технологии стали неотъемлемой частью различных отраслей, включая логистику и транспортировку. В контексте перевозки домашних животных их использование открывает новые возможности для повышения эффективности и безопасности процессов. Современные вызовы, такие как необходимость обеспечения благополучия животных и соблюдения строгих нормативных требований, требуют интеграции инновационных решений, способных улучшить текущую ситуацию.

Домашние животные играют ключевую роль в жизни человека, выполняя множество функций, таких как обеспечение компаньонства, выполнение рабочих задач и производство продуктов. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения животных (ВОЗЖ) [1], домашние животные включают виды, которые содержатся человеком для удовлетворения различных потребностей. В российском законодательстве, в частности в Федеральном законе «Об ответственном обращении с животными» [2], также даётся определение домашних животных, акцентируя внимание на их содержании в домашних условиях. Эти определения подчёркивают важность классификации животных для разработки технологий их транспортировки, учитывающих особенности каждого вида. Например, в мире насчитывается более 470 миллионов домашних собак и 370 миллионов домашних кошек, что демонстрирует масштаб задачи и важность её решения для обеспечения благополучия животных во время перевозок.

К целевым группам, связанных с перевозкой животных, можно отнести владельцев домашних животных, профессиональные логистические компании, ветеринарные службы и государственные регулирующие органы. Эти группы играют ключевую роль в процессе транспортировки, поскольку каждая из них имеет свои интересы и требования. Владельцы домашних животных, составляющие значительную часть населения, заинтересованы в безопасной и комфортной перевозке своих питомцев. Логистические компании стремятся оптимизировать процессы и предоставить качественные услуги. Ветеринарные службы обеспечивают медицинское сопровождение, а государственные органы контролируют соблюдение нормативов.

Владельцы животных активно способствуют внедрению цифровых технологий в транспортировку благодаря своему интересу к безопасности и благополучию питомцев. Использование мобильных приложений, таких как Pet Tracker, позволяет владельцам отслеживать состояние животных в реальном

времени, что повышает их уверенность и удовлетворенность услугами. Таким образом, потребности владельцев стимулируют развитие новых технологий и их интеграцию в логистические процессы.

Профессиональные логистические компании активно внедряют цифровые технологии для повышения эффективности своей работы. Системы управления транспортом (TMS) помогают оптимизировать маршруты, что приводит к снижению расходов на транспортировку. Это способствует не только экономии ресурсов, но и улучшению качества предоставляемых услуг, что в свою очередь укрепляет конкурентоспособность компаний на рынке.

Государственные и регулирующие органы требуют строгого соблюдения правил перевозки животных, что способствует повышению стандартов безопасности. Они активно стимулируют использование цифровых систем для точного документирования и мониторинга транспортировки. Это не только улучшает контроль за процессом, но и минимизирует риски, связанные с нарушением нормативов. В пример можно привести «Единый ветеринарный въездной документ» (CVED), который требует указания состояния животных, пункта назначения и цели перевозки, а также указано то, что использование неподходящих транспортных средств может привести к стрессу и травмам животных. Таким образом, соблюдение всех требований вместе с внедрением современных технологий имеет решающее значение для обеспечения благополучия животных во время транспортировки.

Ветеринарные службы и страховые компании также извлекают выгоду из внедрения цифровых технологий. Использование систем мониторинга здоровья животных в пути снижает риск заболеваний, что упрощает работу ветеринаров. Страховые компании, в свою очередь, предлагают скидки на полисы, если применяются технологии мониторинга, что делает услуги более доступными и привлекательными для клиентов.

Перевозка домашних животных является сложным процессом, требующим учета множества факторов, таких как комфорт, безопасность и соблюдение нормативных требований. В России действуют правила перевозки животных, утвержденные Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору, которые требуют наличия соответствующих ветеринарных документов и соблюдения определенных условий транспортировки. Эти нормативы направлены на обеспечение здоровья и безопасности не только животных, но и окружающих их людей. Таким образом, специфика перевозок домашних животных требует особого внимания к комфорту, безопасности и выполнению нормативных требований, что делает эту задачу особенно ответственной.

Логистика перевозок домашних животных представляет собой специализированную отрасль, требующую учета множества факторов, включая безопасность, комфорт и соблюдение нормативных требований. Согласно данным Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) [3], в 2020 году было перевезено более 4 миллионов домашних животных, что свидетельствует о значительном спросе на эти услуги. Тем не менее, текущие логистические модели не всегда соответствуют специфическим потребностям

владельцев и их питомцев. Исследование, проведённое Американской ветеринарной медицинской ассоциацией (AVMA) [4] в 2019 году, показало, что около 60% владельцев домашних животных сталкиваются с трудностями в организации перевозок, включая недостаток информации о транспорте и требованиях. Это подчеркивает необходимость адаптации логистических решений к уникальным условиям и потребностям данной категории перевозок.

Современные цифровые технологии играют ключевую роль в оптимизации логистических процессов, включая транспортировку домашних животных. Согласно отчёту компании McKinsey [5] за 2022 год, внедрение таких технологий, как системы отслеживания в реальном времени, позволяет значительно повысить точность доставки. Эти системы предоставляют возможность мониторинга местоположения транспорта и состояния перевозимых животных в режиме реального времени, что минимизирует риски и улучшает качество обслуживания. Например, компания FedEx [6] в 2021 году внедрила систему IoT для контроля условий перевозки домашних животных, таких как температура и влажность, что позволило снизить уровень стресса у животных на 20%. Это подчеркивает важность применения технологий для обеспечения комфорта и безопасности животных во время транспортировки. Кроме того, использование цифровых платформ для координации перевозок, таких как PetRelocation [7], увеличивает эффективность планирования маршрутов на 25%, что способствует более рациональному использованию ресурсов и сокращению времени доставки. Таким образом, цифровые технологии представляют собой неотъемлемую часть современной логистики, оказывая положительное влияние на все аспекты транспортировки домашних животных.

Современные электронные системы предлагают широкий спектр услуг для организации перевозок домашних животных, включая планирование маршрута, оформление необходимых документов и координацию с перевозчиками. Тем не менее, эти системы имеют ограничения в функциональности, особенно в части мониторинга состояния питомца в реальном времени. Отсутствие таких функций может вызывать беспокойство у владельцев животных, так как они не могут оперативно получать информацию о состоянии и местонахождении своего питомца во время перевозки. Таким образом, хотя данные системы облегчают процесс перевозки, они не всегда удовлетворяют все потребности пользователей. Современные системы управления транспортом, например, «ERP Управление предприятием 2», способны значительно повысить уровень автоматизации как управленческого, так и оперативного учета в автотранспортных компаниях и организациях. Аналогичным образом это относится к автотранспортным подразделениям торговых, производственных и других предприятий, которые применяют транспортные средства для обслуживания внутренних потребностей.

Существующие электронные системы перевозки домашних животных сталкиваются с рядом проблем, которые ограничивают их эффективность. Можно отметить такие недостатки, как сложность интерфейса и отсутствие прозрачности в работе систем. Пользователи часто сталкиваются с трудностями

при оформлении перевозки, что может быть связано с недостаточной адаптацией систем к специфике перевозок животных. Кроме того, отсутствие интеграции с другими сервисами, такими как ветеринарные клиники или системы отслеживания, также является значительным недостатком. Эти проблемы указывают на необходимость совершенствования существующих решений.

Одной из ключевых функций 1С технологий является отслеживание перемещения грузов в реальном времени, что особенно актуально при перевозке домашних животных. Прозрачность и контроль на всех этапах этого процесса имеют решающее значение, позволяя оперативно реагировать на изменения, минимизировать риски и обеспечивать безопасность перевозимых животных. В этом контексте программа курса, охватывающая назначение и функциональность программного продукта 1С:УАТ и её особенности, предоставляет необходимые инструменты для эффективного управления процессом.

Внедрение данной системы позволяет значительно сократить время доставки, что особенно важно при перевозке живых существ, поскольку минимизация времени в пути способствует снижению уровня стресса у животных. Кроме того, система обеспечивает возможность мониторинга температурного режима в транспортных средствах, что критически важно для видов, чувствительных к температурным колебаниям [8].

Примером успешного применения этой технологии является компания «АгроТранс», которая внедрила 1С логистика для управления перевозками сельскохозяйственных животных. Благодаря этому решению компания смогла не только оптимизировать процесс перевозок, но и сократить расходы на транспортировку, что демонстрирует экономическую эффективность внедрения данной технологии.

Преимущества использования электронных очередей в логистике перевозок домашних животных заключаются не только в сокращении времени ожидания, но и в оптимизации затрат. Применение таких систем позволяет снизить общие расходы благодаря более эффективному использованию ресурсов и минимизации простоев. В аэропортах, где перевозка животных требует особого внимания к соблюдению графиков и условий содержания, использование электронных очередей способствует улучшению контроля за процессами и снижению риска задержек. Вместе с тем важно учитывать, что государства-члены ЦАРЭС могут принять архитектурный шаблон для региональных систем в целях содействия электронной коммерции и трансграничной торговле, для снижения транзакционных издержек и повышения объема и скорости коммерческих транзакций. Использование подобных технологий, таким образом, играет ключевую роль в повышении эффективности и надежности логистических операций.

Внедрение технологии электронных очередей в процесс транспортировки животных может значительно повысить эффективность и уменьшить стресс у животных.

Таким образом, повсеместное внедрение электронных очередей

поспособствует упрощению и ускорению процедур, связанных с транспортировкой животных, что особенно важно для их благополучия. Внедрение таких систем требует интеграции с существующими логистическими процессами и инфраструктурой, что может включать обучение персонала и модернизацию оборудования [9].

Рекомендации по интеграции электронных систем в существующие системы логистических перевозок животных.

Для успешного внедрения 1С технологий и систем электронных очередей в логистику перевозок домашних животных необходимо следовать ряду практических шагов. В первую очередь, требуется провести детальный анализ текущих процессов и выявить области, подлежащие оптимизации с помощью цифровых решений. Автоматизация обработки заказов с использованием 1С технологий, например, позволяет сократить время выполнения операций на 30%, что подтверждается данными компании 1С. Это особенно актуально в условиях, когда скорость обработки заказов непосредственно влияет на качество обслуживания и удовлетворенность клиентов. Во-вторых, важно адаптировать существующие системы к новым технологиям, обеспечивая их совместимость и интеграцию. В этом процессе обучение персонала, который будет работать с новыми системами, играет значительную роль. Программный продукт «1С-Рарус: Транспортная логистика и экспедирование» предназначен для автоматизации управления перевозками в компаниях, предоставляющих услуги по доставке и экспедированию. Кроме того, необходимо протестировать внедряемые решения в реальных условиях, чтобы удостовериться в их эффективности и устранить возможные недостатки. Успешная интеграция электронных очередей в аэропорту Шереметьево, где время ожидания пассажиров снизилось, а скорость обслуживания при посадке в самолёт повысилась, наглядно демонстрирует потенциал таких систем для улучшения взаимодействия между клиентами и операторами [10]. Это поспособствует успешной интеграции инновационных технологий в логистику перевозок животных.

Проведённое исследование позволило выявить значительный потенциал внедрения 1С технологий и систем электронных очередей в сферу перевозок домашних животных. Анализ существующих логистических решений и их недостатков продемонстрировал необходимость модернизации процессов для повышения их эффективности и безопасности. Использование 1С технологий обеспечивает автоматизацию управления перевозками, что способствует минимизации ошибок и оптимизации затрат. Электронные очереди, в свою очередь, позволяют улучшить координацию и контроль над процессами, что особенно важно для обеспечения комфорта и безопасности животных.

Для успешного внедрения цифровых технологий в транспортировку животных необходимо разработать комплексный подход, который включает обучение сотрудников, развитие инфраструктуры и адаптацию технологий под специфические потребности перевозок животных. Использование таких решений, как 1С логистика, для оптимизации маршрутов и Электронные очереди для ускорения процессов проверки, может значительно повысить

качество предоставляемых услуг.

Перспективы дальнейших исследований включают изучение новых цифровых технологий, их адаптацию к специфике транспортировки животных и анализ их влияния на благополучие животных. Также важно исследовать социальные и экономические аспекты внедрения технологий, чтобы определить их долгосрочные преимущества и возможные риски. Эти направления позволят сформировать более эффективные и устойчивые модели перевозок домашних животных, для которых, в свою очередь, будут повышены комфорт и безопасность.

Библиографический список

1. Всемирная организация здоровья животных (ВОЗЖ) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.woah.org/> (дата обращения: 29.09.2025).
2. КонсультантПлюс «Федеральный закон об ответственном обращении с животными» [Электронный ресурс]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314646/ (дата обращения 01.10.2025).
3. Международная ассоциация воздушного транспорта, ИАТА [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.iata.org/> (дата обращения: 03.10.2025).
4. Американской ветеринарной медицинской ассоциацией (AVMA) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.avma.org/> (дата обращения: 03.10.2025).
5. Официальный сайт «Компания McKinsey» [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.mckinsey.com/> (дата обращения: 05.10.2025).
6. Официальный сайт «Компания FedEx» [Электронный ресурс]. <https://www.fedex.com/ru-ru/home.html> (дата обращения: 05.10.2025).
7. Официальный сайт «компания PetRelocation» [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.petrelocation.com/> (дата обращения: 05.10.2025).
8. Бирулина, В.В. Оптимизация транспортной логистики с помощью конфигурации программы 1С / В.В. Бирулина, К.С. Шмонева // Инновационная парадигма экономических механизмов хозяйствования, Симферополь, 14 мая 2021 года: Сборник научных трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Научн. ред. С.П. Кирильчук, редколлегия: Г.А. Штофер, Н.А. Логунова. - Симферополь, 2021. – С. 57-60
9. Ивкова, Т. М. Электронная очередь - шаг в направлении клиента / Т. М. Ивкова // Актуальные вопросы фармации Республики Беларусь: сб. тр. 9-го съезда фармац. работников Респ. Беларусь: в 2 ч., Минск, 22 апр. 2016 г. / Белорус. гос. мед. ун-т; под ред. Л. А. Реутской. - Минск: БГМУ, 2016. - Ч. 1. - С. 126-129.
10. Официальный сайт Tadviser «Интеграционное решение системы информирования пассажиров международного аэропорта «Шереметьево» [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.tadviser.ru/a/317982> (дата обращения: 11.10.2025)

11. Комплексная цифровизация на предприятиях автомобильного транспорта: перспективы внедрения / А.В. Шемякин, А.Б. Мартынушкин, О.В. Лозовая [и др.] // Грузовик. – 2023. – № 6. – С. 30-34.

12. Абузьяров, Л.Д. Проблемные вопросы доставки грузов / Л.Д. Абузьяров, 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.

13. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, Н. Е. Лузгин, С. В. Никонов [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 151-157

УДК 656.074

*Татаринцева А.С., магистрант,
Мищенко Е.С., д.э.н., профессор,
Гавриков, В.А., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО ТГТУ, г. Тамбов, РФ*

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ЖИВОТНЫХ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В статье рассматриваются актуальные вопросы организации перевозки животных разных видов, включая анализ существующих проблем, таких как отсутствие единых стандартов и технологий, а также влияние условий транспортировки на здоровье и благополучие животных. В этом контексте акцентируется внимание на нюансах перевозки, включая основные ветеринарно-санитарные и зоотехнические требования, необходимые для доставки животных в кратчайшие сроки и без угрозы их жизнедеятельности. Перспективам внедрения современных технологий и разработке рекомендаций по улучшению стандартов перевозки также уделено особое внимание. Рассматриваются социально-экономические аспекты и возможные направления инноваций в данной области. Исследование подчеркивает необходимость комплексного подхода для обеспечения безопасности и комфорта животных во время транспортировки.

Перевозка животных представляет собой ключевой элемент в различных областях, таких как сельское хозяйство, торговля и другие сферы, где требуется транспортировка живых существ. Этот процесс включает в себя не только перемещение животных на большие расстояния, но и обеспечение их безопасности и комфорта в пути. Зачастую животные, подвергающиеся транспортировке, испытывают высокий уровень стресса, что в значительной степени связано с неадекватными условиями, в которых они находятся во время поездки. Именно стресс является предшественником множества болезней [1].

Этот факт подчеркивает необходимость разработки более эффективных стандартов и технологий, направленных на обеспечение комфорта животных в процессе их транспортировки. Важно учитывать такие факторы, как температура, вентиляция, пространство для движения и доступ к воде и пище, чтобы минимизировать стресс и обеспечить здоровье животных. Кроме того, необходимо проводить обучение и информирование всех участников процесса транспортировки о лучших практиках обращения с животными, что поможет улучшить условия их перевозки и снизить уровень стресса.

Таким образом, создание более гуманных и эффективных методов транспортировки животных не только повысит их благополучие, но и будет способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства и торговли, что в конечном итоге принесет пользу как животным, так и людям.

История вопроса

Развитие перевозки животных можно разделить на несколько периодов: древний и средневековый периоды, эпоха индустриализации, формирование нормативов XX века и современный этап, сопровождающийся стандартизацией и технологическим прогрессом.

В древности транспортировка животных осуществлялась преимущественно на запряжённых животных. Перевозка крупного рогатого скота на большие расстояния зачастую происходила пешком. Специальных правил, направленных на комфорт и безопасность животных, не существовало, что приводило к высоким потерям. Древние методы транспортировки, хоть и примитивные, закладывали основу для будущего развития отрасли.

В средние века развитие караванной торговли и морских перевозок способствовало появлению первых технических решений - использование клеток и контейнеров, хотя вопросы благополучия животных оставались на низком уровне.

С развитием железных дорог в XIX веке система перевозок кардинально изменилась. Животных начали перевозить в специализированных вагонах, однако условия зачастую были жестокими - переполненность, отсутствие вентиляции и воды приводили к массовой смертности и травмам. Это вызвало общественный резонанс, и в конце XIX - начале XX века появились первые законодательные инициативы, направленные на гуманизацию перевозок животных.

В XX веке стали формироваться специализированные документы и стандарты. В 1920–1930-х годах в различных странах начали принимать законы, регулирующие площадь на животное, срок перевозки, обязательное наличие воды и кормов.

После Второй мировой войны международные организации (например, Международная ветеринарная ассоциация) начали разрабатывать рекомендации по транспортировке животных с учётом ветеринарных и этических требований.

Первым шагом к созданию стандартов транспортировки животных стало введение в Великобритании в 1965 году правил по гуманной транспортировке. Это событие положило начало разработке международных норм, направленных на обеспечение безопасности и комфорта животных во время перевозки, что

стало важным этапом в развитии данной области.

С конца XX века и в XXI веке наблюдается комплексная интеграция ветеринарных норм, международных стандартов и технологических инноваций. Всемирная организация здравоохранения животных (OIE) публикует регулярно обновляемый Terrestrial Animal Health Code [2], в котором детально прописаны требования по перевозке животных с целью обеспечения их здоровья и благополучия.

Таким образом, эволюция стандартов перевозки животных отражает рост этических и научных подходов к гуманному обращению с животными и улучшению условий транспортировки. От примитивного перемещения без учёта благополучия животных мы пришли к комплексным международным нормам и инновационным технологиям, которые продолжают совершенствоваться, обеспечивая безопасность, снижение стресса и сохранение здоровья животных во время перевозок.

Анализ современных проблем организации перевозки животных

Одной из ключевых проблем является отсутствие унифицированных международных стандартов, что приводит к различиям в подходах к транспортировке в разных странах. Это создает сложности для обеспечения равных условий перевозки животных на международном уровне. Еще одной проблемой является высокая стоимость специализированного оборудования, что ограничивает его использование в малых хозяйствах. Это препятствует внедрению современных технологий, необходимых для обеспечения безопасности животных.

Существующие технологии и стандарты имеют ряд недостатков. Контейнеры для перевозки животных зачастую не учитывают их видовые особенности, что повышает риск травм и стресса. Стресс у животных может возникать из-за неподходящих условий, что негативно сказывается на их общем состоянии. «Единый ветеринарный въездной документ (CVED) [3] требует указания состояния животных, пункта назначения и цели перевозки. Использование неподходящих для перевозки животных транспортных средств может привести к их стрессу, травмам и гибели». Комфорт во время транспортировки также существенно влияет на качество здоровья животных. Правильный выбор транспортного средства и соблюдение всех стандартов способствуют минимизации негативных последствий, которые могут возникнуть в процессе перевозки [4, 5].

Влияние условий транспортировки на здоровье животных

Температура и влажность в транспортных средствах играют ключевую роль в обеспечении благополучия животных и оказывают значительное влияние на уровень их стресса. Слишком высокая или низкая температура, а также высокая влажность, могут привести к серьезным последствиям для здоровья животных (как физического, так и ментального). Это подчеркивает важность тщательного мониторинга параметров окружающей среды в процессе перевозки. Новейшие разработки в области датчиков и систем контроля позволяют реализовывать постоянный мониторинг условий перевозки.

Правильные климатические условия не только способствуют снижению

стресса у животных, но и помогают предотвратить развитие различных заболеваний, которые могут возникнуть в результате неблагоприятных факторов [6]. Поэтому, для обеспечения здоровья и комфорта животных, необходимо уделять особое внимание контролю температуры и влажности в транспортных средствах, а также принимать меры для их оптимизации. Это особенно актуально в условиях длительных поездок, когда животные могут подвергаться значительным физическим и психологическим нагрузкам.

Современные технологии, такие как датчики для мониторинга состояния животных (например, HeatimePro+) [7], позволяют оперативно реагировать на изменения их состояния, что способствует улучшению условий перевозки и снижению уровня стресса.

Для повышения качества и безопасности перевозки животных рекомендуется создать международную базу данных, содержащую передовые практики и стандарты транспортировки. Такая база позволит странам обмениваться опытом, внедрять наиболее эффективные решения и гармонизировать стандарты на международном уровне.

В качестве примера можно привести сотрудничество с Лабораторией животноводства и ветеринарии Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ в Зайберсдорфе (Австрия) [8]. Эта лаборатория занимается разработкой и внедрением молекулярных методов и методов иммуноанализа для диагностики и профилактики трансграничных болезней животных и зоонозов.

Перспективы развития и внедрения инновационных подходов

Одним из наиболее перспективных направлений в области транспортировки животных является внедрение автоматизированных боксов, которые оснащены современными системами контроля условий перевозки. Такие технологии позволяют не только оптимизировать процесс транспортировки, но и значительно повысить уровень безопасности и комфорта для животных различных видов (домашних, сельскохозяйственных, диких). Например, специализированный агровагон для перевозки коров или автоматизированные переноски для домашних животных с видеонаблюдением и функциями микроклимата и самоочищения поддона. Автоматизированные боксы могут быть оборудованы датчиками, которые следят за температурой, влажностью и другими важными параметрами, что обеспечивает благоприятные условия для животных на протяжении всего пути. Применение данных боксов существенно снизит стресс у животных и улучшит их общее состояние, что является важным аспектом в процессе перевозки. Таким образом, использование автоматизированных боксов с контролем условий перевозки открывает новые горизонты в обеспечении благополучия животных и повышении стандартов их транспортировки.

Улучшение условий транспортировки животных сможет значительно снизить экономические потери, связанные с травмами и смертностью животных. Также это способствует укреплению социальной ответственности в сфере обращения с животными.

Не менее важным аспектом для повышения качества перевозок животных являются обученные экспедиторы. При условии, что экспедитор будет иметь

ветеринарное образование, при экстренной ситуации он сможет незамедлительно оказать помощь животному. Данное нововведение позволит повысить безопасность и сохранность здоровья животного во время перевозки (в частности на средние и длинные расстояния).

Заключение

Для достижения оптимизации условий перевозки животных необходим комплексный подход, который охватывает различные аспекты, включая законодательные инициативы и современные технологии. Такой многосторонний подход позволит не только повысить уровень безопасности и комфорта для животных во время их транспортировки, но и значительно сократить экономические убытки, связанные с возможными травмами или стрессом у животных. Также это будет способствовать повышению социальной ответственности среди всех участников процесса, включая перевозчиков, владельцев животных и регулирующие органы. Внедрение таких мер поможет создать более гуманную и эффективную систему перевозки животных, что в свою очередь отразится на общем уровне благополучия животных.

В рамках данного исследования были предложены следующие методы для улучшения качества транспортировки: внедрение всемирной базы данных, применение более комфортных контейнеров и транспортных средств, адаптированных под видовые особенности животных, использование автоматизированных боксов с системой дистанционного контроля и управления и внедрения ветеринаров в экспедиторство при перевозке животных.

Библиографический список

1. Фёдорова, А.О. Психоэмоциональное состояние овец после длительной транспортировки / А.О. Фёдорова, Н.С. Кухаренко // Дальневосточный аграрный вестник. - 2022. – С. 58-62.
2. WOAH. Terrestrial Animal Health Code (ТАНС) (Кодекс здоровья наземных животных) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/publications/> (дата обращения: 07.10.2025).
3. Animals Travel: Официальный сайт компании по международной перевозке животных [Электронный ресурс]. - URL: <https://animals-travel.ru/services/oformlenie-dokumentov/> (дата обращения: 08.10.2025).
4. Стрижевский, В. М. Направления повышения эффективности грузоперевозок / В. М. Стрижевский, А. А. Гуськов // Техника и технология транспорта. – 2025. – Т. 37. - № 2.
5. Молодцов, В. А. Применение спутниковых систем навигации при перевозке пассажиров и грузов / В. А. Молодцов, А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева // Путь науки. – 2015. – № 1(11). – С. 43-45.
6. Медведский, В.А. Гигиенические требования к транспортировке сельскохозяйственных животных / В.А. Медведский, Н.В. Мазоло, В.В. Гуйван // Учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Зоотехния» и слушателей факультета повышения квалификации. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 5-14.

7. Официальный сайт HeatimePro+ [Электронный ресурс]. - URL: <https://heatime.ru/> (дата обращения: 05.10.2025).

8. Официальный сайт Лаборатория в Зайберсдорфе (Австрия) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.iaea.org/ru/o-nas/laboratorii-v-zaybersdorfe> (дата обращения: 09.10.2025).

9. Емельянова, А. С. Повышение адаптационных возможностей коров первотелок к острому стрессу с использованием метаболита "Янтарная кислота" / А. С. Емельянова, Е. И. Лупова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4(16). – С. 25-26.

10. Солодков, В. П. К вопросу экономического кооперационного процесса трансграничного перемещения племенной продукции в рамках ЕАЭС / В. П. Солодков, В. Н. Туркин // Социально-экономические аспекты развития сельских территорий : материалы Всероссийской (Национальной) научно-практической интернет-конференции, посвященной 60-летию экономического факультета. - Нижний Новгород, 2021. - С. 293-295.

УДК 656.074

*Татаринцева А.С., магистрант,
Мартынов Д.В., магистрант,
Гуськов А.А., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ТГТУ, г. Тамбов, РФ*

ТРАНСПОРТИРОВКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ: АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Транспортировка сельскохозяйственных животных является важным звеном в цепочке аграрного производства, обеспечивающим перемещение живого поголовья от производителей к потребителям. Этот процесс имеет значительное влияние на экономическую эффективность отрасли, благополучие животных и экологическую устойчивость. В условиях глобализации и роста требований к качеству продукции, логистика транспортировки становится ключевым аспектом для повышения конкурентоспособности аграрного сектора. Современные вызовы, такие как соблюдение экологических стандартов и обеспечение гуманного обращения с животными, требуют пересмотра существующих подходов и внедрения инновационных решений, что обуславливает актуальность данного исследования.

Транспортировка сельскохозяйственных животных представляет собой важный элемент агропромышленного комплекса, оказывающий значительное влияние на продовольственную безопасность и экономическое развитие. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) [1], ежегодно в мире транспортируется свыше 1,5 миллиарда животных. Это подчеркивает масштабность и значимость логистики в данной

сфере. Учитывая растущие потребности в продуктах животного происхождения, эффективная организация перевозок становится ключевым фактором для обеспечения устойчивого развития отрасли.

До XIX века транспортировка сельскохозяйственных животных осуществлялась пешком (пастушеством), на повозках и через ручной выгул.

В XIX веке, с развитием железнодорожного транспорта, перевозка животных стала более организованной, систематизированной и массовой. Это нововведение позволило существенно снизить затраты на транспортировку, а также обеспечило более широкий доступ к рынкам, что в свою очередь способствовало росту сельскохозяйственного производства и торговли. Железные дороги стали основным и наиболее эффективным средством доставки животных на большие расстояния, что привело к созданию специализированных вагонов, адаптированных для перевозки живых существ, и улучшению условий их транспортировки.

В середине XX века с изобретением рефрижераторных грузовиков произошел значительный сдвиг в подходе к транспортировке сельскохозяйственных животных. Вместо того чтобы перевозить живых животных, стало возможным транспортировать мясо в охлажденном виде. Это новшество не только уменьшило стресс для животных, но и повысило качество конечной продукции за счет сокращения времени между забоем и доставкой на рынок. Таким образом, рефрижераторные грузовые автомобили стали важным элементом в цепочке поставок, обеспечивая сохранность и свежесть продуктов [2].

В настоящее время современные технологии, такие как спутниковое слежение и системы контроля температуры, обеспечивают высокий уровень управления процессом перевозки. Эти инновации позволяют минимизировать риски, связанные с благополучием животных, и оптимизировать логистические процессы, что делает транспортировку более эффективной и безопасной. Системы мониторинга в реальном времени позволяют отслеживать местоположение и состояние грузов, что особенно важно для обеспечения здоровья и безопасности животных во время перевозки. Таким образом, история транспортировки сельскохозяйственных животных демонстрирует, как технологические достижения и изменения в подходах к логистике способствовали улучшению условий как для животных, так и для конечных потребителей и аграрного сектора в целом.

Транспортировка сельскохозяйственных животных представляет собой сложный процесс, требующий учета множества факторов, чтобы обеспечить их комфорт и минимизировать негативное воздействие на их здоровье.

Одним из ключевых аспектов является соблюдение оптимального температурного режима. Согласно данным Европейского агентства по безопасности продуктов питания (EFSA) [3], для крупного рогатого скота оптимальная температура во время транспортировки составляет от 5°C до 25°C. Нарушение этого диапазона может привести к стрессу и тепловому удару у животных, что ухудшает их общее состояние. Кроме того, длительность перевозки играет важную роль: исследования показывают, что длительные

перевозки, превышающие 8 часов, значительно увеличивают риск травм и заболеваний, включая стрессовые реакции и инфекционные болезни. Эти данные подчеркивают необходимость тщательного планирования маршрутов и обеспечения комфортных условий для животных. Важно отметить, что ежегодно в мире транспортируется свыше 1,5 миллиарда голов сельскохозяйственных животных, что делает логистику в этой области особенно значимой.

Эффективное управление процессами транспортировки требует учета физиологических особенностей животных, таких как потребность в отдыхе, кормлении и гидратации, а также логистических факторов, включая выбор подходящего транспорта и соблюдение норм безопасности. Поэтому успешная транспортировка сельскохозяйственных животных требует комплексного подхода, направленного на минимизацию стресса и предотвращение возможных рисков.

Современные методы перевозки сельскохозяйственных животных регламентируются международными и национальными стандартами, направленными на обеспечение комфорта животных и соблюдение экологических норм. Например, в Европейском Союзе действует Регламент (ЕС) № 1/2005 [4], который устанавливает правила перевозки животных с учетом их физиологических потребностей. Важность таких стандартов обусловлена необходимостью минимизации стресса и предотвращения травм у животных во время транспортировки.

Примером успешного внедрения этических норм в логистические процессы является опыт компании «Smithfield Foods» [5] в США. В 2020 году компания внедрила систему мониторинга состояния животных во время транспортировки, что позволило снизить количество инцидентов (ухудшения состояния здоровья, летальные исходы) на 15%. Это достижение демонстрирует, как использование инновационных технологий и подходов может способствовать улучшению условий транспортировки и повышению уровня благополучия животных.

Несмотря на наличие нормативов, текущая ситуация с соблюдением этических норм при транспортировке сельскохозяйственных животных складывается негативно. В России, например, в 2019 году было выявлено более 200 случаев несоблюдения ветеринарных норм при перевозке животных. Это может быть связано с недостаточным контролем за исполнением правил, отсутствием необходимого оборудования или низким уровнем подготовки перевозчиков. В качестве примера также можно обратиться к отчету Европейской комиссии за 2022 год, около 60% нарушений в данной сфере связано с несоблюдением минимальных стандартов по созданию комфортных условий для животных во время перевозки. Это указывает на значительные проблемы, касающиеся условий транспортировки, такие как недостаточный доступ к воде, вентиляции и пространству. Такие нарушения не только угрожают здоровью животных, но и противоречат современным требованиям к этическому обращению с ними. Авторами были изучены основные ветеринарно-санитарные и зоотехнические требования, необходимые для

доставки животных в короткие сроки и без угрозы жизнедеятельности» [6].

Повышение комфорта и снижение стресса у сельскохозяйственных животных во время перевозок также влияет на экономические показатели. Международные организации, такие как ОИЕ, разрабатывают рекомендации по улучшению условий транспортировки животных. Эти рекомендации включают стандарты по вентиляции, температуре и пространству внутри транспортных средств. Их внедрение способствует улучшению условий перевозки и снижению негативного воздействия на животных. Однако выполнение таких стандартов требует значительных инвестиций в модернизацию транспортной инфраструктуры.

Совершенствование логистических процессов оказывает прямое влияние на снижение издержек, связанных с транспортировкой сельскохозяйственных животных. Согласно отчёту FAO [1], улучшение логистики может снизить потери продукции при транспортировке на 25%. Это достигается за счет минимизации повреждений или гибели животных в процессе перевозки, а также благодаря улучшению условий хранения и транспортировки. Таким образом, оптимизация логистики не только снижает издержки, но и способствует повышению качества конечной продукции.

Инвестирование в современные логистические системы, такие как автоматизированные склады, интеллектуальные транспортные системы и системы мониторинга, демонстрирует высокую экономическую эффективность. Как отмечает Ефименко, «логистика (логистические технологии) – это деятельность (с соответствующим научным сопровождением) в конкурентной рыночной среде» [7]. Исследования показывают, что такие вложения окупаются в среднем за 3-5 лет благодаря снижению эксплуатационных расходов и увеличению производительности. В долгосрочной перспективе это позволяет аграрным предприятиям не только сократить затраты, но и повысить конкурентоспособность на рынке, улучшая качество услуг и продукции.

Современные экологические нормы, регулирующие транспортировку сельскохозяйственных животных, направлены на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Важным шагом в улучшении экологической устойчивости логистических процессов является разработка и внедрение новых стандартов. В 2021 году Международная организация по стандартизации (ISO) [8] представила стандарт ISO 14080, направленный на внедрение экологически устойчивых практик в логистике, включая транспортировку животных. Эти стандарты обеспечивают основу для гармонизации экологических требований и повышения эффективности экологических инициатив.

Инновационные технологии в логистике представляют собой комплекс современных инструментов и методов, направленных на оптимизацию процессов транспортировки и создание условий, соответствующих актуальным стандартам. К числу таких технологий относятся автоматизация логистических процессов, использование искусственного интеллекта для анализа и выбора оптимальных маршрутов, а также внедрение систем мониторинга состояния животных в реальном времени. Эти подходы не только повышают

эффективность перевозок, но и улучшают условия транспортировки для сельскохозяйственных животных.

Важным аспектом является также логистика складирования, которая охватывает методы и концепции проектирования складов, а также оптимизацию структуры и организации систем складирования и логистического процесса на складах. Это подчеркивает, что оптимизация логистических процессов включает не только транспортировку, но и эффективное управление складскими операциями, что, в свою очередь, способствует улучшению общей логистической цепи.

Применение инновационных технологий, таких как системы климат-контроля, оказывает значительное влияние на качество транспортировки сельскохозяйственных животных. Эти системы позволяют поддерживать оптимальные условия микроклимата в транспортных средствах, что способствует снижению уровня стресса у животных и увеличению их выживаемости.

Современные технологии, такие как GPS-трекеры, стали неотъемлемой частью логистических систем, используемых для транспортировки сельскохозяйственных животных. Эти устройства позволяют в реальном времени отслеживать местоположение транспортных средств, а также контролировать состояние груза. Такая информация обеспечивает возможность оперативного реагирования на любые отклонения от плана и способствует повышению надежности логистических операций.

Внедрение в логистические процессы автоматизированных систем погрузки и разгрузки в виде роботизированных платформ и систем подъёмных механизмов позволит снизить стресс и возможные травмы у сельскохозяйственных животных, увеличить скорость, качество и эффективность процесса, а также минимизируют контакт с человеком, что уменьшит вероятность ошибок и повысит безопасность труда работников. Такой подход способствует оптимизации использования ресурсов и созданию более комфортных условий транспортировки.

Использование виртуальной реальности для обучения работников (обучающие программы в VR-формате) позволяют персоналу подготовиться к безопасной и гуманной перевозке сельскохозяйственных животных, повысив квалификацию и снизив риск ошибок.

Интеграция новых технологий в существующие логистические цепочки является важным этапом их усовершенствования. Это способствует устойчивому развитию аграрного сектора.

Искусственный интеллект (ИИ) широко применяется для повышения эффективности и безопасности перевозки сельскохозяйственных животных за счет оптимизации маршрутов. Основная задача системы - минимизировать время перевозки, снизить стресс и риск для здоровья животных, а также снизить затраты на логистику. Для этого ИИ использует данные из различных источников: карты и дорожные сети, текущая информация о пробках и дорожных работах, прогнозы погоды, состояние транспортного средства и параметры самих животных, например, с помощью IoT-датчиков внутри кузова

[9]

Модели машинного обучения и алгоритмы оптимизации, такие как генетические или эвристические методы, помогают разрабатывать маршруты, учитывающие множество факторов, - дорожные ограничения, погодные условия, состояние дорог и уровень загруженности транспортных средств [10]. В процессе движения системы в реальном времени анализируют изменения дорожной ситуации и состояния животных, предлагая альтернативные маршруты, регулируя скорость или делая остановки, чтобы обеспечить комфорт и безопасность.

Интеллектуальная система планирует маршрут ещё до начала перевозки, собирая все доступные данные и предсказывая возможные препятствия, а также подстраивается по мере выполнения рейса. Операторы получают удобные интерфейсы для мониторинга, оценки состояния грузов и получения рекомендаций, а система автоматически уведомляет о возможных рисках или необходимости вмешательства. В итоге такая интеграция позволяет не только сократить время и расходы, но и значительно снизить уровень стресса у животных, повышая качество всей перевозки.

Использование ИИ для оптимизации маршрутов – это шаг к более безопасной, быстрой и гуманной логистике сельскохозяйственной продукции, повышая её эффективность и создавая условия для сохранения здоровья и благополучия животных.

В связи с этим предлагается концепция инновационной системы — гибкая автоматизированная система динамического альянса логистических платформ, объединяющая множество автономных транспортных единиц с интегрированными сенсорными и аналитическими модулями. Эта система предусматривает использование небольших, модульных транспортных платформ, которые взаимодействуют и координируются в реальном времени для достижения максимально эффективной доставки сельскохозяйственных животных.

Основной особенностью предложенной системы является модульность транспортных единиц. Каждая платформа представляет собой автономную или полуавтономную единицу, оснащённую сенсорами для мониторинга состояния животных, окружающей среды, а также технического состояния самой платформы. Эти данные в режиме реального времени позволяют обеспечить оптимальные условия перевозки и своевременно выявлять возможные риски.

Ключевой компонент системы — динамическое формирование конвоев. Алгоритмы, основанные на предиктивной аналитике и искусственном интеллекте, анализируют текущий спрос, дорожную обстановку, состояние животных и логистические показатели. Исходя из этих данных, системы автоматически объединяют или разделяют платформы, формируя оптимальные маршруты и группы перевозки. Такая автоматизация позволяет повысить производительность, снизить издержки и оперативно реагировать на изменения ситуации.

Интеграция системы с дорожной и инфраструктурной средой обеспечивает автоматизированную координацию между транспортными

операторами, пограничными и складскими пунктами. Это способствует минимизации времени простоя и повышению общей эффективности перевозочного процесса. Помимо этого, все транспортные платформы оснащены системами предиктивного обслуживания, что позволяет выявлять потенциальные неисправности заранее и предотвращать непредвиденные простои.

Преимущества данной системы заключаются в более эффективном использовании транспортных ресурсов и снижении эксплуатационных затрат. Гибкое и адаптивное планирование маршрутов позволяет значительно сократить время доставки и уменьшить топливные расходы. Кроме того, такое решение способствует улучшению условий перевозки сельскохозяйственных животных за счет точного прогнозирования возможных задержек и оперативной маршрутизации. В целом, предлагаемая система представляет собой перспективное направление развития логистики сельскохозяйственной продукции, обеспечивая безопасность, эффективность и устойчивость транспортных процессов.

Анализ текущих логистических процессов транспортировки сельскохозяйственных животных выявил ряд значительных проблем, включая недостаточную эффективность систем, негативное влияние на благополучие животных и несоответствие экологическим нормам. Эти аспекты требуют комплексного подхода к решению, что подчеркивает важность внедрения современных технологий и стандартов в логистику.

В результате исследования было установлено, что развитие эффективной системы транспортировки способно значительно повысить конкурентоспособность аграрного сектора. Для преодоления выявленных проблем предлагается внедрение инновационных технологий, таких как системы мониторинга состояния животных и оптимизации логистических маршрутов. Также необходимо учитывать экологические аспекты, разрабатывая устойчивые подходы к транспортировке. Важным элементом является обучение персонала, что позволит повысить профессионализм и качество обслуживания. Эти меры направлены на улучшение условий перевозки, снижение издержек и повышение устойчивости аграрного сектора.

Библиографический список

1. Официальный сайт Продовольственная и сельскохозяйственная организации ООН (ФАО) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.fao.org/home/ru> (дата обращения: 15.09.2025).
2. Официальный сайт ResearchGate: “Transport of Livestock: Principles and Practice” (Temple Grandin) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.researchgate.net/search/publication?q=Transport%20of%20Livestock%20Principles%20and%20Practice> (дата обращения: 18.09.2025).
3. Официальный сайт Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов (EFSA) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.efsa.europa.eu/en> (дата обращения: 20.09.2025).

4. Официальный сайт Россельхознадзор: Регламент Совета (ЕС) 1/2005 от 22 декабря 2004 года «По защите животных во время транспортировки и проведении связанных с транспортировкой операций, вносящее поправки в Директивы 64/432/ЕЕС и 93/119/ЕС и Постановление (ЕС) № 1255/97» [Электронный ресурс]. - URL: <https://fsvps.gov.ru/files/reglament-soveta-ec-1-2005-ot-22-dekabrja-2004-goda/> (дата обращения: 24.10.2025).
5. Официальный сайт Компания Smithfield Foods [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.smithfieldfoods.com/> (дата обращения: 29.09.2025).
6. Безгубина, Е.Е. Гигиена транспортировки животных / Е.Е. Безгубина // Материалы IV Международной студенческой научной конференции. - С. 202-203.
7. Ефименко, А.Г. Развитие рынка логистических услуг / А.Г. Ефименко // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси. - 2010 – С. 92-100.
- 8 Официальный сайт Международная организация по стандартизации (ISO) [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.iso.org/ru/home.html> (дата обращения: 12.10.2025).
9. Буклагин, Д.С. Цифровые технологии и системы управления в животноводстве / Д.С. Буклагин // Техника и технологии в животноводстве №4(40)-2020 – С. 105.
10. Гавриков, В. А. Качество транспортных услуг как показатель уровня логистического сервиса / В. А. Гавриков, А. А. Гуськов, И. Н. Лавриков // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт: VIII Межд. науч.-практ. конф. – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 267-269.
11. Шамбазов, Е.А. Особенности экономики логистических процессов в агропромышленном комплексе / Е.А. Шамбазов, А.Б. Мартынушкин, С.А. Кистанова // Современные тренды аграрной экономики: Материалы Национальной студенческой научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 149-154.
12. Абузьяров, Л.Д. Проблемные вопросы доставки грузов / Л.Д. Абузьяров, 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.

Терентьев О.В., студент,
Терентьев В.В., к.т.н.,
Аникин Н.В., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

По мере того, как все больше городов вступают в эру цифровизации, градостроители и чиновники постоянно ищут способы более эффективного управления территориями с помощью новых технологий. Это особенно верно, когда речь идет о транспорте, и является одной из причин, по которой интеллектуальные транспортные системы (ИТС) стали неотъемлемой частью каждого развивающегося «умного города». Эти системы не только предлагают бесконечные возможности для применения, но и их использование больше не ограничивается только управлением дорожным движением. Они обеспечивают более разумный подход к традиционным транспортным системам, повышая эффективность, безопасность и защищенность, а также решая общие проблемы общественного транспорта, такие как заторы (рисунок 1) [1-3].



Рисунок 1 – Примеры внедрения интеллектуальных транспортных систем

Использование этого типа технологии позволяют повысить транспортную мобильность в городах, что объясняет, почему так много стран рассматривают возможность ее внедрения в ближайшем будущем [4, 5]. В нашей статье рассмотрим, что такое интеллектуальная транспортная система, как она работает и как ее можно применить для улучшения транспортных сетей.

Интеллектуальная транспортная система является частью Интернета вещей, состоящего из технологий «автомобиль-автомобиль» (V2V) и «автомобиль-инфраструктура» (V2I), в котором применяются как беспроводные, так и проводные информационные и электронные технологии на основе связи [6]. ИТС чаще всего используются в системах управления транспортом и дорожным движением для повышения безопасности, эффективности и устойчивости различных транспортных сетей, уменьшения заторов на дорогах, а также улучшения пользовательского опыта.

ИТС состоят из самых современных технологий, которые являются беспроводными, электронными и работают за счет автоматизации. В целом, эти технологии обладают потенциалом для интеграции различных транспортных средств, используемых в транзите, таких как грузовики и личные автомобили, а также различных систем и инфраструктуры. Автомобильные технологии и автоматизация обеспечивают высокую точность, например, при стыковке автобусов, наряду с автоматизированными направляющими и системами предотвращения столкновений. Сама технология опирается на широкий спектр приложений и датчиков, которые обрабатывают и обмениваются информацией для связи данных и местоположения транспортного средства с другими транспортными средствами и видами транспорта, включая пешеходов или велосипедистов, а также с локальной или удаленной инфраструктурой, связанной с облаком.

ИТС уже оказывает значительное влияние на транспортную отрасль благодаря таким приложениям, как электронный сбор платы за проезд, координация светофоров и системы информирования пассажиров. Внедрение этих систем дает множество преимуществ, как для общественности, так и для коммерческих пользователей, а также снижает воздействие на окружающую среду и приносит экономическую выгоду.

С точки зрения мобильности, технология ИТС направлена на обеспечение кратчайшего маршрута между пунктом отправления и конечным пунктом назначения, принимая во внимание такие факторы, как расстояние, время и потребление энергии, а затем сравнивает его со средой, богатой данными, чтобы рассчитать наиболее оптимальный маршрут для поездки. Это может помочь в мониторинге и управлении различными транспортными сетями и системами. Светофоры могут быть настроены соответствующим образом, операторы общественного транспорта могут управляться динамически, а при необходимости могут быть оперативно отправлены аварийные службы и службы технического обслуживания.

Когда интеллектуальная транспортная система используется с целью повышения безопасности, она может предупреждать о скорости на скользкой дороге, эффективно снижая количество аварий и смертельных случаев на

дорогах. ИТС может предоставлять рекомендации и предупреждения путешественникам, а также может применяться в приложениях для обеспечения безопасности транспортных средств и управления чрезвычайными ситуациями.

Интеллектуальные транспортные системы считаются жизненно важными для решения проблемы растущих выбросов и заторов в городах. Данные о дорожном движении в режиме реального времени могут помочь в принятии обоснованных решений, повышающих эффективность всех транспортных систем и видов транспорта. Улучшая поток транспортных средств от повседневных поездок, экономится значительное количество топлива, следовательно, меньше вредных выбросов в атмосферу, что оказывает положительное воздействие на окружающую среду [7-9].

Интеллектуальные транспортные системы могут отличаться в зависимости от назначения, однако принципы их функционирования остаются схожими. Разработчики таких передовых технологий используют новейшие доступные технологии, такие как компьютерное зрение, глубокое обучение, периферийные вычисления, Интернет вещей и другие, для создания решений. Модель ИТС обычно сочетает в себе различные этапы, такие как сбор данных, аннотирование данных, анализ данных, обучение и тестирование моделей ИИ. Наиболее распространенные области применения включают в себя контроль скорости, управление пропускной способностью, повышение эффективности и безопасности при мультимодальной мобильности, сокращение расхода топлива и улучшение управления инцидентами [10].

Автоматизация является одним из преимуществ этих типов систем, поскольку различные виды деятельности, которые традиционно зависели от вмешательства человека, больше не требуют такого участия. Кроме того, производительность дорожных сетей может тщательно контролироваться и корректироваться в режиме реального времени. Данные, которые ранее собирались с помощью дорогостоящей инфраструктуры, теперь могут быть собраны с помощью новых и более обширных источников. Аналитика данных в режиме реального времени еще больше помогает в анализе исторических данных, поскольку эту задачу выполняют передовые интеллектуальные системы. Еще один положительный аспект сводится к широкому спектру каналов, через которые пользователи теперь могут получать доступ к информации о поездках в режиме реального времени и делать выбор оттуда (в отличие от следования только дорожным знакам), используя свои мобильные устройства или автомобильные системы.

ИТС может помочь в оптимизации поездок в виде навигации по маршруту, уменьшить ненужные пройденные километры и сократить время, затрачиваемое на перегруженные автомагистрали и улицы, одновременно способствуя использованию дополнительных режимов [11-14].

Интеллектуальные транспортные системы способны решить многие традиционные проблемы, которые возникают в транспортной отрасли. Растущий уровень заторов в городах увеличивает время, которое люди тратят на поездки, не говоря уже о нагрузке на инфраструктуру и миллиардах рублей,

которые ежегодно тратятся на техническое обслуживание, дорожно-транспортные происшествия и смертельные случаи в результате аварий [15,16]. ИТС предлагают решения для всех этих проблем, повышая эффективность перевозок, оптимизируя различные системы и процессы, экономя деньги и топливо, а также уменьшая воздействие транспорта на окружающую среду.

Сокращение углеродного следа в виде выбросов парниковых газов имеет основополагающее значение для достижения целей устойчивого развития и обеспечения того, чтобы мы сохранили будущее для нашей планеты и следующих поколений. С помощью ИТС транспортный сектор (один из крупнейших загрязнителей на Земле) может начать переход к более устойчивым и эффективным методам работы. Цифровизация транспортного сектора – следующий большой шаг в этом направлении, по мнению экспертов, наряду с другими задачами. Интеграция таких передовых технологий — непростая задача, поэтому ожидается, что потребуется значительное количество усилий, времени, квалифицированного персонала и ресурсов, чтобы использовать эту технологию в интересах общества. Перечисленные выше преимущества действительно стоят инвестиций и усилий, и по мере того, как технологии продолжают развиваться, эффективность транспортного сектора экономики и мобильность в целом будут повышаться.

Библиографический список

1. Терентьев, О.В. Влияние урбанизации на дорожное движение / О.В. Терентьев, Г.К. Рембалович // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2022 – С. 283-287.
2. Горячкина, И.Н. Прогнозирование возникновения заторов в городских условиях / И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием. – 2021. – С. 408-413.
3. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов / Г.А. Мертвищев, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.
4. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения / Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.
5. Повышение транспортной доступности городов / О.А. Тетерина и др. // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции. – Рязань, 2021. – С. 518-522.
6. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса / А.С. Колотов и др. // Современное состояние и перспективы развития

механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2021 – С. 268-271.

7. Терентьев, О.В. Оценка уровня экологических выбросов в регионе / О.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, О.А. Тетерина // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2022 – С. 288-293.

8. Анализ выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в заторовых ситуациях / К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Тюмень, 2020. С. 234-238.

9. Терентьев, В. В. Стратегии снижения влияния транспорта на окружающую среду / В. В. Терентьев, И. Н. Горячкина, А. В. Шемякин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. – Рязань, 2024. – С. 111-116.

10. Мероприятия по обеспечению безопасности движения / В. В. Терентьев, К. П. Андреев, И. Н. Горячкина, А. В. Шемякин // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2024. – С. 1003-1007.

11. Управление дорожным движением в городских условиях / К. П. Андреев [и др.] // 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. 229-234.

12. Оптимизация дорожного движения в городах / Н. М. Латышенко, В. В. Терентьев, О. А. Тетерина, А. В. Шемякин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022) : сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции. – Курск, 2022. – С. 163-166.

13. Комплексная цифровизация на предприятиях автомобильного транспорта: перспективы внедрения / А. В. Шемякин [и др.] // Грузовик. – 2023. – № 6. – С. 30-34.

14. Совершенствование системы управления дорожным движением в городах / В. В. Терентьев, А. В. Шемякин, Н. В. Аникин, К. П. Андреев // Перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте : Материалы Международной молодежной научно-практической конференции. – Воронеж, 2024. – С. 24-28.

15. Интеллектуальная система управления дорожным движением / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев, А. Б. Мартынушкин, А. В. Шемякин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 130-135.

16. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры / Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 99-105.

17. Кончин, В. А. Применение эндоскопа марки Rosdiag F4-а при техническом обслуживании автомобиля / В. А. Кончин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2024) : Сборник научных статей 16-й Международной научно-технической конференции, Курск, 15 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 50-55.

18. 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 научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года– Рязань: РГАТУ, 2018. С. 243-246

19. Тенденции применения технологии искусственного интеллекта российскими организациями / Л. В. Черкашина, Л. А. Морозова, Л. В. Романова, Е. А. Чернышева // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 280-285.

УДК 631.8

*Алексиевич А.С., магистрант,
Есакова Л.Ю., магистрант,
Кунцевич А.А., к.с/х.н.,
Лузгин Н.Е., к.т.н.,
Соколов А.А., к.с/х.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ВНЕСЕНИЕ КАЛИМАГА И КАЛИМАГНЕЗИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Рынок минеральных удобрений довольно обширный и представлен многими видами соответствующей продукции с различными торговыми марками и названиями. Некоторые из них могут поставить в тупик потребителя. Например, торговая марка (ТМ) «Калимаг» может соответствовать двум видам калиево-магниевых удобрений, отличающимся по происхождению и свойствам. Рассмотрим их более подробно.

Для обеспечения полноценного роста и развития растений и получения высоких и стабильных урожаев при хорошем качестве сельскохозяйственной продукции необходимо регулярное пополнение элементами питания, как в виде основных удобрений, так и в виде подкормок. Это зависит от изначального их содержания в почве и доступности для культур, а также от самих культур, ведь у разных видов растений, да и сортов вынос тех или иных элементов питания может сильно отличаться. Среди макроэлементов в удобрениях выделяют азот, калий и фосфор, которые являются важными компонентами для растений, но нельзя не учитывать важнейшую роль в физиологических процессах мезоэлементов (кальций, магний, сера) и микроэлементов (цинк, кобальт, молибден, марганец, железо, медь) [1].

Калий играет очень важную роль в жизнедеятельности растений, поэтому калийные удобрения пользуются высоким спросом у сельхозпроизводителей. Калий способствует усвоению азота, стимулирует образование белка, улучшает прочность тканей. Растения, получающие достаточное количество калия, становятся более устойчивыми к заболеваниям и легче переносят неблагоприятные погодные условия.

Особенно важен калий для роста и развития гречихи и подсолнечника, а также овощных культур и картофеля. Недостаток калия в почве может привести к различным негативным изменениям в росте и развитии растений, таким как истончение стебля, бурые пятна на листьях, "краевой ожог", торможение роста и закручивание листьев. Культуры, выращиваемые на карбонатных полях или после проведения химической мелиорации (известкования) особенно нуждаются в калийных и магниевых удобрениях из-за минимального

содержания солей в таком грунте [7].

Существует разнообразие калийных удобрений, различающихся содержанием калия, включением дополнительных вспомогательных веществ и способами применения. К калийным удобрениям можно отнести калийную селитру, сернокислый калий (сульфат калия), хлористый калий (хлорид калия), калимагнезию и калимаг. Кроме того, существует ряд других удобрений, содержащих калий, таких как нитроаммофоска, гуматы калия, калийная соль, монофосфат калия (монокалийфосфат), древесная зола [3].

Магний играет также очень важную роль в физиологических процессах. Недостаток магния для растений проявляется в задержке развития. Вот некоторые последствия – приостанавливается цветение, рост побегов, наблюдаются потери хлорофилла. Развивается хлороз между жилками листа (сами жилки при этом остаются зелёными), появляется «мраморность» у листьев, листья преждевременно отмирают и опадают. После проведения известкования важно поддерживать соотношение кальция к магнию в пропорции 11:2, это необходимо для оптимального развития растений [2].

Вид удобрений торговой марки “Калимаг” (ТУ 2184-001-50267458-02), производится методом дробления при производстве магния из минерала карналлита. Хорошо растворяется в воде.

В состав агрохимиката входят хлориды калия, магния, кальция и натрия. Массовая доля хлорида калия должна составлять в нормативе не менее 65%, хлорида магния – 4,0 %, хлорида кальция – 1,2%, хлорида натрия – не более 18,0%. При этом, содержание влаги регламентируется, и должно составлять не более 4,0%, из-за риска слеживаемости.

По размеру гранул Калимаг подразделяется на три марки. Марка М имеет размер фракции 0..3 мм не менее 90%, а 0...3 мм – не более 10%. Марка С имеет размер фракции 0..6 мм не менее 90% и 0...6 мм – не более 10%. Марка Н имеет размер фракции менее 1 мм - 10%, 1..6 мм не менее 80% и более 6 мм – не более 10% [3].

Рекомендуется под внесение осенью под основную обработку. Норма внесения под зерновые и кормовые культуры - 257 кг /га, под силосные - 308 кг/га, под овощные культуры - от 154 до 308 кг/га.

При посадке деревьев и кустарников в посадочную яму вносят: под плодовые семечковые и косточковые растения - до 300 грамм, под ягодные кустарники - до 150 грамм [10].

При подкормке (осенью) плодоносящих деревьев вносят до 60 г/м² приствольного круга в зависимости от возраста и размера дерева, под ягодные и декоративные кустарники – до 40 грамм/м²

Указанные дозы внесения могут быть скорректированы по итогам проведения АХО полей.

Оптимально применять на почвах легкого механического состава (песчаных, супесчаных и легкосуглинистых) – серых лесных и дерново-подзолистых.

Применительно к культурам картофеля, подсолнечника, кормовой свеклы, капусты, овса, рапса, силосных культур, внесение “Удобрения типа

«Калимаг» предпочтительнее стандартного хлористого калия, как в плане повышения урожайности, так и для улучшения качественных характеристик сельскохозяйственной продукции. Растения подсолнечника и картофеля не накапливают натрия, а для капусты, овса и свеклы примесь натрия является полезной. Накопление ионов хлора в почве значительно меньше, чем при использовании хлорсодержащих калийных солей [2].

Рассмотрим еще одно удобрение под аналогичной торговой маркой «Калимаг», представляющую собой смесь водорастворимых сульфатов калия и магния. Одновременное содержание калия и магния дает удобрению возможность равномерно распределяться в почве.

Данное удобрение производится в виде гранул серого цвета. Его состав в пересчёте на сухое вещество содержит K_2O 26-30 % и MgO 4-6 %. По сравнению с другими калийными удобрениями, «Калимаг» пригоден для всех видов сельскохозяйственных культур, деревьев, кустарников и их корневой подкормки. Рекомендуются как основная весенняя подкормка на почвах всех типов и в применении в тепличных хозяйствах [3].

Содержащаяся в ней сера действует как катализатор, способствуя быстрому распаду минеральных веществ и их поступлению к корням растений.

Сера (S) выполняет много важных функций. Данный элемент участвует в синтезе ферментов, играет важную роль в построении белков, способствует усвоению азота, фосфора, калия, кальция, магния и железа, укрепляет иммунитет растений, формирует устойчивость культур к негативным факторам внешней среды (засухе, возбудителям болезней, резким колебаниям температуры, продлевает срок хранения плодов, активизирует развитие азотфиксирующих клубеньковых бактерий). Хотя для полноценного питания, роста и развития сера нужна абсолютно всем растениям, особенно остро в этом макроэлементе нуждаются крестоцветные культуры, бобовые, лук, чеснок, а также вересковые и хвойные культуры, предпочитающие почвы с низким уровнем pH [5].

Дефицит серы часто проявляется на песчаных почвах с низким содержанием органического вещества. Симптомы такой недостаточности схожи с симптомами дефицита азота. Основное различие состоит в том, что дефицит азота затрагивает прежде всего старые листья, а недостаток серы в большей степени сказывается на молодых листьях и точках роста.

Наиболее эффективно применять Калимаг под зернобобовые культуры, картофель, гречиху. Эффективно применение в тепличных хозяйствах при внесении с капельным поливом [4].

Магний корректирует накопление нитратов и повышает пищевую ценность сельскохозяйственной продукции. Рациональное его использование дает возможность повысить урожайность до 30% и более.

Различия между калимагнезией (ТМ «Калимаг») и, собственно, калимагом:

Калимагнезия значительно дороже калимага. Она практически не содержит хлора, а калимаг может содержать его в количестве от 3 до 75%. Хлор негативно влияет на развитие растений, поэтому калимагнезия

предпочтительнее для хлорофобных культур [8].

Калимагнезия содержит серу, которая является полезным микроэлементом для растений, калимаг может не содержать серу.

Калимагнезия производится путем искусственного синтеза, а калимаг - путем переработки природного сырья.

Калимаг лучше использовать только в осенний период - и не под культуры, которые боятся хлора. Калимагнезию – как осенью, так и весной в виде подкормок. При применении данных видов удобрений нужно руководствоваться инструкциями по нормам внесения под те или иные культуры, не превышая рекомендованную дозировку.

Библиографический список

1. Виноградов, Д. Возделывание льна масличного сорта Санлин в южной части Нечерноземной зоны России / Д. Виноградов, Е. Лупова, А. Кунцевич // Главный агроном. – 2014. – № 10. – С. 16-18.

2. Известкование как основной фактор воспроизводства плодородия почвы / О. Н. Новикова, А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 169-174.

3. Особенности применения минеральных удобрений при выращивании картофеля / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 309-313.

4. Приёмы оздоровления почв / А. В. Ручкина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 267-270.

5. Оценка сорта Санлин льна масличного в условиях Тульской и Рязанской областей / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, Н. С. Егорова, А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3(27). – С. 5-9.

6. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

7. Современные тенденции в сельском хозяйстве / Е. М. Зайцев, К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов, А. В. Ручкина // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 105-106.

8. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А.

Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

9. Урожайность горчицы белой при использовании современных жидких удобрений в Нечерноземной зоне России / Д. В. Виноградов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 126-131.

10. Экологическая оценка потенциальной радоноопасности / К. М. Павлова, М. А. Габибов, А. А. Кунцевич, С. А. Морозов // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 295-301.

11. Кончин, В. А. Обработки почвы и изменение конструктивных параметров лапы культиватора при абразивном износе в полевых условиях Центрального Черноземья / В. А. Кончин, Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 4. – С. 45-52.

12. Пути воспроизводства плодородия почв в Рязанской области / К. Д. Сазонкин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53).

13. Сусарева, А. А. Влияние совместного применения минеральных удобрений и биопрепаратов на биологическую активность темно-серой лесной почвы / А. А. Сусарева, Г. Н. Фадькин // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 28 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 177-182.

УДК 631.372; 631.3.076

*Букатов Д.А., студент,
Бачурин А.Н., к.т.н., доцент,
Корнюшин В.М.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ БЕСПИЛОТНЫХ (АВТОНОМНЫХ) ТРАКТОРОВ

Сельскохозяйственная отрасль в наше время сталкивается с различными вызовами: растущий дефицит квалифицированных кадров, ужесточающиеся требования к ресурсоэффективности и экологичности, необходимость максимальной точности в условиях современного земледелия. В ответ на эти проблемы развиваются технологии, способствующие их решению. Одной из таких являются беспилотные трактора. Понимание принципов работы этих машин становится ключом к осознанию будущего сельского хозяйства, где

однообразные, требующие много времени операции доверяются роботам, а человек сосредотачивается на управлении этими работами [1, 2].

Технология беспилотных тракторов берёт своё начало с 1940-ых годов. К примеру, рассмотрим самый первый патент на вождение трактора без механика-водителя. Его разработчиком был фермер-изобретатель из США Френк У. Эндрю, штат Иллинойс. Однообразная езда на тракторе день за днём, вспашка и посадка ряд за рядом кукурузы его особенно не привлекали. И он придумал механизм, когда трактор без водителя объезжает его поля, подготавливая почву и высаживая семена, по кругу уменьшающимися спиральными рядами, похожими на бороздки на грампластинке проигрывателя (рисунок 1). Для управления беспилотным трактором в центре поля устанавливается бочка или неподвижное колесо, а вокруг него наматывается трос, прикрепленный к рулевому рычагу на передней части трактора. Трос при начале движения трактора начинает наматываться на барабан и тянет трактор к центру. При подъезде к неподвижному колесу трактор автоматически сам останавливается [3].

С 1940 года наука продвинулась далеко вперёд. На данный момент времени беспилотные трактора способны без всяких тросов автоматически передвигаться по полю, включая движения по гонам и выполнение разворотов на концах полос, могут регулировать скорость движения в зависимости от условий работы и управлять навесным или прицепным оборудованием. Полноценные беспилотные модели также умеют видеть препятствия, например, крупные камни или деревья, с помощью датчиков и камер автоматически объезжать их или останавливаться на безопасном расстоянии. Они обеспечивают точное движение по заданным маршрутам с минимальными отклонениями и автоматически адаптируются к изменениям рельефа местности, выполняя сложные манёвры [4].

Основные принципы работы таких тракторов можно описать следующим образом. Изначально, оператор дистанционно задаёт трактору задачу через специальное программное обеспечение. Это включает определение границ участка и возможных зон исключения, типа операции (вспашка, посев, культивация, опрыскивание и т.д.), выбор и настройку параметров навесного или прицепного оборудования. На основе этих вводных данных и подробных карт поля система составляет оптимальные маршрут движения – сетку параллельных проходов с учётом ширины захвата орудия и разворота (рисунок 2) [4, 5].

Для точного позиционирования и следования по этому маршруту беспилотные трактора используют спутниковую навигацию GPS/ГЛОНАСС, дополненную коррекцией RTK-станциями (рисунок 3). Такая система обеспечивает точность местоположения трактора до 2,5 см. RTK это сокращённое название метода кинематики в реальном времени (по-русски звучит как «ЭрТэКа»). Представляет из себя особый метод спутникового позиционирования, позволяющий давать точные результаты измерений (точность до 2,0 см). Сам метод заключается в мгновенной обработке спутниковых данных позиционирования с использованием корректирующей

информации от наземной станции.

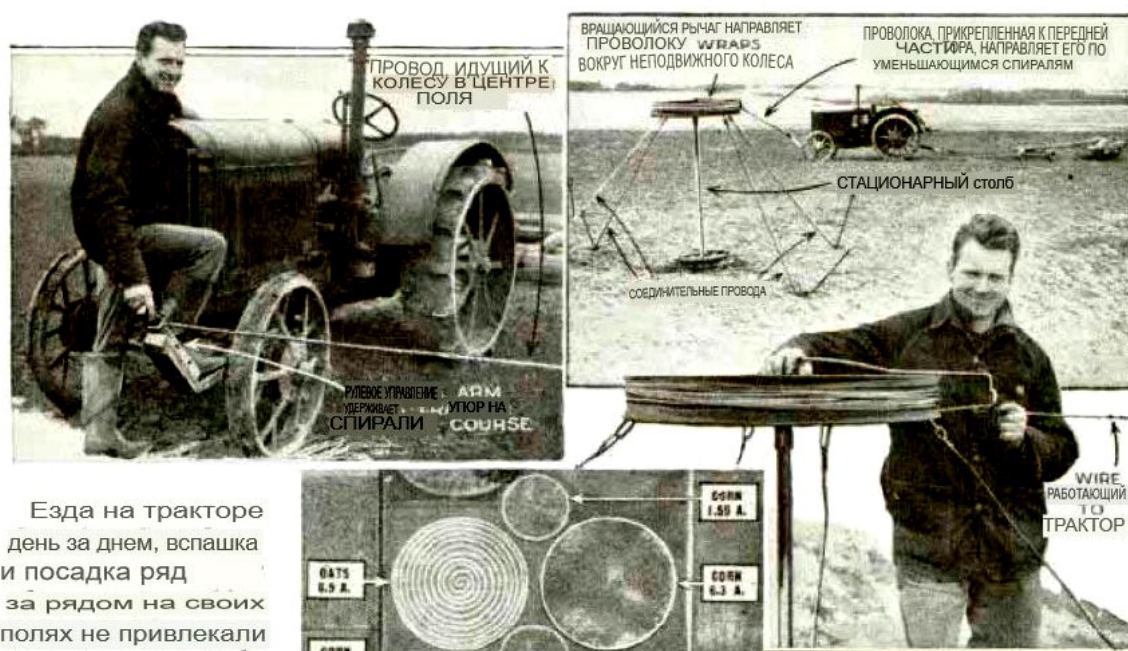


Рисунок 1 – Беспилотный трактор высаживает посевы кукурузы по спирали, 1940 год, США



Рисунок 2 – Способы движения современных беспилотных тракторов

Этот метод можно описать проще. Базовая станция RTK (рисунок 3) находится неподвижно в поле и определяет свои координаты с точностью до 1,0 см. Трактор подвижен, поэтому устанавливает свои координаты с метровой точностью, но, если базовая станция RTK и трактор связаны друг с другом и видят одни и те же спутники, значит, поправки от базы в реальном времени могут «помочь» трактору определить своё местоположение точнее. Каждая база рассчитывает поправки, которые актуальны в радиусе 25 км от неё. Все

тракторы, кто получил от неё коррекции, могут определить себя с точностью до 2,5 см. При удалении от базы-станции точность уменьшается на 1,0 см на каждые 10 км. Каждый фермер на своих полях может построить такую станцию, один раз вложившись в строительство [5, 6].



Рисунок 3 – RTK-станция, навигационный контроллер и антенна

Для безопасной и приспособленной к данному полю работы техника оснащается набором датчиков, приборов и устройств [4, 7]:

- LIDAR – устройство, использующее лазерные лучи для сканирования окружающего пространства, служит для измерения расстояния до объекта по времени возвращения отражённого света. LIDAR создаёт детальную 3D-карту окружения, обнаруживая препятствия, определяя форму препятствий и расстояние до них;

- инерциальные измерительные блоки (IMU) – набор датчиков, отслеживающих движение и ориентацию трактора в пространстве. Блоки включают гироскопы и акселерометры, которые измеряют наклоны в 3 плоскостях: рысканье, тангаж и крен. IMU дополняет данные ГЛОНАСС и RTK, обеспечивая плавность и точность управления, особенно при поворотах или при движении по склонам;

- видеокамеры, которые используются для распознавания объектов, препятствий, границ обработанных участков, а также могут отличать сорные растения от культурных или определять вредителей на растениях;

- навигационный контроллер и антенна (рисунок 3), предназначенные для приёма сигналов от спутниковой системы, а также от RTK-станции и передачи их после обработки в бортовой компьютер.

Информация от всех датчиков и устройств автопилота на тракторе поступает на бортовой компьютер, который сверяет текущее положение и состояние трактора с заданным планом маршрута. Бортовой компьютер анализирует окружающую обстановку, распознаёт препятствия по ходу движения и принимает решения: продолжать движение по курсу, изменить траекторию для объезда, изменить скорость, поднять или опустить гидравлику с с/х орудием. Схема установленного автопилота на примере трактора «Кировец К-7М» показана на рисунке 4 [5, 8].



Рисунок 4 – Схема установленного автопилота на примере трактора «Кировец К-7М»

На основе этих решений бортовой компьютер отправляет управляющие команды исполнительным механизмам. Электрические или гидравлические приводы воздействуют на рулевой механизм, управляют дроссельной заслонкой двигателя и трансмиссией для регулирования скорости движения. Отдельные узлы и датчики контролируют навесное оборудование.

Данные о местоположении, скорости, выполненных операциях, состоянии орудия, обнаруженных препятствиях и любых отклонениях от заданной программы записываются. Эта информация через сигналы связи поступает на удалённый центр управления или оператору на его устройство. В связи с этим, можно дистанционно следить за ходом работ. В случае возникновения нештатной ситуации, которую система не может решить самостоятельно, трактор автоматически остановится и отправит сигнал оператору для удалённого исправления ситуации или принятия решения о выезде бригады программистов-наладчиков [4].

На основании изложенного можно сделать следующие выводы о применении беспилотных тракторов:

- система автопилота сложная, дорогостоящая, требует обслуживания квалифицированными кадрами;
- система пока что полностью заменить механиков-водителей не может, нуждается в их присутствии;
- требуются постоянные усовершенствования узлов и приборов системы.

В целом беспилотное вождение повышает ресурсоэффективность и экологичность сельскохозяйственных предприятий, роботизирует однообразные с/х работы и за этим будущее сельского хозяйства [9].

А в настоящее время требуется от разработчиков предложения и конструктивные решения по снижению стоимости автопилотных систем, чтобы это было реально и просто внедрить каждому фермеру, даже на небольших земельных наделах.

Библиографический список

1. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.
2. Бачурин, А.Н. Сельскохозяйственные машины и агрегаты модульного типа / А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин, И.В. Савоськина // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 137-141.
3. Condon, E.U. Driverless Tractor Plants Crops in Spirals / E.U. Condon, H.H. Windsor // Popular Mechanics. - 1940. - №74. - С. 7.
4. Трактор разумный: что умеет беспилотная сельхозтехника и кто её создаёт // Истовый инженер [Электронный ресурс]. – URL: <https://engineer.yadro.com/note/intelligent-agriculture/> (дата обращения: 06.10.2025).
5. Система автоматического вождения для сельскохозяйственной техники – Текст: электронный // EFT Group [Электронный ресурс]. – URL: <https://eftgroup.ru/blog/raznoe/sistema-avtomaticheskogo-vozhdeniya-dlya-selskokhozyaystvennoy-tekhniki/> (дата обращения: 07.10.2025).
6. Классификация средств малой механизации сельскохозяйственных работ / В.М. Корнюшин, Е.О. Кузьмичёв, Б.А. Нефёдов, М.Б. Угланов // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: РГАТУ, 2017. – Часть 2. – С. 96-101.
7. Патент на полезную модель № 114319 U1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00. Линия для получения масла из семян масличных культур : № 2011116786/13 : заявл. 27.04.2011 : опубл. 20.03.2012 / Н. В. Бышов, В. М. Корнюшин, А. Н. Бачурин, П. А. Костенко ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
8. Савоськина, И.В. Универсализация малогабаритной техники в ЛПХ / И.В. Савоськина, В.М. Корнюшин // 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. 83-87.
9. Бачурин, А.Н. Способы повышения эффективности эксплуатации МТП в с/х производстве / А.Н. Бачурин, И.В. Кузнецов, В.М. Корнюшин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 17-22.

10. 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.

11. Савенков, Д. В. К вопросу применения технологий Интернета вещей (ИОТ) в сельскохозяйственной технике для повышения эффективности агропромышленного производства / Д. В. Савенков, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 162-166.

12. Туркин, В. Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК / В. Н. Туркин, А. В. Шемякин, А. П. Кутейникова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. - № 1 (7). - С. 7-21.

13. Романова, Л. В. Внедрение инструментов точного земледелия на сельскохозяйственных предприятиях / Л. В. Романова, И. Г. Шашкова, А. А. Соснина // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 6. – С. 294-301.

УДК 631.243.42; 004.9

*Виноградов А.Ю., магистрант,
Нагаев Н.Б., к.т.н., доцент,
Корнюшин В.М.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ В КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩАХ

В данной статье рассмотрены влияния режимов работы электрооборудования технологических линий в картофелехранилищах на простой оборудования в условиях интенсивной уборочной компании в течение 3-х месяцев, когда происходят основные за год процессы закладки-сортировки-фасовки (З-С-Ф) картофеля. В статье в качестве примера подробно рассмотрена работа линии в самом крупном картофелехранилище на базе предприятия, занимающегося производством картофеля (ООО «СПК имени Ленина» Московская обл., Луховицкий район, село Дединово).

Рассмотрим все аварийные ситуации работы электрооборудования технологических линий в картофелехранилище и сделаем выводы, составив основные условия и требования по их устранению [1, 2].

В настоящее время объект на предприятии считается новым по причине большого ежегодного инвестирования предприятием в повышение качества хранящегося картофеля. На рисунке 1 представлена схема картофелехранилища на 40 000 тонн.

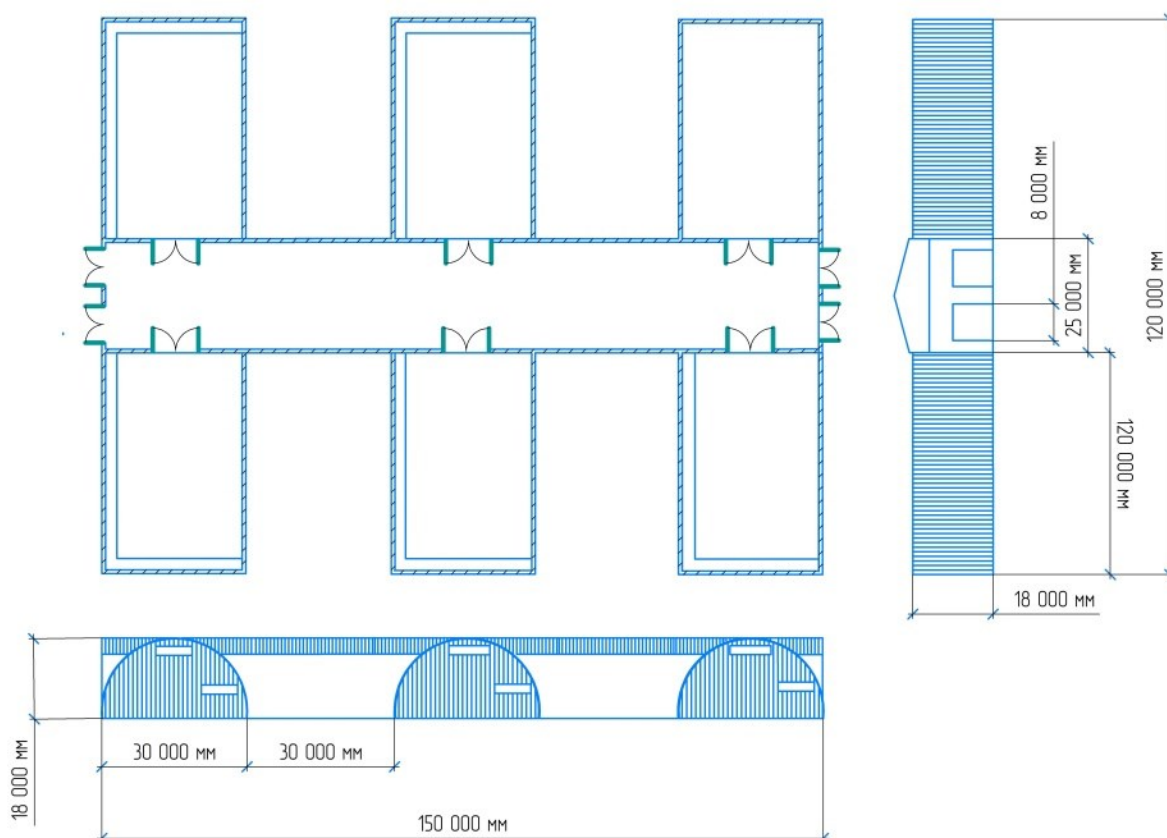


Рисунок 1 – Схема картофелехранилища на 40 000 тонн

Основные характеристики картофелехранилища [3, 4]:

- объём хранимого картофеля - общий 40 0000 тонн (5 секций по 8 000 тонн максимальной вместимости);
- габариты: 150 м × 120 м × 18 м;
- в одной из секций расположена линия закладки-сортировки-фасовки (З-С-Ф) картофеля на хранение;
- степень огнестойкости сооружения: Г2.

Технологический процесс заключается в хранении картофеля до его фасовки и конечной продажи. Технология работы линии З-С-Ф делится на следующие основные этапы:

1. Сортировка и очистка картофеля на отходы (крупный, средний и мелкий картофель). Далее мелкий картофель отправляется на линию очистки от мелких отходов и затем - в семенное хранилище.
2. После бункера средний и крупный картофель преимущественно попадает на отборочный стол, на котором удаляются оставшиеся крупные и средние отходы, а также случайно попавший семенной картофель.
3. Данный уже отсортированный картофель попадает в дозирующий бункер, после которого картофель попадает на два отсортированных стола, на которых рассортировывают крупный картофель от среднего, а также зелёный и повреждённый картофель, и возможные мелкие отходы.
4. Полученный картофель попадает на распределительный дозирующий бункер, от которого идут два программируемых дозатора, работающих

совместно с зашивающими машинками для мешков из сетки.

5. Данный картофель сортируют на паллеты и оставляют на хранение до отправки закупщикам [3].

Данные этапы можно разбить на три основные секции: А-секция первичной сортировки и уборки картофеля; Б-секция транспортировки до дозирующего бункера; В-секция сортировки и фасовки готового продукта до его отправки.

Хранение крупного, семенного, зеленого с отходами картофеля происходит в В-секции в мешках (биг-бэг) кубовых, после чего их отправляют на другие ветви производства для придания товарного вида.

Энергопотребление картофелехранилища составляет 135 кВт, из них 96 кВт обходится на питание линии З-С-Ф. Линия состоит из следующих агрегатов и узлов, перечисленных в таблице 1 [4, 5, 6]:

Таблица 1 – Список комплектующих линии З-С-Ф

Агрегаты и узлы линии З-С-Ф	Кол. (шт.)
Бункер-сортировщик RH 20-60 CF-E от компании «Grimme»	1
Бункер сортировочный семенного картофеля Falcon 24-60 от компании «Falcon»	1
Транспортёр ленточный телескопический двухсекционный ТТ 17-80ЭЛ с электрическим приводом от компании «Клинмаш»	7
Однолинейные транспортер длиной 6 м от Рязанского завода	1
Наклонный конвейер (бортоукладчик) длиной 11 м	1
Наклонный конвейер НК-72 от компании «Клинмаш»	1
Транспортер весовой ленточный односекционный Т 9-80ЭЛ-В	1
Накопительный бункер НБ-20	1
Транспортёр ленточный односекционный Т 12-80Эл	1
Инспекционный стол роликовый РИ-3Т-1-4	1
Стол инспекционный с отводным конвейером отходов от компании «Semera»	1
Однолинейный конвейер длиной 4 м	2
Наклонный гребенщик транспортер длиной 7 м	2
Накопительные автоматические комплексы для временного хранения овощей в больших объемах (Хопры) на 4 линии с обратным распределителем от компании «Клинмаш»	1
Сдвоенный весовой дозатор для овощей СВД-50У	1
10-канальный автоматический дозатор с подающим элеватором с гребенщиком конвейером от компании «Semera»	1
Машина автоматической упаковки картофеля в сетку УМ-50	1
Автоматический зашиватель мешков АЗМ-25 от компании «Semera»	1
Компрессор для работы зашивательных машин и дозаторов на 1,8 кВт.	2
Итого:	28

Технические характеристики агрегатов и узлов линии З-С-Ф были учтены при анализе и поиске влияния режимов работы электрооборудования технологических линий в картофелехранилище на простой оборудования во время практики на предприятии в сезон уборочных работ 2024 года.

Исходя из полученных данных в результате поиска параметров и

[illegible][illegible]

При осуществлении работы линией З-С-Ф в картофелехранилище были обнаружены следующие аварийные ситуации (данные взяты из опросов на предприятии сотрудников и личного опыта студента, полученного при

прохождении практики):

1. Выход из строя электродвигателей;
2. Разрушение, повреждение, обрыв и истирание питающих кабелей узла линии на питание и внутри работающего агрегата;
3. Нарушение целостности шита и корпусов электродвигателей;
4. Разрушение подшипников валов электродвигателей и подвижных частей агрегата;
5. Нарушение функционирования линии, причиной которой является человеческий фактор (удар об агрегат линии грузоподъемником или нарушение работы одного узла линии или нескольких);
6. Нарушение правил по эксплуатации и прочие причины поломки.

Все перечисленные поломки вызывают разрушение электрических и механических частей агрегата. При этом если не прекратить работу линии и агрегата, в частности, либо он разрушит себя до критического состояния, либо нарушит работу линии и остановит производство до 1,0 – 4,0 часов. Наше исследование предполагает определение и предотвращение аварий и в нашем случае мы можем привести основные аварии, обнаруженные в ходе прохождения преддипломной практики [3, 5, 8].

Рассмотрим подробнее аварийные ситуации и охарактеризуем их:

1. Отказ работы электродвигателей. В нашем случае достаточно поломки даже одного мотора, что может привести либо к 50% или 100% остановки одного агрегата, а затем и всей линии (см. рисунок 3). Вариантов аварий здесь много: обрыв фазного провода (одного); попадание чужеродных объектов в двигатель; разрушение подшипника; протечка смазки через сальники; заедание вала агрегата; перегрев обмотки; короткое замыкание внутри обмотки и т. п.

Данную неисправность может решить электромагнитный пускатель с тепловыми и электромагнитными реле, но он отключит только один агрегат, а при этом авария продолжается на всей линии в виде остановки процесса.

2. Разрушение вала агрегата в основном возникает при следующих причинах: разрушение подшипников; сдвиг ленты у конвейеров на один карай; стирание вала об ленту и т. п.

Данные последствия схожи с предыдущей аварией.

3. Разрыв ленты возникает при: перетирание замков сцепления ленты; при сильном и слабом натяжении ленты; при неправильной эксплуатации и т. п.

Данная авария в большинстве случаев не даёт обратного сигнала для отключения, но авария будет в любом случае влиять на нарушение работы всей линии.

4. Нарушение целостности узлов агрегата. При этом может попадать в систему ухудшающие её работу материалы которые могут приводить к нарушению работы электрической схемы; нарушение работы электродвигателя; снижение вращения подвижных частей агрегата.

5. Истощение расходных материалов при работе агрегатов. Узлы машин используют большое количество смазочных материалов, при отсутствии которых происходит быстрый и незаметный выход из строя вращающихся элементов.

6. Человеческий фактор. При эксплуатации больших линий требуется постоянный мониторинг их состояния, без которого работу линии может вывести из строя трудно заменяемый и дорогой компонент. Основные причины: халатность, необученность персонала, незаинтересованность руководства в привлечение сотрудников для контроля и т. п. Данные аварии не могут быть спрогнозированы никакими физическими величинами и имеют спонтанный характер.

Исходя из описанных выше аварий, появление одного из них приведёт к нарушению работы основных узлов линии, что скажется на функционирование всей линии. Существующие системы автоматической безопасности (например: автоматические выключатели, релейная защита и т. п.) предполагают отключение в момент аварии и защиту только одного или нескольких агрегатов, при этом для одного сценария аварии и без возможности обратной связи со всей линией [6, 9].

Устранение аварийных ситуаций, описанных выше, можно выполнить за счёт разработки и внедрения автоматической системы с неограниченным числом программируемых аварийных сценариев и создания внутренней объединённой сети технологической линии. Это обеспечит её работу как целостного механизма с оценкой состояния работы узлов внутри неё индивидуально. При этом доступным интерфейсом общения и связи внутри технологической линии, а также возможностью гибкой настройки во время работы и адаптирование системы под свои конкретные технологические, экономические, социальные нужды будет служить вновь разрабатываемая «Автоматическая система безопасности линии по переработки картофеля» устраняющая большинство аварийных ситуаций.

Библиографический список

1. Конкина, В.С. Государственная поддержка как фактор повышения эффективности молочной отрасли: региональный аспект / В.С. Конкина, Д.И. Филиппов, Е.Н. Правдина // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2024. – № 11(241). – С. 35-43.

2. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.

3. Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля: научное издание / О.А. Старовойтова и др. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 236 с. – ISBN: 978-5-7367-1433-9. – Текст: непосредственный.

4. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И.А. Успенский и др. – Текст: непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 27-31. – Библиогр.: с. 30-31 (10 назв.).

5. Патент на полезную модель № 114319 U1 Российская Федерация, МПК C11B 11/00. Линия для получения масла из семян масличных культур : № 2011116786/13 : заявл. 27.04.2011 : опубл. 20.03.2012 / Н. В. Бышов, В. М.

Корнюшин, А. Н. Бачурин, П. А. Костенко ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

6. Виноградов, А.Ю. Видовое многообразие параметров картофелехранилищ / А.Ю. Виноградов, А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы: Материалы IV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-17.

7. Совершенствование мероприятий по контролю режимов работы сельскохозяйственных электрических сетей / Н.Б. Нагаев [и др.] // Инженерное обеспечение инновационного развития АПК в условиях современных вызовов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 75-летию юбилею инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, 29 мая 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 102-109.

8. Бачурин, А.Н. Сельскохозяйственные машины и агрегаты модульного типа / А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин, И.В. Савоськина // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 137-141.

9. Бачурин, А.Н. Способы повышения эффективности эксплуатации МТП в с/х производстве / А.Н. Бачурин, И.В. Кузнецов, В.М. Корнюшин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 17-22.

10. Zhilyakov, D.I. Trends and prospects for the development of horticulture and vegetable growing in the region / D.I. Zhilyakov, Yu.V. Vertakova, E.V. Kharchenko // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - Krasnoyarsk, Russia, 2020. - С. 82039.

11. Аванесов, В. Л. Электродвигатели в сельском хозяйстве / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Т. Я. Никитин // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 249-250.

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОРРОЗИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Сельскохозяйственные машины эксплуатируются под воздействием экстремальных механических напряжений, при которых основные узлы агрегатов подвергаются засорению разнородными примесями. Накопление агрессивных веществ провоцирует развитие коррозионных процессов (рисунок 1), существенно снижающих эксплуатационный ресурс оборудования и техники [1, 2, 3].



Рисунок 1 – Пример коррозионного износа

Разрушительное воздействие окисления на металлические элементы сельскохозяйственного оборудования приводит к нарушению целостности конструкции, сбоям в работе механизмов и преждевременному износу техники [4, 5].

Агропромышленный комплекс нуждается в создании результативных способов защиты от коррозионных процессов, что требует значительных финансовых вложений. Успешность применяемых антикоррозийных мер определяют по следующим показателям:

- длительности эксплуатации машин;
- качеству металлических поверхностей.

Регулярный контроль состояния техники служит ключевым фактором предотвращения коррозионных процессов. Длительная эксплуатация машин в

полевых условиях требует комплексной очистки и нанесения защитных антикоррозионных составов на поверхности. Процедура очищения включает применение специализированных щёток совместно с универсальными моющими компонентами [6, 7, 8].

Удаление стойких загрязнений осуществляется путем нанесения активной пены с последующей очисткой. Химическая реакция очистки занимает период от 30 минут до 2 часов. Завершающим этапом выступает смывание пены водой.



Рисунок 2 – Устройство для мойки под высоким давлением

Устройство для мойки под высоким давлением (рисунок 2) позволяет точно удалять загрязнения направленным потоком воды.

Качественная просушка техники после мойки также является важным этапом, потому что предупреждает не только образование коррозии, но и размножение грибковых организмов. Большинство предприятий применяют метод естественной сушки ввиду его экономической целесообразности.

Летний период благоприятствует естественной сушке машин на открытых площадках, но при неблагоприятных погодных условиях сушка проводится в закрытых помещениях. Как правило, это происходит двумя методами.

Первый метод основан на создании оптимального микроклимата в помещении с контролируемыми параметрами температуры и влажности.

Второй вариант предполагает использование промышленных фенов, обеспечивающих быструю сушку, но данная процедура требует значительных затрат на приобретение необходимого оборудования и эксплуатацию.

Тщательный осмотр сельскохозяйственных машин перед помещением на хранение позволяет выявить деформации поверхностей ключевых элементов конструкции. Малейшие изменения геометрических параметров дверей, капота или кузова могут указывать на начальную стадию коррозионных процессов.

Методы устранения коррозионных повреждений подбираются индивидуально с учётом степени поражения металлических поверхностей [9, 10].

Специальные составы и очищающие средства в форме аэрозолей эффективно устраняют начальные признаки коррозионных процессов, обеспечивая восстановление и защиту металлических поверхностей. Многообразие антикоррозионных препаратов отличается химическим составом и степенью результативности. Существующая классификация распределяет защитные спреи по следующим категориям:

- по скорости действия;
- по уровню защиты;
- по качеству очистки;
- по стоимости.



Рисунок 3 – Пример значительных коррозионных повреждений поверхностного слоя

При значительных коррозионных повреждениях, представленных на рисунке 3, специалисты выполняют восстановление повреждённого участка путём нанесения шпатлёвочных составов с последующей окраской. Значительные повреждения металла требуют замены всего элемента кузова. Стремясь минимизировать затраты клиентов, профессиональные мастера прибегают к различным методам реставрации поврежденных поверхностей, поскольку стоимость нового элемента кузова может существенно превышать расходы на ремонт.

Специализированные сервисные центры (рисунок 4) успешно применяют различные способы устранения коррозионных повреждений сельскохозяйственной техники [11, 12].

Мобильные бригады квалифицированных специалистов оперативно выезжают непосредственно к аграрным предприятиям для проведения

ремонтных работ. Механики оценивают степень поражения металла и принимают решение о методе восстановления – от локального удаления ржавчины до полной замены поврежденных элементов.



Рисунок 4 – Пример сервисного центра

Подводя итог, можно сказать, что регулярная очистка оборудования и соблюдение правил эксплуатации значительно снижают риск возникновения коррозионных процессов, что благоприятно сказывается на техническом состоянии используемой техники.

Библиографический список

1. Полищук С.Д. Защита латунных деталей с.-х. техники от воздействия коррозионной среды / С.Д. Полищук, М.Н. Горохова // Тракторы и сельхозмашины. - 2013. - № 4. - С. 50-53.

2. О повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-18.

3. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября

2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

4. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

5. Ерохин, А. В. Главные аспекты технического обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 196-201.

6. Ерохин, А. В. О периодичности технического обслуживания тракторов / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 202-207.

7. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

8. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

9. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.

10. Сидоров, А. А. Особенности электроэнергетического комплекса и повышение его производительности / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов // Электроэнергетика: сегодня и завтра : сборник научных статей 4-й Международной научно-технической конференции, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 158-162.

11. Сидоров, А. А. Проблемы, возникающие в результате погрузки и выгрузки сельскохозяйственных культур на борт транспортного средства, и их решение / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Транспортная

отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 51-57.

12. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

13. Кончин, В. А. К вопросу о способе повышения ресурса рабочих органов сельскохозяйственных агрегатов, эксплуатируемых в коррозионно-абразивной среде / В. А. Кончин, О. С. Серникова, Е. В. Агеев // Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов : Сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции, посв. памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2022 года / Отв. редактор Е.В. Агеев. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С. 67-70.

14. Влияние относительной влажности воздуха на атмосферную коррозию конструкционных материалов в среде минеральных удобрений / В. Ф. Некрашевич [и др.] // Энегросберегающие технологии использования и ремонта машинно-тракторного парка : материалы научно-практической конференции инженерного факультета, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин». - Рязань: ФГОУ ВПО РГСХА, 2004. - С. 43-45.

15. 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 332.05

*Каракайтис Д.Ю.
Института экономики УрО РАН; младший научный сотрудник;
Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал Пермского федерального исследовательского центра
Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория
агробιοфотоники, г. Пермь, РФ*

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

В связи с общемировой нехваткой энергии и растущими экологическими проблемами увеличение эффективности использования энергии становится необходимым условием для стабильного развития агропромышленного сектора.

Передовое техническое оснащение предприятий АПК, базирующееся на основных методиках энергосбережения, служит основой для улучшения конкурентоспособности и уменьшения негативного влияния на природу.

В этом смысле, внедрение ключевых технологий, направленных на повышение энергетической эффективности, имеет стратегическое значение для прогрессивного развития предприятий АПК. Вложения в энергосберегающие методы и альтернативные источники энергии приводят к сокращению расходов, усилению конкурентных преимуществ и экологической безопасности компаний.

Поскольку агропромышленный комплекс оказывает значительное влияние на экономику государства, взаимодействуя с различными отраслями, играя ключевую роль в обеспечении страны продовольствием, создании новых рабочих мест и поддержании стабильного развития населения, то данная отрасль постоянно меняется под воздействием внешних и внутренних обстоятельств.

На современном этапе можно отметить целый ряд отраслевых проблем (рисунок 1) [1].

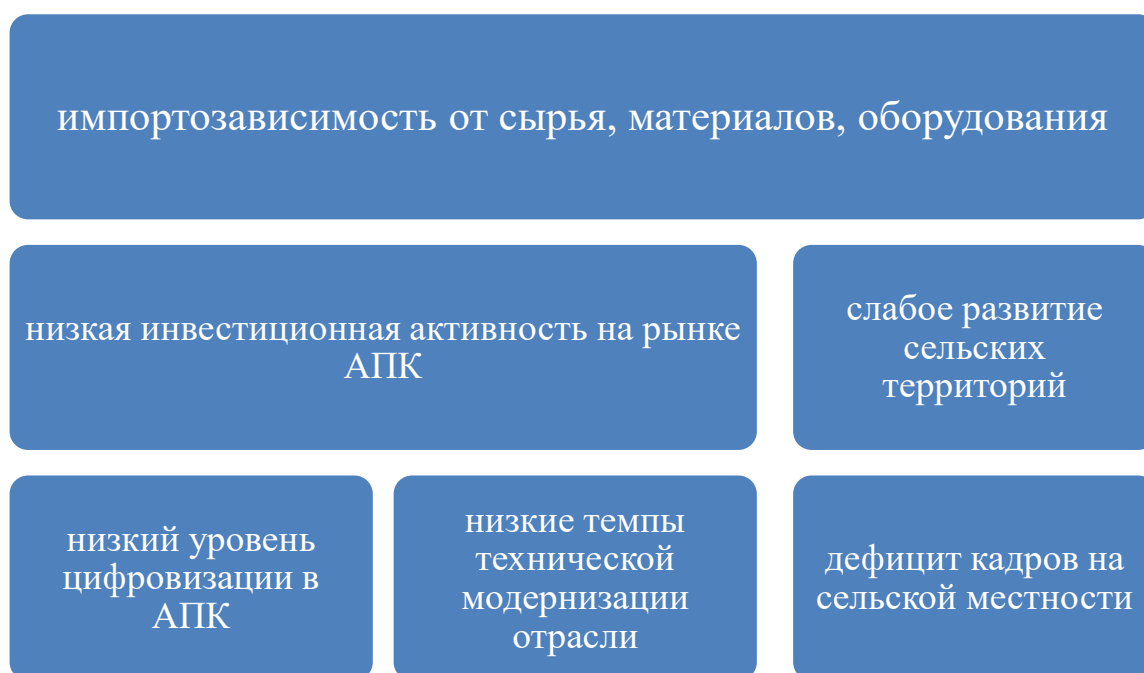


Рисунок 1 – Ключевые проблемы в инновационном развитии АПК РФ
(составлено автором)

В заданных обстоятельствах, обычная модернизация технологий в отдельных компаниях или даже целых секторах экономики не всегда приводит к формированию инновационной экономической системы. Для её формирования необходимы институциональные рамки, стимулирующие компании к постоянному внедрению передовых технологий и новаций.

Очевидно, что в аграрном секторе инновационное развитие является безальтернативным в текущей ситуации. Данный тренд обусловлен

ограниченностью земельных ресурсов и ежегодным сокращением рабочей силы. Следовательно, дальнейшее увеличение объемов сельскохозяйственного производства возможно только при условии инновационно-инвестиционного развития [2].

В современной российской сельскохозяйственной отрасли энергоснабжение характеризуется сильной зависимостью от устоявшихся видов топлива, в частности, дизеля, газа и угля. Значительная часть энергии расходуется на перемещение сельскохозяйственных товаров, функционирование машин и механизмов, а также поддержание тепличных хозяйств. Газ широко применяется для обогрева теплиц и обеспечения работы систем полива, в то время как дизельное топливо остаётся ключевым ресурсом для сельскохозяйственной техники.

В последние годы увеличение стоимости топлива значительно повлияло на себестоимость производимой продукции, особенно в сфере выращивания зерновых культур, тепличного хозяйства и животноводческой отрасли. В свою очередь, изношенность оборудования и недостаточное распространение газоснабжения в удалённых областях усугубляют неравенство в доступности энергетических ресурсов. Безусловно, такая ситуация негативно сказывается на энергоэффективности агропромышленного сектора и его конкурентоспособности на рынке [3].

В связи с этим, в научных кругах активно разрабатываются пути удовлетворения потребностей агросектора в энергии посредством альтернативных источников. Особый акцент делается на применении возобновляемых ресурсов, таких как солнечная и ветровая энергия, а также биогаз, для оптимизации использования энергии в сельском хозяйстве и минимизации ущерба, наносимого природе. Актуальными темами для научных дискуссий являются также вопросы интеграции новейших энергетических решений в имеющуюся инфраструктуру, их экономическая целесообразность в перспективе и доступность для агрофирм различных размеров. Следовательно, дальнейший прогресс энергетических систем в АПК неразрывно переплетается с новаторскими подходами и переходом к безуглеродному производству [4].

В Российской Федерации модернизация агропромышленного сектора занимает центральное место в стратегии развития государства, так как именно от АПК зависит продовольственная независимость страны. Внедрение новых технологий и инновационных продуктов в данной отрасли способствует уменьшению экономических рисков и гарантирует поставку на внутренний и мировой рынки товаров высокого качества, полностью удовлетворяющих требованиям покупателей [5]. Данный вопрос не только активно внедряется, но и используется в отраслевой практике [6, 7].

Активное развитие АПК в направлении технологизации доказывают и показатели цифровизации (рисунок 2).

Улучшение энергоэффективности в агропромышленном комплексе возможно лишь при условии уменьшения энергозатрат на выпуск товаров и услуг во всех секторах экономики, включая сельскохозяйственные организации. Снижение материальных, энергетических и трудовых издержек

при производстве аграрной продукции достигается посредством интеграции технологических процессов основных и вспомогательных производств, а также учета взаимодействия хозяйствующих субъектов с другими предприятиями [8].

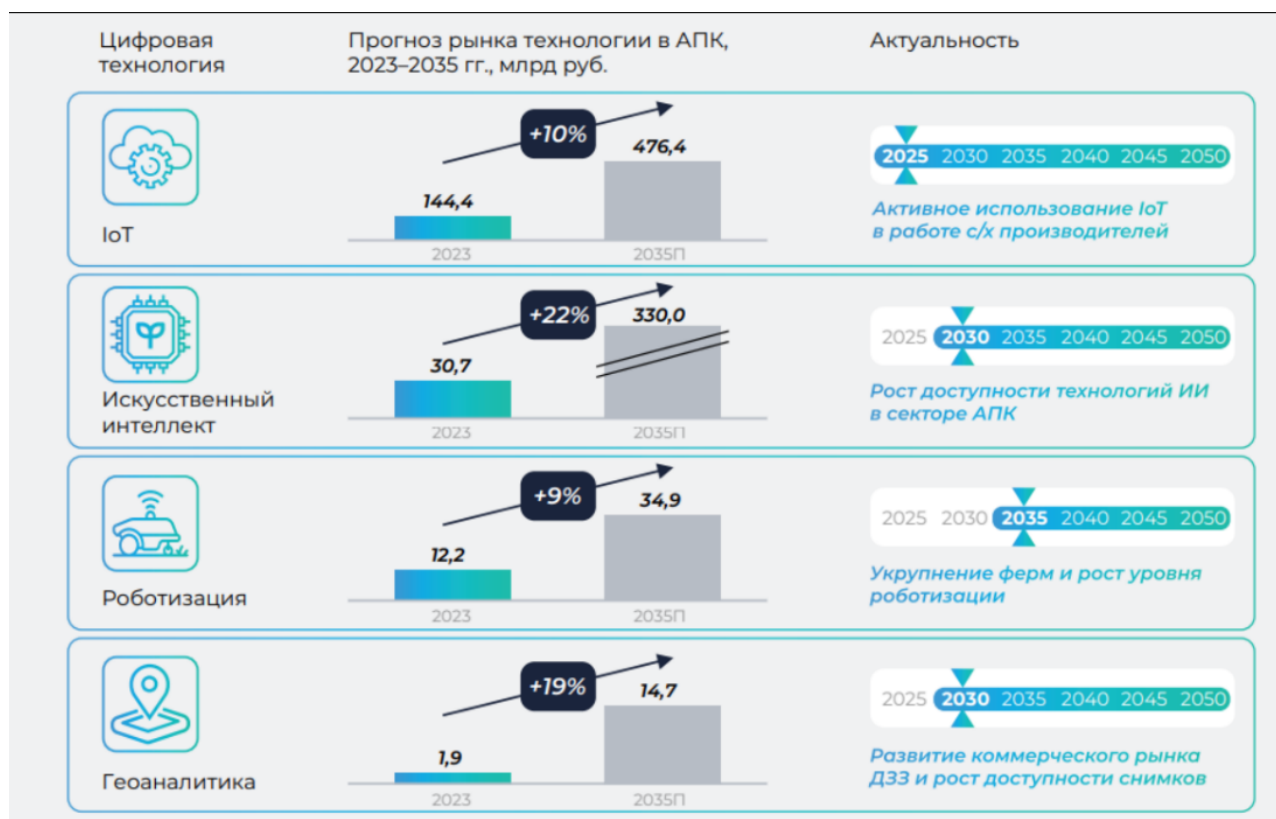


Рисунок 2 – Развитие цифровых технологий в АПК РФ

В эпоху импортозамещения, повышение энергоэффективности в агропродовольственном секторе должно осуществляться за счет систематической модернизации основного производственного оборудования. При этом, акцент делается на оборудование с минимальным потреблением энергии и максимальной производительностью. Также, необходимо работать над улучшением продуктивности биологических систем и увеличением доли высокоэффективных энергоресурсов в общей структуре энергопотребления. При этом небольшие перерабатывающие и пищевые предприятия отличаются более высокой энергоемкостью продукции по сравнению с крупными производствами. Аналогичная закономерность прослеживается и на молочно-мясных фермах. В то же время, крупные птицефабрики демонстрируют более низкую энергоемкость продукции в денежном выражении, что объясняется широким ассортиментом продукции с высокой добавленной стоимостью [9]. В связи с повышенным энергопотреблением, необходимо усилить государственную поддержку малого агропродовольственного бизнеса. Это позволит внедрять инновационное техническое и технологическое оснащение и снизить энергозатраты [9].

Таким образом, технологии повышения энергоэффективности выступают основой для инновационного обеспечения предприятий АПК в условиях

преодоления импортозависимости, достижения национальных приоритетов в области технологического лидерства. Активное исследование данных аспектов, наработки в сфере инструментария и методического обеспечения выступают необходимой основой для выстраивания периодизации и идентификации закономерностей в инновационном развитии АПК,

Библиографический список

1. Актуальные проблемы и перспективы развития российской аграрной экономики на современном этапе / Е. В. Воронцова, А. В. Шалаев, А. С. Моисеева, П. М. Аксенова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2024. – Т. 21, № 6. – С. 12-20.
2. Човган, Н. И. Инновационный аспект институциональной трансформации предприятий аграрного сектора / Н. И. Човган, О. С. Акупиан // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 3(39). – С. 61-67.
3. Обеспечение АПК энергетическими ресурсами: состояние и тенденции развития / О. В. Закарчевский, А. Н. Ставцев, Ю. Н. Брагинец, А. А. Хашир // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2025. – № 3(121). – С. 66-78. – DOI 10.33938/253-66.
4. Закарчевский, О. В. Энергообеспечение АПК альтернативными источниками / О. В. Закарчевский, А. С. Апатенко // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2025. – № 1(119). – С. 78-88.
5. Разуваев, Р. А. Каковы ближайшие перспективы реализации инновационной активности отечественного АПК / Р. А. Разуваев, А. Н. Цацулин // Управленческое консультирование. – 2022. – № 3(159). – С. 95-107.
6. Есенин, М. А. К вопросу использования беспилотных летательных аппаратов в технологиях утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / М. А. Есенин, И. Ю. Богданчиков, А. Н. Бачурин // 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. 88-94
7. Концептуальная модель энергетической эффективности получения экологически безопасного утилизационного свиного бесподстилочного навоза / Н. В. Бышов [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 3. – С. 394-412.
8. Повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями / В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 3(59). – С. 54-64.
9. Чиркова, И. Г. Тенденции изменения энергоемкости продукции агропродовольственного сектора экономики в период импортозамещения / И. Г. Чиркова, И. А. Бикейкина, М. А. Гончарова // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2022. – Т. 14, № 4(56). – С. 168-177

10. Современное состояние АПК Рязанской области / К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов, Н. Н. Пашканг, С. В. Никитов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань, 2023. – С. 374-379.

11. Шемякин, Б.В. Возможные резервы повышения фондоотдачи в сельском хозяйстве / Б.В. Шемякин, О.А. Ваулина // Конкурентное, устойчивое и безопасное развитие экономики АПК региона : материалы межвузовской студенческой научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 233-237.

УДК 631.17

*Коновалова Е.А., магистрант,
Кострюков С.С., магистрант,
Коваль А.Н., магистрант,
Кунцевич А.А., к.с/х.н.,
Лузгин Н.Е., к.т.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА СОСТОЯНИЕ БИОТЫ

Применяемые системы обработки почвы являются важными факторами изменения её физико-химических свойств. Почвенные микроорганизмы, их состав и количество, также находятся в прямой зависимости от применяемых техник и технологий почвообработок. Это влияет и на динамику изменения показателей почвенного плодородия и величину урожайности сельскохозяйственных культур и показателей качественных характеристик зерна, овощей, картофеля и т.д.

Ряд ученых-почвоведов, таких как Вильямс В.Р. и Ильясов М.М., указывали на то, что глубокая (до 25 см и более) вспашка с оборотом пласта способствует резкой активизации почвенных бактерий и грибов. Существует и диаметрально противоположная точка зрения – при вспашке на поверхность попадают слои почвы, обедненные гумусом и, соответственно, биотой, которая от контакта с воздуха погибает. В то же время аэробные бактерии, попадая при вспашке на глубину почвенного горизонта, погибают от недостатка кислорода.

Применение различных способов основной и дополнительной обработки почвы влияют на такой показатель как ЗПВ (запасы продуктивной влаги), от которого зависит активность и развитие анаэробных и аэробных бактерий и грибов [2].

При этом вспашка может отрицательно влиять на продуктивность почвы из-за потери органического вещества. Причина – высокий риск возникновения как ветровой, так и водной эрозии [8].

Применение элементов интенсивной системы земледелия с применением вспашки зачастую приводит к постепенной деградации плодородия, что в итоге выливается в снижении экологической стабильности биосистемы из-за

снижения массы почвенных грибов и бактерий. Они переводят органические вещества в легко усваиваемые растениями минеральные элементы, способствуют повышению показателя pH почвенного раствора, делают почву более оструктуренной, при этом подавляя патогенную микрофлору, активно с ней конкурируя. Недостаток количества почвенной микробиоты, можно частично компенсировать внесением бактериальных удобрений [5].

На водный режим почвы влияют в большей степени беспозвоночные животные. Делая ходы, они способствуют передвижению воды и воздуха в горизонтах почвы. Чем засушливее регион, тем чувствительнее популяции обитателей почвы. Резкое снижение численности беспозвоночных-детритофагов может привести к неконтролируемой деградации земель. Тут необходимо учитывать применение пестицидов, которые могут контролировать численность бактерий и грибов. Интенсификация технологий возделывания сельскохозяйственных культур невозможна без учета экологических аспектов. Ряд хозяйств берет курс на экологизацию земледелия с минимальным механическим воздействием на почву, в частности на технологию нулевой или минимальной обработки почвы (no-till, mini-till), хотя тут возникает риск увеличения химических обработок и применяемых химических средств защиты растений, того же глифосата [6].

Главная пища почвенных грибов и бактерий является целлюлоза. Целлюлозолитические микроорганизмы выделяют экзоферменты, которые расщепляют до простых веществ, предоставляя пищу другим видам микробиоты [7].

При вспашке увеличивается численность культивируемых аэробных аммонификаторов, денитрификаторов, аэробных целлюлолитиков, актиномицетов и микромицетов; при прямом посеве и нулевой обработке (no-till) – численность анаэробных целлюлолитиков и азотфиксаторов, аэробных диазотрофов и амилолитиков. Кукуруза стимулирует развитие амилолитиков и аммонификаторов в почве, соя – аэробных целлюлолитиков и азотфиксаторов, подсолнечник – анаэробных целлюлолитиков и денитрификаторов. Наибольшее количество штаммов бактерий и сообществ грибов обнаруживается на полях под no-till и в залежах [2].

Современные почвозащитные технологии почвообработки, такие как no-till (рис. 1) и mini-till, прямой посев и правильно составленный севооборот, обеспечивающих постоянное закрытие поверхности почвы органическими остатками растений (мульчей). Все это можно включить в концепцию устойчивого сельского хозяйства за счет исключения основной обработки и культивации из применяемых агротехнологических операций [9].

Система прямого посева без вспашки и другого физического воздействия на почву, получила свою популярность в засушливых регионах, часто подверженных ветровой эрозии. Данная технология распространена на полях Центрального Черноземья, Поволжья, Сибири и юга Нечерноземной зоны страны, куда относится и Рязанская область [8].



Рисунок 1 – Пример технологии no-till

При применении технологии no-till на поверхности почвы остаются порядка 30-40% растительных остатков. Они образуют защитный слой с барьерными характеристиками, способствуя закрытию продуктивной влаги и активизируя дополнительные рычаги терморегуляции. При этом замечено увеличение содержания органического вещества. Все это в совокупности способствует повышению биоразнообразия и активности популяции почвенных грибов и бактерий, в том числе и за счет увеличения биомассы [2].

Таким образом, способы обработки почвы оказывают влияние на биологические свойства разных видов и типов почв различных регионов нашей страны. Резкое увеличение биологической активности почвы наблюдается при применении нулевой технологии. Отмечено большое количество штаммов целлюлозолитиков, аммонификаторов и грибов, которые перерабатывают органические остатки и являются активными участниками круговоротов макро-, мезо- и микроэлементов.

Нельзя не учитывать и климатически-погодные факторы. В условиях засухи преимущества имеет минимальная и нулевая обработка почвы. Наличие мульчирующего слоя на ее поверхности выступает в качестве термоизолятора, уменьшающего температурные колебания почвы и способствующего сохранению ЗПВ. Все это создает благоприятные условия для развития микробиоты почвы. Причем как полезной, так и патогенной, которая, являясь источником возникновения болезней, способствует снижению иммунитета у растений и поражению наземной и подземной их части. Поэтому очень важно тут не забывать о фитосанитарных мероприятиях, направленных на оздоровление почвы [5].

Замечено, что применение минеральных удобрений практически не

оказывает влияния на количество микрофауны в черноземных почвах, причина этого явления – повышенная буферность почвы. Но небольшая стартовая доза аммиачной селитры является катализатором активности почвенных микроорганизмов.

Фактор возделываемой сельскохозяйственной культуры существенно влияет на структуру почвенного микробиома. Замечено, что количество бактерий и архей в 2 раза больше в полях под озимой пшеницей, чем под соей и кукурузой [9].

Количество почвенных грибных сообществ зависит от типа обработки почвы, а прокариот – от выращиваемых растений. Численность всех групп микроорганизмов (грибы, бактерии, археи) значительно больше в залежах, чем в почвах под сельскохозяйственными культурами.

Численное и видовое соотношение различных групп микроорганизмов можно рассматривать как вариант оценки аэробных или анаэробных условий среды обитания почв лесостепной зоны в условиях минимизации обработки почвы. Наблюдаются значительные различия структуры и состава почвенного микробиоценоза при переходе от вспашки к технологии нулевой обработки (no-till). Поэтому микроорганизмы можно использовать как индикатор степени экологизации и биологизации систем земледелия.

Библиографический список

1. Агротехнические требования, предъявляемые к посевам семян трав и зерновых культур / А. О. Калинин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 13 ноября 2024 года. – Рязань, 2024. – С. 71-77.

2. Виноградов, Д. Возделывание льна масличного сорта Санлин в южной части Нечерноземной зоны России / Д. Виноградов, Е. Лупова, А. Кунцевич // Главный агроном. – 2014. – № 10. – С. 16-18.

3. Особенности применения минеральных удобрений при выращивании картофеля / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 309-313.

4. Оценка сорта Санлин льна масличного в условиях Тульской и Рязанской областей / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, Н. С. Егорова, А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3(27). – С. 5-9.

5. Приёмы оздоровления почв / А. В. Ручкина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 267-270.

6. Роль цинка в процессах развития и роста растений / Е. А. Тишкина [и

др.] // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 209-213.

7. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

8. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

9. Экологическая оценка потенциальной радоноопасности / К. М. Павлова, М. А. Габибов, А. А. Кунцевич, С. А. Морозов // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 295-301.

10. Экономические показатели АПК Рязанской области / О. Н. Новикова, К. Д. Сазонкин, А. А. Кунцевич, С. В. Никитов // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой науч. конф., 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ 2023. – С. 151-152.

11. Кончин, В. А. Обработки почвы и изменение конструктивных параметров лапы культиватора при абразивном износе в полевых условиях Центрального Черноземья / В. А. Кончин, Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 4. – С. 45-52.

12. Уливанова Г.В. Оценка степени экологической устойчивости агроландшафтов на примере Рязанской области / Г.В. Уливанова // Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента ВАСХНИЛ М.И. Сидорова и 70-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.И. Зезюкова. Воронеж, 14-15 ноября 2019 года. – Воронеж: Воонежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 183-189.

13. Крючков, М. М. Применение почвообрабатывающих и посевных комбинированных агрегатов в условиях Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 157 с.

14. Лебедев, Д. В. Особенности питания растений и жизнедеятельности микроорганизмов в почве / Д. В. Лебедев, М. В. Евсенина // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань, 2021. – С. 189-194.

15. Разработка системы удобрений в условиях Рязанского района / Г. Н. Фадькин, Т. В. Ерофеева, Е. И. Лупова, А. А. Соколов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной науч.-практ. конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: ИП Коняхин А.В., 2021. – С. 418-422.

УДК 631.17

*Коновалова Е.А., магистрант,
Есакова Л.Ю., магистрант,
Алексиевич А.С., магистрант,
Лузгин Н.Е., к.т.н.,
Кунцевич А.А., к.с/х.н.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СТФ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Основной проблемой, стоящей перед растениеводами в последние годы, и становящейся все больше и больше распространенной в разных регионах страны, является чрезмерное переуплотнение почвы. Данный вопрос решается разными путями. Применение адаптивных севооборотов с включением культур, имеющих разные типы корневой системы, использование промежуточных культур и сидератов (донник, рапс, фацелия и т.п., мощные корни которых пробивают плужную подошву), оптимальная обработка почвы (правильный подбор системы почвообрабатывающих орудий и агрегатов, периодическая вспашка, применение глубоких рыхлителей), использование агрегатов на гусеничном ходу с малым удельным давлением на грунт [8].

Остановимся на технологии контролируемого трафика, которая является одним из элементов точного земледелия. Технология контролируемого трафика (СТФ, Controlled Traffic Farming) применяется в растениеводстве для минимизации уплотнения почвы на полях. Цель данной технологии – сохранить структуру почвы, улучшить её водно-воздушный режим и повысить урожайность выращиваемых культур.

История данной концепции начинается с 19 века. Она была впервые предложена Александром Халкеттом в 1850-х годах и продолжена Дэвидом Даулером в 1970-х годах. Технология СТФ наиболее активно применяется в Австралии и ряде других стран [5].

Ряд компаний, например NEXAT, занимаются производством универсальных платформ конкретно под данную технологию. Основой системы NEXAT является широкозахватная самоходная платформа (рис. 1). Она оснащена одноколесным электроприводом и системой управления всеми колесами. Генераторы для электропривода работают от двух дизельных двигателей мощностью 550 л. с. Агрегат выполняет все технологические этапы производства продукции растениеводства, начиная от культивации почвы,

посева, опрыскивания до сбора урожая, с помощью соответствующего навесного оборудования [3].



Рисунок 1 – NEXAT Nexco Geringhoff

Применяемые на данный момент современные системы земледелия позволяют агрегатам работать на полях, при этом уплотняя 75% площади в течение первого сезона и всю площадь поля ко второму сезону. Процесс восстановления структуры почвы при этом очень медленный, до нескольких десятков лет. А оптимально организованная технология СТФ позволяет сельхозпроизводителям активно применять технологии нулевой и минимальной обработки в течении нескольких лет, по причине того, что структура почвы не нуждается в восстановлении. Постоянные полосы движения обычно параллельны друг другу или под небольшим углом, и это наиболее эффективный способ организации непрерывного движения сельскохозяйственной техники [7].

Суть технологии СТФ заключается в использовании минимально возможной площади постоянного движения техники по полю при выполнении разных операций (почвообработка, опрыскивание, посев, уборка культур) [1].

Контролируемый трафик можно организовать в любом масштабе хозяйств, но необходимо выполнить следующие условия.

1) Ширина захвата должна быть одинаковой у всех машин, работающих в поле (или кратно, например 6м/12м/18м и т.п.), а смежные проходы должны располагаться на одном и том же месте.

2) Одинаковая ширина колеи для всей техники, используемой на поле.

3) Проход машин из года в год по одним и тем же колеем.

4) Минимизация проходов техники – сокращение количества проездов по полю уменьшает механическое воздействие на грунт.

5) Активное применение GPS-навигации – точное соблюдение заданных маршрутов следования техники и агрегатов.

Преимущества применения технологии СТФ

1) Снижение уплотнения почвы – уменьшение давления на грунт

способствует сохранению его пористой структуры, что улучшает водно-воздушные параметры ее.

2) Борьба с эрозией почв и повышение экологической устойчивости агробиоценоза, в том числе за счет сохранения почвенной микробиоты.

3) Повышение урожайности сельскохозяйственных культур - растения более активно развиваются в менее уплотнённой почве, что положительно влияет на их корневую систему и, в итоге, на продуктивность.

4) Экономия топлива – сокращение числа холостых проходов техники снижает расход горючего и эксплуатационные затраты.

Эффективность СТФ в различных типах почв

Технология контролируемого трафика демонстрирует высокую эффективность на разных типах почв. Ее можно применять как на супесчаных дерново-подзолистых почвах (позволяет максимально сохранить ЗПВ (запасы продуктивной влаги), так и на тяжелых глинистых черноземах, где данная технология дает максимально возможный эффект (сохраняет структуру почвы) [3].

При использовании технологии СТФ необходимо регулярно проводить мониторинг состояния почвы и урожайности культур, отслеживать динамику для дальнейшей корректировки системы (картирование полей, анализ зон продуктивности и т.д.).

Применение автопилотов, работающих по спутниковым сигналам системы RTK, позволяет удерживать технику на одном и том же месте. Данная система может гарантировать, что транспортные средства будут находиться в одном и том же месте из года в год, а также обеспечивает хорошую точность движения при переходе от одного прохода к другому – с отклонением не более 2 см [10].

Общие преимущества навигации заключаются в значительном сокращении перекрытия между проходами машин, особенно широкозахватных культиваторов, которые могут перекрываться примерно на 10%. Хотя сеялки и дисковые бороны используют физические маркеры для совмещения между проходами, совокупные погрешности могут быть значительными, а необработанные полосы, создаваемые этими машинами (трассы), для внесения пестицидов часто могут перекрываться на 5 % и более. Это имеет большое значение, поскольку трассы используются для внесения всех химикатов. При перекрытии в 5 % расходуется эквивалентное количество всё более дорогих препаратов, а из-за передозировки наносится ущерб посевам, что может привести к дополнительной нагрузке, как на растения, так и на окружающую среду [1].

Недостатки технологии СТФ

1) Требуется высокая степень дисциплинированности от работников сельского хозяйства.

2) Усложняется процесс ремонта сельхозтехники в поле

3) Несоответствие ширины жатки комбайна ширине культиватора или сеялки.

4) Оптимально внедрение технологии на культурах сплошного сева.

5) Увеличение время транспортировки объем образующих культур (картофеля и сахарной свеклы).

6) Значительные первоначальные инвестиции при запуске технологии в хозяйствах.

7) Потребность в специальном оборудовании (приборы GPS-управления, технологии точного земледелия и машины, адаптированные для работы на транспортных маршрутах) [4].

Система управления трафиком земледелия (технология STF) сегодня находится в стадии активного развития. В ряде компаний уже существуют готовые решения, которые позволяют внедрить данную систему в производство. Применение данной технологии при почвообработке – инновационный подход, направленный на минимизацию уплотнения почвы и повышение её продуктивности с целью воспроизводства плодородия и получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур с заданными параметрами качества.

Библиографический список

1. Агротехнические требования, предъявляемые к посевам семян трав и зерновых культур / А. О. Калинин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 13 ноября 2024 года. – Рязань, 2024. – С. 71-77.

2. Виноградов, Д. Возделывание льна масличного сорта Санлин в южной части Нечерноземной зоны России / Д. Виноградов, Е. Лупова, А. Кунцевич // Главный агроном. – 2014. – № 10. – С. 16-18.

3. Особенности применения минеральных удобрений при выращивании картофеля / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 309-313.

4. Оценка сорта Санлин льна масличного в условиях Тульской и Рязанской областей / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, Н. С. Егорова, А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3(27). – С. 5-9.

5. Приёмы оздоровления почв / А. В. Ручкина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 267-270.

6. Роль цинка в процессах развития и роста растений / Е. А. Тишкина [и др.] // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 209-213.

7. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р.

Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

8. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

9. Экологическая оценка потенциальной радоноопасности / К. М. Павлова, М. А. Габибов, А. А. Кунцевич, С. А. Морозов // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 295-301.

10. Экономические показатели АПК Рязанской области / О. Н. Новикова, К. Д. Сазонкин, А. А. Кунцевич, С. В. Никитов // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой науч. конф., 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-152.

11. Мелешков, С. И. Конструкция защитного кожуха для карданной передачи разбрасывателей минеральных удобрений / С. И. Мелешков, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 17-21.

12. 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.

13. Лукьянова, О. В. Биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Рязанской области / О. В. Лукьянова, О. А. Антошина, Г. Н. Фадькин // 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. 66-70.

14. Туркин, В. Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК / В. Н. Туркин, А. В. Шемякин, А. П. Кутейникова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. - № 1 (7). - С. 7-21.

15. Романова, Л. В. Внедрение инструментов точного земледелия на сельскохозяйственных предприятиях / Л. В. Романова, И. Г. Шашкова, А. А. Соснина // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 6. – С. 294-301.

ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД КАРТОФЕЛЬ В НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Картофель больше других культур нуждается в почве глубоко разрыхленной, хорошо проницаемой для воды, воздуха и тепла. Для нормального формирования и роста клубней нужен постоянный доступ воздуха с содержанием в нем кислорода не менее 20% от объема. Нормальный же газообмен в почве устанавливается лишь при правильной ее обработке.

Большинство передовых хозяйств под картофель проводят глубокую обработку почвы. Например, применяют глубокую предпосадочную обработку почвы плугами без отвалов, но с установленными предплужниками для лучшей заделки удобрений. Благодаря этому достигается урожай картофеля более 250 ц/га.

В хозяйствах Нечерноземной зоны на серых лесных почвах осенью проводят глубокую обработку почвы на 27-28 см, а весной — безотвальную обработку на 20-22 см. При такой обработке почвы урожайность картофеля в среднем составляет в течение ряда лет 170-220 ц/га.

На дерново-подзолистых средних и тяжелых суглинках создаются лучшие условия для выращивания картофеля при объемном весе (плотности) почвы 1-1,2 г/см³. При увеличении плотности почвы рост и развитие растений ухудшается, а урожайность картофеля резко снижается.

На легких песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах уплотнение меньше сказывается на урожае картофеля, чем на суглинистых. Так, на связных песчаных дерново-подзолистых почвах при плотности, равной 1,4-1,5 г/см³, урожай картофеля составил 240-245 ц/га, при плотности 1,6 г/см³ — 233 ц, а при уплотнении почвы до 1,7 г/см³ урожай картофеля снизился до 132 ц/га [1, 2, 3].

На черноземах и выщелоченных черноземах, среднесуглинистых по механическому составу, лучшие условия для роста растений картофеля создаются при плотности почвы 0,9-1,1 г/см³. Эти почвы при такой плотности сложения отличаются наибольшим содержанием влаги и обеспечивают более высокий урожай картофеля.

Оптимального сложения почвы добиваются путем правильной обработки. Однако обработанная почва надолго сохраняет приданное ей состояние. Под воздействием собственной тяжести и осадков она уплотняется и уменьшается в объеме. Чтобы сохранить оптимальное сложение почвы для картофеля, необходимо периодически проводить те или иные приемы ее обработки по определенной системе.

Для правильного решения вопросов обработки почвы под картофель важно знать не только требования растений к почвенной среде, но и условия климата, а также свойства обрабатываемой почвы.

В агроклиматическом отношении большинство областей Нечерноземья относятся к умеренно-теплой зоне и характеризуются значительным превышением осадков над испарением. Например, в Рязанской области при средней сумме осадков за год 620 мм величина испарения с поверхности суши составляет лишь 420 мм, то есть превышение суммы осадков над испарением составляет 200 мм. Почти такие же величины осадков и испарения наблюдаются и в других областях Нечерноземной зоны. Поэтому, и прежде всего в осенний и весенний периоды, здесь приходится считаться с вероятностью отрицательного действия временного избытка влаги на почвенные процессы и рост растений, особенно на суглинистых дерново-подзолистых почвах, поймах и торфяниках [4, 5].

Но из-за неравномерного распределения осадков по отдельным периодам года в Нечерноземной зоне наряду с переувлажнением почвы нередки и сухие периоды, когда картофель страдает от недостатка влаги, особенно во вторую половину весны и летом.

Таким образом, вероятность переувлажнения суглинистых почв в одни периоды и вероятность недостатка влаги в другие и определяют специфику обработки почв в этой зоне. Обработка почв здесь должна быть направлена как на устранение отрицательного влияния избыточного увлажнения, так и на одновременное создание достаточного запаса влаги в почве.

Кроме улучшения физических и химических свойств правильная обработка почвы ставит своей задачей уничтожение сорняков, вредителей, возбудителей болезней, а также хорошую заделку органических и минеральных удобрений.

Приемы обработки почвы обеспечивают большую эффективность в том случае, когда они применяются в определенной последовательности. Существующая в настоящее время подготовка почвы под картофель складывается из зяблевой и предпосадочной обработок [6, 7].

Зяблевая обработка почвы проводится в летне-осенний период. Она включает чаще всего два агротехнических приема – лущение и вспашку.

В зависимости от предшествующих картофелю культур механического состава почв и метеорологических условий года по-разному подходят к системе зяблевой обработки почвы. При размещении картофеля после зерновых культур зяблевую обработку обычно начинают с лущения стерни. Дело в том, что после уборки зерновой культуры почва подвергается интенсивному воздействию солнечных лучей и быстрому высыханию [8]. Лущение, проводимое сразу же после уборки зерновой культуры, предупреждает высыхание почвы и благоприятно сказывается на качестве последующей глубокой зяблевой вспашки. Помимо этого, при лущении стерни провоцируется прорастание сорняков, уничтожаются уже растущие сорняки, заделываются в почву пожнивные остатки и создаются условия для их разложения.

Зачастую комбинация, включающая лущение левую вспашку, влияет благоприятнее на физические свойства почвы, чем глубокая ранняя зяблевая вспашка без предварительного лущения. Комбинация, включающая лущение и последующую зяблевую вспашку, имеет особенное преимущество на легких по механическому составу почвах, так как ранняя зяблевая вспашка, проведенная сразу же после уборки зерновых культур, нередко приводит к мобилизации и вымыванию нитратов [9].

На тяжелых почвах Нечерноземной зоны ранняя зяблевая вспашка, выполненная сразу же после уборки урожая предшествующей культуры, бывает эффективнее лущения и последующей поздней зяби. В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, урожай по ранней зяблевой вспашке в августе составил 192,8 ц/га, а по зяблевой обработке во второй половине сентября – 166,8 ц/га. Исследованиями установлено, что при ранней зяблевой вспашке в почве накапливается сравнительно больше питательных веществ, но в то же время часто происходит уплотнение почвы и зарастание ее сорняками. Поэтому в осенний период целесообразно поле прокультивировать, чтобы уничтожить сорняки, а весной провести перепашку или глубокое безотвальное рыхление.

При размещении картофеля по пропашным культурам зяблевую вспашку проводят без предварительного лущения, так как интенсивный уход за растениями вполне заменяет лущение.

В большинстве картофелевозделывающих районов летне-осеннюю обработку почвы ведут отвальными плугами с предплужниками. За последние годы многими научными учреждениями в различных почвенно-климатических условиях проведена исследовательская работа по изучению новой системы обработки почвы, основным элементом которой является глубокое безотвальное рыхление (вместо обычной зяблевой вспашки) [10].

На дерново-подзолистых почвах, где сравнение отвальной и безотвальной обработок проведено при одинаковой глубине вспашки, урожаи картофеля оказались в большинстве случаев равными. Так, в исследованиях на связных песчаных дерново-подзолистых почвах урожай картофеля при безотвальной обработке на глубину 40 см составил 252 ц/га, а на участке, обработанном отвальным плугом с почвоуглубителями на ту же глубину – 254 ц/га. По данным опытов, на суглинистых почвах Нечерноземья при осенней вспашке урожай картофеля составил 262,2 ц/га, а при безотвальном рыхлении – 258 ц/га.

Итак, безотвальная обработка почвы, проведенная на одну и ту же глубину, не дает преимуществ перед отвальной вспашкой. Однако безотвальная глубокая обработка дерново-подзолистых почв ценна тем, что не приводит к выворачиванию малопродуктивного подпахотного горизонта.

В юго-восточных районах страны на почвах, подверженных ветровой эрозии, нужно применять, как правило, лишь глубокую безотвальную осеннюю обработку.

Весной, как только подсохнут гребни пашни и можно начинать работу в поле, для сохранения влаги в почве зябь боронуют в два следа боронами «зигзаг». На слишком уплотнившихся почвах, где эти бороны недостаточно

разрыхляют поверхностный слой почвы, боронование заменяют мелкой культивацией на 5-6 см. Культивацию проводят в агрегате с бороной, чтобы почва была более выровненной и меньше испаряла влаги.

После боронования или культивации при наступлении пахотной спелости почвы зябь перепашивают с внесением органических и минеральных удобрений.

Библиографический список

1. Капитулина, О. Н. Фитосанитарное состояние агроценозов картофеля в условиях Рязанской области / О.Н. Капитулина, Д.В. Виноградов, К.Р. Лупова // АгроЭкоИнфо. – 2025. – № 2(68).

2. Капитулина, О.Н. Применение биологических препаратов – современный подход ресурсосберегающих технологий / О. Н. Капитулина, Д.В. Виноградов // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Саранск: НИ Мордовский ГУ, 2024. – С. 129-133.

3. Миракова, И.С. Ассортимент и потребительские свойства картофельных чипсов / И.С. Миракова, Е.И. Лупова // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля : Межд. науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ, 2015. – С. 253-256.

4. Отношение сельскохозяйственных культур к известкованию почв / К.Д. Сазонкин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : VI Межд. науч.-практич. конф. – Рязань: ИП Колупаева, 2022. – С. 176-181.

5. Агрометеорологическое прогнозирование в сельскохозяйственном производстве / М. В. Евсенина [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : II Межд. науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 97-101.

6. Биопрепараты как фактор повышения урожайности картофеля / О. Н. Терехина, Д. В. Виноградов, Г. Д. Гогмачадзе, П. Н. Балабко // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4(30). – С. 3.

7. Терехина, О. Н. Распространение золотистой картофельной нематоды на территории Рязанской области и меры борьбы с ней / О. Н. Терехина // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2015. – № 8. – С. 127-132.

8. Терехина, О.Н. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании биопрепаратов / О.Н. Терехина, Д.В. Виноградов // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 1(41). – С. 155-159.

9. Фитосанитарное состояние посевов как фактор повышения урожайности / Ю.С. Трушкина, К.Д. Сазонкин, А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов // Наука и молодёжь: актуальные вопросы и пути инновационного развития АПК. – п. Майский: Белгородский ГАУ, 2023. – С. 302-303.

10. Butov, A. V. System of protection for potato from pests and diseases to get ecologically clean products / A. V. Butov, T. V. Zubkova // PeriodicoTcheQuimica. – 2020. – Vol. 17, №. 35. – P. 1186-1195.

*Овечкин А.Д., студент,
Подопригора А.В., студент
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье рассматривается влияние гидромелиоративных систем на повышение урожайности озимой пшеницы в Краснодарском крае. Проанализированы природно-климатические условия региона, состояние оросительных систем, современные технологии полива и перспективы их применения. Сделаны выводы о значимости комплексного подхода к мелиорации для обеспечения устойчивого роста урожайности озимой пшеницы.

Пшеница является одной из ключевых зерновых культур России. В 2023 году Краснодарский край занял 3 место среди регионов России по посевным площадям зерновых и зернобобовых культур (2 518,3 тыс. га) [1].

В таблице 1 представлена урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/га за 2021-2023 годы.

Таблица 1 – Урожайность зерновых и зернобобовых культур в России, 2021-2023 гг., ц/га

	2021	2022	2023	Отклонение, 2022/2021		Отклонение, 2023/2022	
				Абс.	Отн.	Абс.	Отн.
Российская Федерация	26,7	33,6	31,0	6,9	25,8	-2,6	-7,7
ЦФО	36,8	46,2	47,7	9,4	25,5	1,5	3,2
СЗФО	34,2	37,4	38,0	3,2	9,4	0,6	1,6
ЮФО	39,3	44,7	43,2	5,4	13,7	-1,5	-3,4
Краснодарский край	57,5	63,6	55,8	6,1	10,6	-7,8	-12,3
СКФО	38,6	40,2	40,2	1,6	4,1	0,0	0,0
ПФО	16,1	28,8	24,1	12,7	78,9	-4,7	-16,3
УФО	12,1	21,4	17,2	9,3	76,9	-4,2	-19,6
СФО	19,7	20,0	15,6	0,3	1,5	-4,4	-22,0
ДФО	26,0	28,0	28,7	2,0	7,7	0,7	2,5

Таким образом, на основании данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о высокой урожайности зерновых и зернобобовых культур в Южном федеральном округе, в особенности в Краснодарском крае. Несмотря на снижение урожайности в 2023 году до 55,8 ц/га, Краснодарский край остается регионом, имеющим показатели высокой урожайности зерновых и зернобобовых культур [1].

Посевные площади зерновых и зернобобовых культур в Краснодарском

крае в 2024 году составили 3 755 тыс. га (из них 1 584 тыс. га – пшеница), в 2023 году – 3 772 тыс. га (из них 1 653 тыс. га – пшеница), в 2023 году – 3 756 тыс. га (из них 1 591 тыс. га – пшеница) [2].

Так, пшеница имеет наибольшую посевную площадь в регионе среди всех зерновых и зернобобовых культур. Рассмотрим урожайность зерновых и зернобобовых культур в Краснодарском крае.

Таблица 2 – Урожайность зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий в Краснодарском крае, ц/га [2].

	2022	2023	2024	Отклонение, 2023/2022		Отклонение, 2024/2023	
				Абс.	Отн.	Абс.	Отн.
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки) – всего	63,6	55,8	55,9	-7,8	-12,3	0,1	0,2
пшеница озимая	66,4	55,8	62,8	-10,6	-16,0	7,0	12,5
пшеница яровая	45,5	39,5	31,5	-6,0	-13,2	-8,0	-20,3
рожь озимая	33,4	31,8	42,9	-1,6	-4,8	11,1	34,9
ячмень озимый	69,0	57,2	70,4	-11,8	-17,1	13,2	23,1
ячмень яровой	39,0	35,3	34,4	-3,7	-9,5	-0,9	-2,5
кукуруза на зерно	63,2	60,0	30,9	-3,2	-5,1	-29,1	-48,5
овес	31,0	34,6	28,9	3,6	11,6	-5,7	-16,5
просо	20,0	19,3	10,0	-0,7	-3,5	-9,3	-48,2
гречиха	14,9	10,2	3,5	-4,7	-31,5	-6,7	-65,7
рис	63,5	65,7	70,6	2,2	3,5	4,9	7,5
зернобобовые	25,1	35,3	24,7	10,2	40,6	-10,6	-30,0

Так, пшеница в Краснодарском крае имеет высокую урожайность: в 2024 году урожайность озимой пшеницы составила 62,8 ц/га, Увеличившись по сравнению с 2023 годом на 7 ц/га; урожайность яровой пшеницы в 2024 году составила 31,5 ц/га.

В регионе выращиваются такие сорта пшеницы, как: «Безостая-1», «Краснодарская-6», озимый вид «Красота», которая способна дать урожай 80 ц/га [3].

Одним из наиболее эффективных инструментов стабилизации и повышения урожайности является внедрение гидромелиоративных систем, обеспечивающих оптимальный водный режим почв и повышение их плодородия.

Краснодарский край отличается разнообразием природных условий. Среднегодовое количество осадков составляет около 600-700 мм, однако их распределение крайне неравномерно. В восточной и северо-восточной зонах часто наблюдаются засухи, что негативно сказывается на урожайности озимой пшеницы (рис. 1).

Температурный режим благоприятен для вегетации, но без дополнительного увлажнения культуры страдают от дефицита влаги, особенно в период колошения и налива зерна.

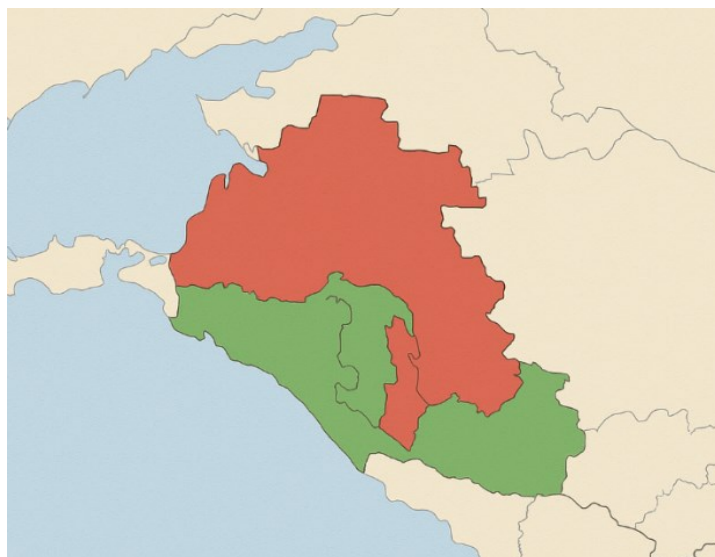


Рисунок 1 – Засушливые зоны в Краснодарском крае (обозначены красным)

Гидромелиорация представляет собой совокупность мероприятий, направленных на регулирование водного режима почв посредством орошения, дренажа, накопления и рационального распределения водных ресурсов.

Среди основных эффектов от использования оросительных систем можно выделить:

- повышение влажности корнеобитаемого слоя на 20-40%
- улучшение усвоения питательных веществ растениями;
- увеличение содержания гумуса и активности почвенной микрофлоры;
- снижение риска засух и неурожаем.

На мелиорированных землях урожайность озимой пшеницы достигает 65-70 ц/га, тогда как на богаре она редко превышает 45 ц/га.

Для пшеницы наиболее эффективными считаются: дождевание (система машин типа «Кубань-ЛК», «Фрегат», «Valley»; капельное орошение (обеспечивает равномерную подачу воды в зону корней и снижает расход до 25-30%); подповерхностное капельное орошение (используется на тяжелых черноземах, препятствует испарению и эрозии).

Стоит отметить, что современные автоматизированные гидромелиоративные комплексы с использованием датчиков влажности, метеостанций и систем GPS-управления позволяют сократить затраты воды на 15-20% при сохранении или увеличении урожайности.

Инвестиции в восстановление оросительных систем окупаются в течение 3-5 лет за счет прироста урожая. При средней себестоимости 5-7 тыс. руб. на гектар и росте урожайности на 20 ц/га экономический эффект может составить до 12-15 тыс. руб./га в год.

Кроме того, гидромелиорация способствует снижению рисков неурожая, что особенно важно в условиях климатической нестабильности и роста цен на продовольственные товары.

Основными проблемами является износ оросительных сетей, высокая энергоемкость насосных станций, а также недостаток финансирования

реконструкции и цифровизации систем управления водой.

Для увеличения объема внедрения оросительных систем и последующего повышения урожайности озимой пшеницы рекомендуется реконструировать магистральные каналы и насосные станции, внедрять энергоэффективные технологии и насосные комплексы, совершенствовать региональные программы поддержки, а также повышать квалификацию специалистов-мелиораторов. Так, использование гидромелиоративных систем является ключевым фактором повышения урожайности озимой пшеницы в Краснодарском крае. Их внедрение обеспечивает устойчивое земледелие, рациональное использование водных ресурсов и экономическую стабильность аграрного сектора региона.

Библиографический список

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1081.
2. Краснодарский край в цифрах. 2024: Краткий стат. сб. / Краснодарстат – Краснодар, 2025. – 141 с.
3. Музыченко, И. Д. Повышение экономической эффективности производства пшеницы в Краснодарском крае / И. Д. Музыченко, А. А. Кондрашова, В. Н. Тихонов // Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК : материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Иваново, 15–17 апреля 2025 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2025. – С. 214-217.
4. Кузьмин, Н. А. Полевые культуры Рязанской области: биология, сортовой потенциал, сортовая агротехника, семеноводство / Н. А. Кузьмин, О. А. Антошина, О. В. Черкасов. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 301 с.
5. Амелина, Т. Ю. Изучение влияния препаратов на основе гуматов на рост и урожай картофеля / Т. Ю. Амелина, Г. Н. Фадькин // Теоретический и практический потенциал в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства : Материалы Национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Рязань, 04 марта 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 5-8.

УДК 631.816

*Панов Э.А., студент,
Сухаева А.Р., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ИрГАУ, г. Иркутск, РФ*

О ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Поддержка со стороны науки способствует поступательному развитию аграрного сектора страны. Успешное функционирование которого во многом зависит от разработки инновационных технологий и технических средств, применяемых в агропромышленном комплексе. Одним из приоритетных

направлений в этом плане представляет собой техническое обеспечение производственных процессов [1-4]. Ключевая роль при этом отводится возделыванию растениеводческой продукции, в том числе оснащение сельскохозяйственных предприятий современной техникой [5-8].

Эффективность растениеводства во многом предопределяет необходимое качество плодородного слоя почвы. В этой связи вопросы совершенствования технологий и технических средств для внесения удобрений носят актуальный характер. Одним из этапов процесса разработки инноваций в этой области исследований является изучение основ машин для внесения удобрений.

Требования, предъявляемые к внесению удобрений

Гранулы синтетических туков, имеющие диаметр до 5 мм., которые вносятся техническими средствами, должны распределяться равномерно. Дозировка удобрений коррелирует с характеристиками почвы, а также видом высаживаемой культуры.

Туковые сеялки обеспечивают большую точность распределения. Отклонения по равномерности распределения у этих машин допускается менее 15%, тогда как для разбрасывателей менее 25%. По глубине заделки с помощью таких технических средств, отклонение от заданного значения не должно превышать 15%.

Структуризация

Технические средства для внесения удобрений, структурируются по назначению следующим образом:

- для подготовки удобрений к внесению;
- для перевозки удобрений;
- для разбрасывания туков.

Технические средства для внесения удобрений, структурируются по виду вносимых удобрений, так:

- для выполнения разбрасывания минеральных удобрений;
- для выполнения разбрасывания органических туков.

В корреляции с реализуемой технологией внесения сельскохозяйственные машины подразделяются на следующие виды:

1. Технические средства для разбрасывания жидких удобрений.
2. Технические средства для внесения пылевидных туков.
3. Машины для разбрасывания навоза и жижи.
4. Центробежные и авиационные машины.
5. Сеялки, оснащенные туковысевающими аппаратами.

Машины для внесения минеральных туков

Агрегаты для внесения минеральных удобрений структурируются на два типа:

- для внесения жидких удобрений;
- для внесения твердых туков.

Разбрасыватели твердых туков (рис. 1)



Рисунок 1 – Пример работы разбрасывателя

Эту группу представляют обычно прицепные машины кузовной конструкции. Кузов разбрасывателей используется не только как емкость для удобрений, но и выполняет несущую функцию опирается на ходовой механизм с рессорной подвеской. Задняя стенка оснащена дозатором с заслонкой. Тукоделитель распределяет удобрения на два потока с дальнейшей подачей на разбрасывающие диски. На дне кузова размещен редкопрутковый транспортер для подачи на разбрасыватели.

Кроме таких разбрасывателей существует множество других технических средств, используемых для внесения удобрений. Их конструктивное устройство, в том числе принцип функционирования по большинству параметров совпадает с данными машинами.

Агрегаты для измельчения туков. Они служат для измельчения слежавшихся туков.

Жидкие удобрения

Ключевой отличительной особенностью машин для внесения жидких удобрений (рис. 2) является наличие дозирующего устройства. Дозирование осуществляется посредством подбора калиброванных жиклеров. Эти машины позволяют равномерно вносить жидкие минералы на глубину вплоть до 30 см, что имеет важное значение для корневой системы растений.

Внесение твердой органики

Машины этой группы имеют большое количество конструкций. Общим является наличие кузова. Также все оснащены питающими транспортерами с приводным устройством. Они имеют большую грузоподъемность, до 10 тонн, а разброс удобрений достигает 6 метров.



Рисунок 2 – Агрегат для внесения жидких удобрений АПЖ-12

Техника для внесения удобрений в борозды

Специальный агрегат МЛГ-1, кузов которого оснащен транспортером, в том числе выравнивателем, а также бункером применяется для выполнения этих работ. В процессе работы бороздоделатель нарезает борозды, одновременно органика по транспортеру подается на барабан для измельчения. В последующем с помощью ленточного транспортера она направляется в борозды. Окучники обеспечивают заделку борозд.

Осуществленный обзор информации по рассматриваемой теме, а также анализ полученного материала позволил определить особенности технических средств для внесения удобрений. Кроме того, уточнены работы, выполняемые с их помощью, в том числе условия их использования. В комплексе все эти аспекты позволяют повысить эффективность производственных процессов по внесению удобрений с целью повышения плодородия почвы. Известно, что от этого зависит успешная работа растениеводческой отрасли сельского хозяйства.

Технические средства позволяют механизировать процесс внесения удобрений. В качестве дальнейших перспектив развития способов внесения удобрений можно применить оптимизацию параметров с корреляцией конкретных видов удобрений посредством современных адаптивных управляющих программ.

Библиографический список

1. Быкова, М.А. Вероятностно-статистическая модель кормоуборочной технологической системы / М.А. Быкова, А.В. Косарева, Н.И. Овчинникова // Вестник ИРГСХА. - 2017.- № 81-2. - С. 84-89.
2. Раднаев, Д.Н. Оптимизация технологического комплекса машин в растениеводстве / Д.Н. Раднаев, С.С. Калашников, С.Н. Шуханов // Аграрная наука. - 2015. - № 8. - С. 28-30.

3. Алтухов, С.В. Анализ обеспеченности техникой сельскохозяйственных организаций Иркутской области / С.В. Алтухов, Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2022. - № 62. - С. 5-8.
4. Некоторые вопросы работы почвообрабатывающих машин / Г.Е. Кокиева и др. // Известия Дагестанского ГАУ. - 2025. - № 1 (25). - С. 195-201.
5. Болоев, П.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Восточной Сибири / П.А. Болоев, С.Н. Шуханов, Г.Н. Поляков // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 10. - С. 31-34.
6. Болоев, П.А. Оценка глубины заделки семян зерновых культур посевными комплексами / П.А. Болоев, Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Пермский аграрный вестник. - 2016. - № 1 (13). - С. 45-50.
7. Алтухова, Т.А. Обзор и анализ исследований охладителей зерна как основа для создания более совершенных машин / Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов // Аграрная наука. - 2018. - № 3. - С. 68-69.
8. Сухаева А.Р., Технологии уборки зерновых культур Приангарья / А.Р. Сухаева, С.Н. Шуханов, В.Д. Коваливнич // Известия Международной академии аграрного образования. - 2019. - № 46. - С. 66-69.
9. Крючков, М. М. Применение почвообрабатывающих и посевных комбинированных агрегатов в условиях Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 157 с.
10. Пути воспроизводства плодородия почв в Рязанской области / К. Д. Сазонкин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53).

УДК 620.92

*Панфилова А.А., курсант,
Митрохина Е.В., к.т.н.
Академия ФСИИ, г. Рязань, РФ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК РОССИИ

Традиционная система энергоснабжения не удовлетворяет растущие потребности агропромышленного комплекса в энергетических ресурсах. В современных условиях особую актуальность приобретает развитие малой распределённой генерации как эффективного инструмента оптимизации энергозатрат.

Специфика российского АПК характеризуется несколькими ключевыми факторами:

- значительное потребление тепловой и холодильной энергии;
- завышенные тарифы на электроэнергию при закупках на розничном рынке;
- проблемы с подключением удалённых сельскохозяйственных предприятий к энергосетям;

– сложности с получением необходимой мощности для производственных нужд [1].

Тенденция к повышению энергоёмкости аграрного производства требует постоянного совершенствования системы энергообеспечения. Неспособность традиционной электроэнергетики решать эти задачи стимулирует сельхозпроизводителей к поиску альтернативных источников энергоснабжения.

Всё больше аграриев рассматривают возможность использования альтернативных источников получения электрической и тепловой энергии (рис. 1), что открывает новые перспективы для развития отрасли.



Рисунок 1 – Примеры альтернативных источников энергии

Заинтересованность аграрного сектора в возобновляемых источниках энергии вполне закономерна. Скажем, тарифы для фермерских хозяйств в Ульяновской области достигают примерно 8 рублей за кВтч, и использование альтернативной энергетики помогает защититься от роста тарифов. Хотя пока остается определенное недоверие, ежегодно растет число людей, осознающих важность долгосрочного планирования на период порядка 10-15 лет. Именно поэтому спрос на возобновляемые источники энергии в сегменте децентрализованного энергоснабжения будет неуклонно повышаться [2].

Альтернативная энергетика открывает новые возможности для агропромышленного комплекса, особенно в сфере солнечной и ветровой генерации.

Для успешной реализации проектов в сфере альтернативной энергетики

критически важно привлечение профессиональных специалистов, которые обеспечат:

- комплексный подход к выбору оборудования;
- точные расчёты оптимальной мощности установок;
- прогнозирование реальной выработки энергии;
- качественное подключение к энергосистеме;
- сервисное обслуживание объектов генерации.

Такой подход гарантирует эффективное внедрение альтернативных источников энергии и их надёжную эксплуатацию в долгосрочной перспективе.

Рост интереса предприятий агропромышленного комплекса к развитию ветроэнергетики иллюстрирует внимание к деятельности компании ООО «ВДМ-техника». Являясь участником инновационного центра «Сколково», компания презентует собственную разработку маломощной ветроустановки. Эти устройства применяются как автономно, так и интегрированы в гибридные энергосистемы, обеспечивая электроэнергией различные объекты (связь, оборонные структуры, жилые дома и др.) [2].

Альтернативная энергетика в агропромышленном комплексе получает всё большее развитие благодаря возможности использования разнообразных источников энергии, в том числе биогаза.

Современный АПК располагает значительным внутренним энергетическим потенциалом в виде производственных отходов. Благодаря технологии когенерации эти отходы можно эффективно преобразовать в энергию, полностью обеспечивая потребности предприятия как в электричестве, так и в тепле [3].

Показательным примером успешного внедрения такой технологии служит биогазовая станция «Лучки» в Белгородской области. Этот крупнейший в России объект работает на отходах птицеводства и свиноводства, демонстрируя впечатляющие показатели:

- установленная мощность: 3,6 МВт;
- производительность: переработка 200 тонн органических отходов ежедневно;
- территория обслуживания: сельскохозяйственные предприятия региона;
- масштаб влияния: вырабатываемой электроэнергии достаточно для обеспечения всего Прохоровского района.

Данный проект наглядно демонстрирует эффективность использования возобновляемых источников энергии в агропромышленном секторе и открывает новые перспективы для развития альтернативной энергетики в России.

Значительным источником дополнительной энергии обладают отходы, образующиеся в процессе растениеводства. В роли топливного сырья успешно выступают такие материалы, как яблочный жмых, пшеничные и гречишные оболочки, подсолнечная лузга, виноградная и хмелевая лоза. Ресурсный потенциал биомассы в России поистине огромен и обладает огромным потенциалом для дальнейшего освоения [3].

Развитие отрасли биоэнергетики становится важнейшей задачей

современности, способствуя существенному сокращению зависимости отечественного сельскохозяйственного производства от традиционных энергоносителей. Важно отметить, что перечень возможных вариантов биологического топлива постоянно расширяется. Ярким примером такого прогресса служит появление нового вида экологически чистого горючего, полученного из растения мискантус, которое получило патент в 2020 году [2]. Данный вид биотоплива имеет ряд преимуществ перед традиционными видами топлива: его стоимость оказывается значительно ниже (примерно втрое меньше, чем у дизельного топлива), кроме того, оно существенно снижает уровень загрязнения окружающей среды благодаря отсутствию вредных выбросов. Таким образом, расширение ассортимента биотопливных продуктов открывает новые перспективы для устойчивого развития российского сельского хозяйства и способствует повышению энергоэффективности и экологической устойчивости отечественных аграрных предприятий.

Биоводород, производимый путем переработки биомассы, выступает перспективным продуктом. Полученный из биогаза, этот источник энергии пригоден как для электроснабжения изолированных сельских хозяйств, так и для питания транспортного парка аграрного сектора. Примером успешного внедрения подобной технологии стал выпуск в 2020 году голландским производителем трактора New Holland T5.140, оборудованного водородным модулем H2 Dual Power. Особенностью модели стало сочетание традиционного дизельного двигателя с добавлением водорода, составляющего до 65% смеси топлива. Газ хранится в специальных резервуарах, размещенных на крыше водительской кабины, общая вместительность которых достигает внушительных объемов — почти полтонны газообразного водорода.

Агропромышленный сектор настоятельно нуждается в широкомасштабном применении целого спектра современных энергетических решений, включая солнечные панели, ветрогенераторы и оборудование для преобразования биомассы в энергию. Ошибочно полагаться исключительно на одну технологию, будь то солнечная энергетика или ветровая, поскольку такая зависимость создает дополнительные риски, обусловленные погодными условиями и сезонностью. Рациональным решением представляется комплексное внедрение различных типов генераторов энергии одновременно.

Крупные генерирующие компании зачастую игнорируют проекты малой мощности, предпочитая крупные электростанции, способные обеспечивать значительные объемы энергии. Однако такие масштабные проекты не подходят мелким фермерам, которым необходима доступная и стабильная локальная генерация, позволяющая минимизировать затраты на электроэнергию и повысить эффективность ведения хозяйства. Для малых аграрных предприятий важно иметь надежный источник доступной энергии, способствующий устойчивому развитию бизнеса и уменьшению зависимости от централизованных поставщиков электроэнергии. Следовательно, наиболее рациональным подходом для мелких фермерских хозяйств является распределение используемых источников энергии, сочетающее преимущества солнечной, ветровой и биологической генераций.

Библиографический список

1. Комелягина, С. Е. Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве / С.Е. Комелягина, Г.А. Сорокин // Digital. - 2022. - №3. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnye-istochniki-energii-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 29.09.2025).
2. Российский АПК смотрит в сторону альтернативной энергетики // Российская ассоциация возобновляемых источников энергии и электротранспорта. [Электронный ресурс]. — URL: <https://rawi.ru/2021/05/rossiyskiy-apk-smotrit-v-storonu-alternativnoy-energetiki/> (дата обращения: 28.09.2025).
3. Слинков, А. М. Стратегия внедрения альтернативных источников энергии на предприятиях перерабатывающей промышленности и агропромышленного комплекса России / А.М. Слинков, С.В. Придачин // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. - 2014. - №15. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-vnedreniya-alternativnyh-istochnikov-energii-na-predpriyatiyah-pererabatyvayuschey>
4. Руденко, С. Р. Проблемы и перспективы использования альтернативных источников энергии в зерновом производстве / С. Р. Руденко, О. В. Петрушина // Экономика России в условиях глобальных вызовов : материалы III Международной научно-практической конференции, Курск, 02 декабря 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2025. – С. 165-173.
5. К вопросу использования возобновляемых источников энергии для электроснабжения пашек / 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 академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 289-293.
6. Аванесов, В. Л. Использование ветроэнергетической установки, как альтернативный источник энергии в сельском хозяйстве / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Е. А. Чернова // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 257-259.

Всероссийская студенческая научно-практическая конференция,
приуроченная к профессиональному празднику –
Дню работника автомобильного транспорта

«Перспективы развития транспортной системы Российской Федерации»
23 октября 2025 года

Отпечатано с готового оригинал-макета.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная

Усл. печ. л. 18,69 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1672

подписано в печать 12.11.2025

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 РГТУ

390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1