

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



Материалы

*Международной научно-практической конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения
доктора технических наук, профессора,
заслуженного деятеля науки
и техники РСФСР, академика РАТ
Николая Николаевича Колчина*

***«Научно-техническое обеспечение технологических
и транспортных процессов в АПК»***

20 мая 2026 года

УДК: 631.171
ББК: 40.7
Н – 34

Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, 20 мая 2026 года. - Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2026. - 139 с.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Правдина Е.Н. – к.с.-х.н., доцент, врио ректора ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ

Сопредседатель:

Борычев С.Н. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой строительства инженерных сооружений и механики ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ

Члены оргкомитета:

Успенский И.А. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Рембалович Г.К. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии материалов и технических систем в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Чаткин М.Н. – д.т.н., профессор, профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина ФГБОУ ВО «НИ МГУ им. Н.П. Огарева», РФ;

Пономарев А.Г. – к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории «Машинные технологии возделывания и уборки картофеля и корнеплодов» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», РФ;

Сибирёв А.В. – д.т.н., член-корреспондент РАН, заместитель директора по научно-организационной работе ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», РФ;

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

Бачурин А.Н. – к.т.н., доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Гаджиев П.И. – д.т.н., профессор, декан факультета электроэнергетики и технического сервиса ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», РФ;

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

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

Колотов А.С. – к.т.н., доцент кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Ушанев А.И. – к.т.н., доцент кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Колошин Д.В. – к.т.н., ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на автодорожном факультете, старший преподаватель кафедры строительства инженерных сооружений и механика ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

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

Кутыраев А.А. – аналитик информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ.

В сборник вошли материалы докладов, представленных на Международную научно-практическую конференцию 100-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина «Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК»

Рецензируемое научное издание.

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

Оглавление

Секция: Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники	4
<i>Алексеев Д.А., Мартынушкин А.Б., Кистанова С.А.</i> Экономическая эффективность эксплуатации гибридных и электрических автомобилей в условиях российского рынка	4
<i>Кучин А.П.</i> Разновидности уборочных комбайнов	10
<i>Романенко И.А.</i> Автоматизированные системы весогабаритного контроля	16
<i>Сыресскина С.В., Габдулов А.Т.</i> Совершенствование ходовых систем зерноуборочных комбайнов на основе гусеничных движителей с резиноармированными траками	20
Секция: Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК	25
<i>Гераськина В.А.</i> Роль цифровых медиа в популяризации инженерных профессий и технологического развития агропромышленного комплекса	25
<i>Иванов Б.Л.</i> Математическое моделирование эффективности гидродинамической очистки поверхностей с учетом физико-механических свойств загрязнений	28
<i>Иванов Б.Л.</i> Аэрозольная дезинфекция производственных помещений методом холодного тумана	34
<i>Кучин А.П.</i> Минимизация потерь при уборке кукурузы	40
<i>Абросимов М.В.</i> Фотосепараторы как техническое средство для послеуборочной обработки зерна	46
<i>Бидогаев В.В., Аносова А.И.</i> К вопросу о грануляторах кормов	50
<i>Агейкин А.В., Чесноков Р.А., Тимошин Ю.Н.</i> Разработка усовершенствованной методики оптимизации схем оросительных систем для дождевальной техники на примере дождевальной машины ДФ – 120 «Днепр»	54
<i>Мерзляков К.М., Попкова О.С.</i> Практическое применение эксергетического анализа для оценки термодинамического совершенства энергоустановок сельскохозяйственной техники	62
Секция: Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники	66
<i>Искаков Д.А., Назаров Р.Р.</i> Использование транспортной и сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе: опыт Узбекистана	66
<i>Левицкая А.С., Ведякин Ю.А.</i> Актуальные проблемы тушения пожаров электромобилей с литий-ионными аккумуляторами	77
<i>Петров С.А., Савельев А.П.</i> Оценка стабильности температурного режима в кабине мобильного энергетического средства при адаптивном управлении климатической установкой	81
<i>Рожнов М.А., Кистанова С.А., Мартынушкин А.Б.</i> Ценовая динамика на рынке новых легковых автомобилей в России: тренды и факторы спроса	86
<i>Чемезов В.А., Трафимова А.В., Богунова Т.А.</i> Совершенствование управления производственно-технической инфраструктурой предприятий автомобильного сервиса в АПК	91
<i>Чемезов В.А., Трафимова А.В., Богунова Т.А.</i> Внедрение бережливого производства в систему технического сервиса машинно-тракторного парка АПК: обзор подходов	95
Секция: Современные направления развития транспорта и дорожной инфраструктуры	101
<i>Азнабаев А.Р.</i> Цифровая трансформация транспортной инфраструктуры: технологии, стратегии и перспективы развития	101
<i>Ан С.И.</i> Техническое обеспечение логистических цепочек на предприятиях АПК с использованием наземно-транспортных средств	107
<i>Беляев В.С., Палёнов Е.В.</i> Интеллектуальные транспортные системы в агропромышленном комплексе: обзор технологий	112
<i>Мертвищев Г.А., Рябчиков Д.С., Рембалович Г.К.</i> Анализ определения маршрутов движения грузового транспорта	115
<i>Романенко И.А.</i> Оптимизация складской логистики запчастей	121
<i>Садовников А.А., Кандрашкина Ю.С., Войнаш С.А.</i> Современные технологии в управлении дорожным движением на автомагистралях: адаптивные и интеллектуальные транспортные системы	125
<i>Садовников А.А., Кандрашкина Ю.С., Войнаш С.А.</i> Современные системы управления дорожным движением на автомагистралях	130
<i>Султанова Л.С., Щенникова А.С.</i> «Зелёные» технологии в транспортной логистике: правовой аспект	134

СЕКЦИЯ: ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

УДК 629.331.003

*Алексеев Д.А., студент 2 курса,
Мартынушкин А.Б., канд. экон. наук,
Кистанова С.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИБРИДНЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОГО РЫНКА

Буквально 5 лет назад электромобиль в России был экзотическим продуктом, который на дорогах встречался крайне редко. Их покупали либо богатые люди ради интереса, либо люди, испытывающие интерес к новым технологиям. Сегодня ситуация изменилась: гибридные и электрические автомобили стали чаще появляться на дорогах, а в новостях постоянно говорят то про утильсбор, то про падение продаж, то про рекордный спрос [1, 2].

Узнаем: выгоднее ли владеть электрическим или гибридным автомобилем по сравнению с автомобилем, оснащенным двигателем внутреннего сгорания, разберемся почему государство то поддерживает «зеленые» автомобили, то поднимает на них налоги, узнаем про «мелкие нюансы», а также сравним автомобили одного класса, но одна будет с электрическим двигателем, а другая – с обычным.

За 2025 год в России было куплено и зарегистрировано около 12500 единиц электромобилей, это на 30 % меньше, чем за 2024 год, за который было реализовано около 1780 таких автомобилей. Почему же упали продажи? Основными причинами являются: повышение утилизационного сбора с 1 января 2025 года, высокая ключевая ставка ЦБ и общее подорожание авто.

Лидерами на рынке электромобилей (за 2025 год) являются:

1. Zeekr 001 (8567 шт.);
2. Tesla Model 3 (2878 шт.);
3. Москвич 3е (2723 шт.) и другие.

Лидером гибридных автомобилей уже много лет является Nissan Leaf (17303 шт. за 2025 год).

Популярность на рынке электрических автомобилей набирают такие отечественные бренды как Evolute (1801 шт.) и «Амберавто» (1126 шт.). Это связано с тем, что утильсбор ударил по зарубежным брендам.

1 января 2025 года правительство Российской Федерации повысило ставки утильсбора на электрические и гибридные автомобили. Коэффициент вырос с 1,63 до 33,37 для машин не старше 3-х лет. Это более чем в 20 раз. Зарубежные «гибриды» и «электрички» подорожали более чем на 2 миллиона рублей. Официальная версия поднятия утильсбора – это мотивация к

производству электромобилей внутри России. Статистика показывает, что это нововведение действительно помогло, за год производство электромобилей в России выросло более чем на 11 %. Зарубежные автомобили все дорожают, а свои – становятся все более доступными.

Важным моментом для перехода на электротягу является стоимость приобретения. Проанализировав сайты, где представлены цены на новые бензиновые и электрические автомобили, можно сделать вывод, что в среднем электромобиль стоит около 4,2 млн. руб., тогда как бензиновый автомобиль того же класса (C-D) обходится в 2,8 млн. руб., что дешевле в 1.5 раза. Можно привести пример:

Средний класс: Бензиновый автомобиль – Geely Monjaro. Оснащен двухлитровым двигателем на 238 лошадиных сил. Его цена 3,8млн. рублей. Его электрический аналог – Voyah Free с ценой от 6 млн. до 6,5 млн. руб. Такая разница в цене обусловлена тем, что у Voyah более мощная батарея, более сложная электроника и высокий утильсбор.

Премиум класс: Электрокар BMW iX – его цена стартует от 12,5 млн. руб., бензиновый аналог – BMWX5 с трехлитровым двигателем и ценой от 8,5 млн. руб.

Таким образом, сравнив два сегмента можно сделать вывод, что электромобиль дороже бензинового аналога примерно в 1,5 раза. Однако, цена покупки – это не единственный критерий выгоды. Чтобы понять каким автомобилем владеть выгоднее, необходимо так же сравнить стоимость обслуживания, расходы на топливо и налоги [3].

Эксперты говорят, что электрический автомобиль дешевле в обслуживании гибридного на 30 % и почти в 2 раза дешевле автомобиля с ДВС. Давайте в этом разберемся.

Электромобиль не оснащен двигателем внутреннего сгорания, из-за этого не нужно менять свечи, фильтра, технические жидкости, ремни и цепи. Это позволяет сэкономить приличное количество денег [4].

Гибридные и электрические автомобили имеют систему рекуперации (благодаря ей двигатель тормозит сам, отправляя энергию в батарею). Из-за этого тормозные колодки нужно менять реже. Экономия на бензине выходит только в том случае, если проезжать в год не менее 20 тыс. км, если меньше – экономию можно даже не почувствовать. Но есть и другая сторона медали, так называемое слабое место всех «электричек». Аккумуляторная батарея – та деталь, которая пугает всех потенциальных покупателей электромобилей. Ее срок службы – 7 лет, а стоимость замены составляет около 65 % от стоимости автомобиля. Эта запчасть не является ремонтпригодной.

Если в автомобиле с ДВС заклинил двигатель, то его капитальный ремонт будет стоить около 500 тысяч рублей, но также есть возможность установки другого (контрактного) двигателя, чья цена будет – 200 тысяч рублей. На электромобиле нет возможности установки другого двигателя – система защиты не позволит этого сделать.

Таким образом, если владеть новым электрическим автомобилем, то получится экономить, но если владеть автомобилем, которому больше 7 лет – то есть возможность попасть на дорогостоящий ремонт.

Гибридный автомобиль – это автомобиль, имеющий как двигатель внутреннего сгорания, так и электромотор с батареей. Это золотая середина между автомобилем с ДВС и автомобилем с батареей. Главная проблема гибрида – стоимость его обслуживания. Этот автомобиль оснащен двигателем внутреннего сгорания – поэтому придется тратиться на обслуживание: менять свечи, фильтра, цепи и ремни, а также есть возможность попасть на дорогостоящий ремонт электромотора или замену батареи. В итоге получается сложность двух систем в одной машине, но несмотря на это, гибриды пользуются огромным спросом. За 2025 год было продано рекордное количество гибридов – около 45 тысяч штук. Лидерами стали Lixiang (13075 шт.), Voyah (9384 шт.), Geely (3424 шт.) и другие. Люди боятся «чистой» электрички из-за ограниченного запаса хода, поэтому гибриды остаются золотой серединой.

Какие же есть еще плюсы владения электромобилем, кроме экономии на бензине и техническом обслуживании? Относительно недавно государство ввело льготы и субсидии для владельцев «электричек».

1. Бесплатная парковка в мегаполисах. Пока владельцы автомобилей с ДВС платят десятки тысяч рублей за парковки, владельцы электромашин паркуются бесплатно. В Москве владельцы электрокаров освобождены от оплаты парковок (за исключением крытых парковок со шлагбаумом), льгота автоматически привязывается к номеру авто. В Санкт-Петербурге льгота действует на часть районов. Так же бесплатные парковки доступны в других регионах (в Волгоградской области, в Республике Татарстан и в Краснодарском крае). К примеру, наличие этой льготы для жителя столицы экономит несколько десятков тысяч рублей в год [5, 6].

2. Освобождение от налога на транспорт: в крупных регионах России, таких как: Московская область, Удмуртия, Санкт-Петербург владельцы электромобилей не платят транспортный налог.

3. Субсидии. На отечественные электрокары, такие как: Москвич 3е, Evolute, Лада Е-Ларугс, Амберавто государство делает скидку в 35 % от стоимости.

4. Бесплатный проезд. Владельцы электромобилей российской сборки могут бесплатно проезжать федеральные платные трассы, такие как: М-1 «Беларусь», М-4 «Дон», М-11 «Нева» и другие. Гибридные автомобили таких льгот не имеют.

Важным пунктом выгодного содержания автомобиля является ликвидность. К большому сожалению, в этом плане у электромобилей и гибридов есть проблемы. По данным экспертов, электрички и гибриды теряют в цене значительно больше, чем автомобили с ДВС, а именно, не менее чем 30 % за год. Почему же так происходит? Главная причина – это батарея. Покупая подержанный электромобиль, человек не знает, в каком состоянии находится

батарея, а как мы знаем, новая батарея стоит почти как вся машина. У автомобилей с ДВС нет такой проблемы. Состояние двигателя проверить намного проще. Второй причиной является повышенный утильсбор. Новый гибрид или электрокар сейчас ввезти очень дорого, запчасти покупать нигде. Таких машин мало в стране, их цена высокая, из-за этого с ними мало кто хочет связываться. Но не все так плохо, эксперты уверяют, что интерес к электрокарам и гибридам растет. Модели типа Nissan Leaf обретают популярность. Так же они уверены, что повышение утильсбора способствует повышению спроса на вторичный рынок электричек и гибридов, ведь новые авто слишком дорогие [7, 8].

Одним из неприятных расходов владения электромобилем является стоимость страхования КАСКО и ОСАГО – для владельца автомобиля с ДВС ее стоимость будет на 20-40 % ниже. Такая разница обусловлена тем, что при ДТП высокий риск повреждения батареи (а ее цена составляет больше половины стоимости самого автомобиля); время зарядки электромобиля – 30-60 минут при быстрой зарядке, а на домашней – 6-8 часов, автомобиль с обычным двигателем заправляется за 3-5 минут. Ресурс автомобиля тоже немаловажный фактор. Бензиновый или дизельный автомобиль при правильном обслуживании могут пройти 250-400 тыс. км без капитального ремонта, а вот батареи теряют 20-30 % емкости уже через 150-200 тыс. км. Таким образом, перечисленные факторы хоть и незначительно, но снижают экономическую привлекательность электромобиля.

Теперь ответим на самый главный вопрос: выгоднее ли владеть электромобилем или гибридом по сравнению с автомобилем, который оснащен ДВС?

Достоинства электрокаров состоят в следующем: отсутствие вибраций и шума мотора, превосходная динамика, отсутствие неприятных запахов масел и топлива, наличие бесплатных парковок, отсутствие налога на транспорт, скидки при покупке отечественных авто, бесплатный проезд по федеральным трассам, экономия на топливе, дешевое и редкое обслуживание. На автомобилях с гибридной установкой эти достоинства не распространяются [9].

При этом необходимо отметить и недостатки электрокаров: ликвидность – автомобиль не получится быстро продать, дополнительно придется потерять не менее 30 % от стоимости; утильсбор – после его повышения новые машины стоят очень дорого, что так же сказалось на рынке подержанных авто; риск с батареями – самая дорогая деталь в электромобиле; ограниченный срок льгот – часть привилегий уже отменены, нет гарантий на то, что действующие льготы прослужат долго.

Вывод: владеть электромобилем выгодно, если: проживать в крупном мегаполисе, есть возможность заряжать автомобиль дома, годовой пробег у авто не менее 20 тыс. км, иначе экономия топлива не будет ощутима, и эта машина покупается не менее чем на 5-7 лет.

Про гибриды стоит добавить лишь то, что это машины для города, в условиях медленной езды и пробок они хорошо экономят бензин, на трассе это

преимущество пропадает – расход топлива приближается к обычному бензиновому авто. Также не стоит забывать, что гибрид все так же сложно продать, плюс он потеряет значительную сумму от своей стоимости при продаже [10].

Таким образом, владеть электромобилем в России – это не универсальное решение. Он подходит далеко не каждому. С одной стороны, при покупке этой машины вы перестаете платить транспортный налог и парковки, можете бесплатно передвигаться по платным дорогам, экономить на бензине и техническом обслуживании, а с другой стороны вы можете столкнуться с поломкой батареи, цена которой будет почти равна стоимости машины, не сможете быстро и выгодно продать ее и не можете быть уверены в том, что льготы не отменят в ближайшее время.

Библиографический список

1. Мартынушкин, А.Б. Анализ выполнения перевозок пассажиров автомобильным транспортом / А.Б. Мартынушкин // Прогрессивные технологии и процессы : сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 187-192.

2. Кистанова, С.А. Основные аспекты развития региональной экономики / С.А. Кистанова, И.В. Чивилева, А.Б. Мартынушкин // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 338-342.

3. Мартынушкин, А.Б. Оценка влияния технико-эксплуатационных показателей на данные объема автотранспортных перевозок / А.Б. Мартынушкин // Прогрессивные технологии и процессы : сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 193-197.

4. Макарова, О.О. Инвестиции как обязательное условие развития экономики / О.О. Макарова, О.И. Ванюшина, С.А. Кистанова // Современные тренды аграрной экономики : Материалы Национальной студенческой научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 84-89.

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

6. 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.

7. Мартынушкин, А.Б. Предпосылки внедрения интеллектуальных систем на автомобильном транспорте / А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Научно-технологические приоритеты в развитии

агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 195-200.

8. Особенности и показатели использования трудовых ресурсов в автотранспортной сфере сельскохозяйственного производства / А.Б. Мартынушкин, Н.Н. Пашканг, М.В. Поляков [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 193-198.

9. Мартынушкин, А.Б. Оценка качества автотранспортного обслуживания пассажиров: основные принципы формирования методики / А.Б. Мартынушкин // Современные автомобильные материалы и технологии: сборник статей XI Международной научно-технической конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 195-199.

10. Мартынушкин, А.Б. Оценка уровня качества обслуживания населения региона автомобильным транспортом: исследование проблемы и разработка методики / А.Б. Мартынушкин, Н.В. Барсукова // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 19-24.

11. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S. N. Borychev, I. Uspensky, I. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012048.

12. Патент № 2620983 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13, G01M 17/007. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015154356 : заявл. 17.12.2015 : опубл. 30.05.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, И. И. Чичиланов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

13. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, И. И. Чичиланов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

14. Патент № 2266527 С1 Российская Федерация, МПК G01L 3/24, G01M 15/00. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2004122376/28 : заявл. 21.07.2004 : опубл. 20.12.2005 / Н. В. Щетинин, А. Г. Арженовский, Д. О. Мальцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия" (ФГОУ ВПО АЧГАА).

РАЗНОВИДНОСТИ УБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Понятие «комбайн» в инженерной и агрономической практике обозначает сложную многооперационную сельскохозяйственную или лесохозяйственную машину, осуществляющую последовательный технологический процесс уборки урожая или заготовки биомассы без использования ручного труда.

В отличие от простых орудий (косилок, граблей), комбайн выполняет несколько операций одновременно: срез, сбор, обмолот (или измельчение), сепарацию, очистку и выгрузку готового продукта.

В массовом сознании наиболее распространена ассоциация данного термина с зерноуборочным комбайном — эталонным представителем своего класса. Однако агропромышленный комплекс располагает обширной номенклатурой комбайнов, дифференцированной по типу обрабатываемых культур (корнеклубнеплоды, технические, масличные, кормовые травы) и конструктивному исполнению молотильно-сепарирующего устройства.



Рисунок 1 – Зерноуборочный комбайн

Это самый многочисленный и технологически развитый класс. Основная задача — срезать культуру, обмолотить колосья (или метелки), отделить зерно от соломы и половы, очистить его и собрать в бункер, а измельченную солому разбросать по полю или уложить в валок. Данный комбайн представлен на рисунке 1.

По конструкции молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) они делятся на три типа:

- **Классические (барабанные):** Исторически первый тип. Зерновая масса проходит между вращающимся бильным барабаном и вогнутым подбарабаньем. Простые в обслуживании и ремонте, но критичны к влажности хлебной массы.

- **Роторные:** Вместо барабана — мощный продольный ротор. Масса движется по винтовой траектории, что обеспечивает щадящий обмолот и высокую производительность на перестоявших или влажных хлебах. Лидеры рынка (John Deere S700, Claas Lexion) — чаще всего роторные.

- **Гибридные:** Сочетают ускоренный барабан в начале и роторную сепарацию в конце. Обеспечивают лучшее качество работы в сложных условиях.

Специализированные подвиды:

Рисоуборочные — обязательно на гусеничном ходу для работы на затопленных чеках.

Кукурузоуборочные — оснащаются специальными жатками, которые срывают только початки, оставляя стебли в поле.

Кормоуборочные комбайны. Эти машины работают не на зерно, а на зеленую массу. Их задача — скосить урожай (кукурузу, подсолнечник, многолетние травы), измельчить его до состояния резки (силоса) и загрузить в рядом идущий трактор с прицепом. Такой комбайн представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Кормоуборочный комбайн

- **Самоходные:** Оборудованы двигателями мощностью от 400 до 1000+ л.с. Способны перерабатывать до 200 тонн зеленой массы в час.

- **Прицепные:** Дешевле, агрегируются с трактором через ВОМ, но уступают самоходным в производительности.

Ключевая особенность — быстросменные жатвенные головки: для трав с плавающей фрезой, для кукурузы с початками, для подсолнечника.



Рисунок 3 – Картофелеуборочный комбайн

Комбайны для корнеклубнеплодов: Картофелеуборочные комбайны представлены на рисунке 3.

Деликатная техника, которая должна выкопать клубни, не повредив их (порез кожицы снижает лежкость).

- **Двухрядные** (для малых полей).
- **Четырехрядные** (для агрохолдингов).
- **Сортировальные:** Имеют собственный бункер и элеваторы для удаления земли и камней.

Для уборки свеклы используют **свеклоуборочные** комбайны, данный комбайн представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Свеклоуборочный комбайн

Работают в два этапа, но современные комбайны совмещают их:

1. Срезка ботвы (ботвоуборочная машина).
2. Извлечение корнеплодов из почвы, очистка и погрузка.

Такие машины (например, Holmer или Rora) — настоящие гиганты, способные за один проход убрать 12 рядов сахарной свеклы.

Специализированные комбайны для нестандартных культур. Помимо зерноуборочных, кормоуборочных и корнеклубнеуборочных машин, в структуре современного агропромышленного производства выделяют

обширную группу **специализированных комбайнов**, предназначенных для уборки культур, физико-механические свойства которых исключают применение типовых технологических схем (срез — обмолот — сепарация). К числу таких культур относятся: лен-долгунец, виноград, ягодники (смородина, клюква), а также отдельные виды плодовых и технических насаждений.

Конструктивные решения указанных машин подчиняются задаче минимизации механических повреждений продукции при одновременном обеспечении полноты сбора. В зависимости от способа отделения урожая от материнского растения выделяют:

- **комбайны теребильного типа** (лён),
- **вибрационные** (ягоды, оливки, виноград на вино),
- **пневматические и комбинированные** (отдельные плодовые культуры).

Таким образом, группа нестандартных комбайнов характеризуется высокой степенью специализации технологического процесса, жёстко привязанной к морфологии и биомеханическим характеристикам конкретной культуры.

Лесные комбайны. Это отдельный мир тяжелой техники. Лесной комбайн (харвестер) валит деревья, обрезает сучья и распиливает ствол на бревна заданной длины прямо на корню. Комбайн показан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Лесной комбайн

- **Колесные:** Самые популярные (6х6 или 8х8) для умеренного рельефа.
- **Гусеничные:** Огромные машины для суровых лесосек.

Формирование рационального парка уборочной техники представляет собой многокритериальную задачу, решение которой определяется тремя ключевыми параметрами: отраслевой направленностью хозяйства (зерновая, кормопроизводящая, техническая специализация), масштабом землепользования (суммарная уборочная площадь) и природно-климатическими условиями (влияющими на допустимые сроки уборки и требования к проходимости техники).

Эмпирически установлено, что малые формы хозяйствования (фермерские и личные подсобные хозяйства) демонстрируют наибольшую эффективность при использовании классических зерноуборочных комбайнов с невысокой пропускной способностью (до 5–6 кг/с), отличающихся сниженными капитальными затратами и пригодностью к работе на участках сложной конфигурации. В противоположность этому, крупные агропромышленные объединения и холдинги закономерно отдают предпочтение высокопроизводительным роторным комбайнам (пропускная способность свыше 12 кг/с), самоходным кормоуборочным агрегатам с двигателями мегаваттного класса и узкоспециализированным линиям для уборки сахарной свёклы, работающим по полной технологической цепочке (ботва — корнеплод — очистка).

Необходимо также подчеркнуть, что современные комбайны перестали быть исключительно механическими устройствами. Их интеграция в концепцию точного земледелия обеспечивается посредством систем GPS/ГЛОНАСС-автопилотирования (с точностью вождения до 2–3 см), бортовой телеметрии для дистанционного диагностирования состояния узлов и датчиков урожайности, позволяющих строить электронные карты вариабельности урожая в реальном времени. В совокупности эти технологические решения выводят уборочную кампанию на качественно новый уровень операционного контроля и оптимизации ресурсов.

Библиографический список

1. Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом / О. В. Филюшин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 107-114.

2. Определение удельного электрического сопротивления сдвига фрикционной накладки тормозной колодки относительно металлической пластины (корпуса) / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С. 395-405.

3. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S. N. Borychev, I. Uspensky, I. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012048.

4. 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.

5. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д. Н. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 28-29.

6. Патент на полезную модель № 81152 U1 Российская Федерация, МПК В62D 37/00. Устройство для стабилизации положения транспортного средства : № 2008139805/22 : заявл. 07.10.2008 : опубл. 10.03.2009 / С. В. Минякин, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

7. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса / А. С. Колотов, В. В. Терентьев, И. А. Успенский [и др.] // 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 272-276.

8. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин, М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.

9. 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: РГАТУ, 2024. – С. 300-306.

10. Патент на полезную модель № 188276 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. Пневматический высевающий аппарат : № 2018139433 : заявл. 07.11.2018 : опубл. 04.04.2019 / В. И. Хижняк, А. Ю. Несмиян, Э. И. Нуриев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

11. Совершенствование методики определения сопротивления рабочих машин / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, А. А. Дагладян [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – № 2(38). – С. 47-51.

12. Механизация уборки и хранения клубнеплодов / О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, В. И. Старовойтов [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – 102 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ВЕСОГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ

Перевозки сельскохозяйственных грузов (зерно, сахарная свёкла, силос, удобрения) характеризуются высокой сезонной интенсивностью и, зачастую, значительной массой транспортных средств. Многие автопоезда (зерновозы, самосвалы с прицепами) эксплуатируются с превышением допустимых весовых параметров и нагрузок на ось [1]. Это приводит к ускоренному разрушению дорожного покрытия, аварийности и дополнительным затратам на ремонт дорог. В последние годы в Российской Федерации активно внедряются автоматизированные системы весогабаритного контроля (АСВГК), работающие в непрерывном режиме без участия инспектора. Для сельскохозяйственных предприятий это означает не только риск штрафов, но и возможность оптимизировать логистику – правильное распределение груза по осям и выбор маршрутов [2].

Цель настоящей работы – дать систематизированное описание АСВГК, оценить их влияние на транспортную работу в АПК и предложить меры адаптации сельхозперевозчиков к работе в условиях автоматизированного контроля.

Автоматизированная система весогабаритного контроля – это комплекс технических средств, расположенных на автомобильной дороге (или в подвижном пункте), позволяющих измерять полную массу транспортного средства, нагрузки на каждую ось, межосевые расстояния, габаритные размеры (длину, ширину, высоту) в движении, скорость и идентификационный номер (по камерам распознавания номеров) [3]. Все измерения выполняются без остановки транспорта при скоростях до 120 км/ч (в большинстве систем – до 80 км/ч для точности). Стационарные системы устанавливаются на бетонном основании в зоне неразрывного дорожного полотна. Они включают пьезоэлектрические или кварцевые датчики (весовые платформы, врезанные в дорогу), рамные измерители габарита (лазерные сканеры или световые барьеры), видеокамеры высокого разрешения (фронтальная, тыльная, боковые), сервер обработки данных с передачей в Ространснадзор и систему Платон.

Точность взвешивания стационарных АСВГК – $\pm 2-5\%$ в зависимости от класса системы. Для судебного (юридически значимого) взвешивания применяют системы класса 1 (погрешность не более $\pm 2\%$) [4].

Передвижные (мобильные) системы монтируются в фургоне или на платформе, размещаются на обочине на период рейдов. Датчики – переносные весовые платформы (плиты), укладываемые на асфальт. Пропускная способность ниже (10-20 автомобилей в час, так как требуется снижение

скорости до 10-30 км/ч). Используются в местах временного контроля, в том числе на подъездах к элеваторам и перерабатывающим заводам [5].

Системы безрамного контроля габаритов. Новое поколение – измерение длины, ширины и высоты с помощью стереокамер и LIDAR (лазерное сканирование). Позволяет фиксировать перегруз по объёму (например, зерновоз с высокой горкой) без физической рамки. Первые успешные испытания таких систем на трассах Ростовской области показали снижение ошибок фиксации на 30 % [6].

Нормативно-правовая база и применение в АПК. В России допустимые массы и нагрузки на ось установлены Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом. Для дорог общего пользования: для одиночного автомобиля – не более 18 т (две оси) или 25 т (три оси); для автопоезда (седельного) – 40 т (при 6 осях) [7]. Превышение более 5 % влечёт штраф: на водителя – 3000-4000 руб., на должностное лицо – до 30000 руб., на юридическое – до 500000 руб. Для сельхозпредприятий, перевозящих зерно и корма, наиболее частые нарушения – превышение нагрузки на ведущую ось (более 11,5 т) и общая масса автопоезда (более 40 т). Сезонные факторы (урожайность, влажность зерна) часто приводят к случайным перегрузам.

С 2021 года данные с АСВГК передаются в систему автоматической фиксации нарушений (как и камеры скорости). Постановление выносится автоматически и направляется владельцу транспортного средства [8]. Это требует от аграрных предприятий внедрения внутреннего контроля загрузки.

Перегруз в 2 раза увеличивает разрушающее воздействие на дорожную одежду в 16 раз (4-я степень зависимости). Для грунтовых и гравийных дорог, часто используемых в АПК, разрушение ещё быстрее. В исследовании [9] показано, что за сезон перевозок сахарной свёклы (сентябрь–ноябрь) дороги к заводам при массовых перегрузах теряют до 30 % несущей способности, требуя капитального ремонта каждые 3 года вместо 8 лет. Для сельхозпредприятия экономические потери от штрафов и необходимости ремонтировать подъездные пути могут существенно снижать рентабельность. Пример: при 100 рейсах с перегрузом на 15 % по оси штраф для юрлица (500000 руб.) может быть выписан за каждый рейс, что делает перевозку убыточной. Поэтому внедрение АСВГК стимулирует перевозчиков к точному дозированию загрузки.

Перспективное направление – подключение бортовых систем взвешивания (load cells на осях) к телематике и получение данных с АСВГК в реальном времени. В передовых хозяйствах используется следующий алгоритм: водитель загружает автомобиль на весах элеватора, данные о нагрузке на каждую ось передаются в бортовой компьютер, при приближении к зоне АСВГК (оповещение через навигатор) водитель видит прогнозную погрешность, если расчётные нагрузки превышают норму, водитель может скорректировать маршрут или перераспределить груз (сдвигом в кузове).

Эксперименты, описанные в [10], показывают, что такая интеграция снижает количество штрафов за перегруз на 75–85 % при минимальных затратах на дооборудование.

Предположим, что сельскохозяйственное предприятие совершает 500 рейсов зерновозов за уборочный сезон. До внедрения АСВГК (и отсутствия внутреннего контроля) в 40 % рейсов имелся перегруз по оси или общей массе, в среднем на 12 %. Штраф за перегруз (усреднённый для юридических лиц) составляет 300 000 руб. за фиксацию. Вероятность фиксации при проезде под стационарной АСВГК – 100 %, при передвижном пункте – 30 % (в зависимости от графика рейдов). Если в зоне перевозок установлена стационарная система, то число штрафруемых рейсов: $500 \times 0,4 = 200$. Сумма штрафов: $200 \times 300\,000 = 60\,000\,000$ руб. Это катастрофическая цифра.

После внедрения мер контроля (установка на элеваторе весов и обучение водителей) доля перегруженных рейсов сокращается до 5 %. Штрафы: $500 \times 0,05 \times 300\,000 = 7\,500\,000$ руб. Экономия – 52,5 млн руб. Затраты на оснащение (весовая платформа, терминал для водителей, программа обучения) – около 2 млн руб. Срок окупаемости – менее 1 месяца.

Рекомендации для предприятий АПК. Установить собственные весы на выезде с фермы/элеватора с фиксацией нагрузки на каждую ось. Это снизит риск случайного перегруза. Интегрировать данные весов с телематикой (ГЛОНАСС/GPS) и картой размещения АСВГК (многие регионы публикуют схемы). Обучить водителей правилам распределения груза – смещение зерна назад на 20-30 см может уменьшить нагрузку на переднюю ось на 1-2 т. Использовать мобильные приложения с актуальными зонами контроля (например, «Помощник перевозчика» или «АСВГК-online»). При сезонных пиках грузопотока согласовывать временные маршруты с дорожными службами, позволяющие кратковременное превышение нагрузок (специальные разрешения).

Автоматизированные системы весогабаритного контроля становятся неотъемлемым элементом транспортной инфраструктуры. Для сельскохозяйственных предприятий они представляют как риск финансовых санкций, так и возможность оптимизации логистики.

АСВГК позволяют фиксировать перегруз с высокой точностью без участия человека, что исключает коррупционную составляющую, но требует от перевозчиков дисциплины в загрузке. Экономическая эффективность от внедрения внутреннего контроля загрузки (собственные весы + телематика) многократно окупается за счёт предотвращения штрафов. Перспективным является создание региональных информационных систем, объединяющих данные АСВГК и навигационных терминалов сельхозтехники для динамической маршрутизации. Необходима доработка нормативной базы для введения сезонных коэффициентов нагрузок на дороги низких категорий (внутрихозяйственные дороги), чтобы избежать паралича логистики в периоды массовой уборки.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных алгоритмов взвешивания для медленно движущейся сельхозтехники (тракторы, прицепы), а также на унификацию протоколов обмена данными между АСВГК и бортовыми системами.

Библиографический список

1. Васильев, А. П. Транспортные перевозки в АПК: проблемы перегруза и пути их решения / А. П. Васильев, В. В. Глухов // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 7. – С. 56–61.
2. Трофимов, С. А. Автоматизированный весогабаритный контроль: новые вызовы для перевозчиков / С. А. Трофимов // Грузовое автохозяйство. – 2023. – № 2 (167). – С. 34–40.
3. Иванов, В. Н. Технические средства автоматического весогабаритного контроля транспортных средств / В. Н. Иванов, Д. И. Степанов. – М. : Транспорт, 2021. – 244 с.
4. ГОСТ Р 58348-2019. Системы автоматического весогабаритного контроля. Требования к точности и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2019. – 18 с.
5. Морозов, П. А. Передвижные пункты весогабаритного контроля: опыт применения в регионах / П. А. Морозов, Н. С. Ковалёв // Дороги и транспорт Сибири. – 2022. – № 4 (52). – С. 28–33.
6. Дорожный научно-исследовательский институт (РосдорНИИ). Отчёт о внедрении безрамных систем контроля габаритов на автомобильных дорогах общего пользования (пилотный проект – Ростовская область). – М., 2023. – 67 с.
7. Правила перевозок грузов автомобильным транспортом (утв. Постановлением Правительства РФ от 21.12.2020 № 2200) // Собрание законодательства РФ. – 2021. – № 2. – Ст. 456.
8. Федеральный закон от 29.12.2022 № 629-ФЗ «О внесении изменений в КоАП РФ в части автоматической фиксации нарушений весогабаритных параметров» // Российская газета. – 2023. – № 7. – С. 12.
9. Селиванов, Н. И. Влияние перегрузов сельскохозяйственной техники на срок службы асфальтобетонных покрытий / Н. И. Селиванов, В. П. Юшков // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог. – 2021. – № 5. – С. 45–52.
10. Алексеев, С. В. Интеграция бортовых систем взвешивания с данными АСВГК: технические решения и экономическая эффективность / С. В. Алексеев, Е. А. Григорьев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2024. – № 2 (124). – С. 112–119.
11. Безопасность транспортных перевозок / А. И. Ушанев [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: РГАТУ, 2024. – С. 300-306.
12. Механизация уборки и хранения клубнеплодов / О. А. Старовойтова [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – 102 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ С РЕЗИНОАРМИРОВАННЫМИ ТРАКАМИ

Деградация грунта ходовыми агрегатами аграрной техники стала одним из наиболее игнорируемых обстоятельств сокращения плодородия при интенсивном агропроизводстве. Вес актуальных зерноуборочных машин доходит до двадцати и более тонн, и вся подобная тяжесть транслируется на землю сквозь относительно скромную поверхность соприкосновения пневматических покрышек [1]. Итогом делается разрушение грунтовых микроканалов, расстройство гидровоздушного баланса и образование именуемой пахотной подушки — спрессованного горизонта на рубеже культивации, блокирующего разрастание корней аграрных растений.

Классические способы урегулирования вопроса, охватывающие спаривание колёс, внедрение баллонов экстремально низкого нагнетания и квотирование количества заездов машин на надел, обеспечивают исключительно фрагментарный итог [2]. Кардинально другое разрешение находится в области субституции пневматического хода на гусеничный, гарантирующий многоразовое расширение области соприкосновения и соразмерное падение удельной тяжести на основание. Специфическое значение внутри рассматриваемого контекста приобретают резинотканевые ленты, комбинирующие выгоды стальных цепей и упругих скатов.

Предваряя изыскание, мы определили такие ориентиры: осуществить сопоставительное рассмотрение пневматических и гусеничных ходовых агрегатов зерноуборочных машин согласно метрикам удельного надавливания и заглубления следа; установить воздействие разновидности хода на тягово-зацепные свойства и горючую эффективность; рассчитать хозяйственную оправданность миграции на гусеничные решения с резинотканевыми лентами применительно к хозяйствам всевозможного охвата.

Базой труда выступили технологические паспорта изготовителей аграрной техники, статьи внутри рецензируемых академических журналах и итоги натурных экспериментов 2018–2026 годов. Специфическое значение адресовалось сопоставительным экспериментам машин, осуществлённым автономными исследовательскими полигонами внутри ФРГ, Канады и РФ на субстратах разнообразного гранулометрического состава и увлажнённости [3]. Собранный материал компоновался согласно трём направленческим категориям: «Метрики удельного надавливания и заглубление следа», «Тягово-зацепные характеристики и потребление топлива», «Хозяйственная продуктивность применения».

Сравнительное исследование удельного надавливания иллюстрирует коренное превосходство гусеничного хода. Актуальная пневматическая машина с баллонами формата 900/60R32 продуцирует надавливание на основание около 2,0–2,5 кг/см² во время предельного заполнения накопителя [4]. Гусеничный вариант с резиноканевыми полотнами протяжённостью 762 мм гарантирует параметр порядка 0,6–0,8 кг/см², другими словами, втрое слабее. Упомянутая диспропорция располагает вовсе не единственно числовым, вместе с тем качественным значением: во время давления превыше 1,5 кг/см² активизируются непоправимые трансформации грунтовой архитектуры, между тем как усилие слабее 1,0 кг/см² поглощается основанием пластично и вовсе не провоцирует перманентной деструкции.

Заглубление отпечатка, формируемого ходом, выступает совокупным маркером влияния на основание. Натурные обмеры, произведённые на глинистых чернозёмах во время сырости 22–25 %, иллюстрируют, что по окончании проезда пневматической машины заглубление отиска доходит 18–25 см, тогда как гусеничный агрегат формирует отпечаток глубиной 5–8 см [5]. Сверх непосредственного вреда плодovitости, основательный отиск продуцирует вспомогательные энергорасходы во время дальнейшей культивации основания, испрашивая увеличенного разрыхления и форсируя потребление топлива на пахоте.

Тягово-зацепные качества гусеничного хода вдобавок достойны специального исследования. Показатель скольжения пневматической машины на мокрой земле рискует доходить 15–20 %, это детерминирует исчезновение существенной доли производительности силовой установки на напрасное смешивание основы. Гусеничный агрегат с выраженными зацепами резиноканевых полотен иллюстрирует скольжение порядка 3–5 % внутри схожих ситуациях, гарантируя увеличенную трансформацию вращательного усилия в тягу [3]. Отмеченное условие обретает специфическую значимость при деятельности на уклонах и посреди обстановке увеличенной сырости, типичной применительно к осеннему этапу жатвы маиса и семечек.

Экономия топлива выступает совокупной характеристикой, обусловленной массой переменных. На плотном настиле пневматический ход располагает выгодой благодаря сниженному противодействию качению. Вместе с тем внутри полевой обстановке, преимущественно на перенасыщенных влагой основаниях, положение трансформируется зеркально. Сопоставительные тесты машин единой мощностной категории иллюстрируют, что на глинистых почвах во время сырости превыше 20 % гусеничная техника тратит на гектар убранной территории ориентировочно 12–18 % менее топлива [6]. Отмеченный внешне противоречивый результат проясняется комбинированием пары обстоятельств: сниженного скольжения и неимения запроса на дублирующие рейсы ради эвакуации засевшего оборудования.

Мы установили значимый практический момент, нечасто описываемый внутри инженерных публикациях: воздействие разновидности ходовой платформы касательно сохранность надела по окончании осадков.

Пневматическая машина, миновавшая согласно мокрому участку, формирует основательные оттиски, каковые во время дальнейшего высыхания трансформируются внутрь плотные валы, препятствующие возделыванию земли и продуцирующие неудобство применительно к водителям дальнейших орудий [4]. Гусеничный агрегат производит кардинально равномерный микрорельеф, это урезает расходы поверх предпосевную подготовку и совершенствует однородность внесения семенного материала.

Эксплуатационные свойства резиноканевых полотен трансформировались от изначально невысоких характеристик в начале собственного возникновения вплоть до весьма конкурентных значений сейчас. Когда первоначальные варианты резиноканевых цепей разрушались сквозь 800–1000 моточасов, тогда актуальные версии, сделанные с использованием особо крепких полимерных волокон и износостойчивых резиносмесей, гарантируют наработку ориентировочно 3000–4000 моточасов, аналогичную с долговечностью пневматических баллонов [2]. Вдобавок цена набора лент аналогична стоимости набора баллонов крупной размерности, это трансформирует хозяйственное сопоставление весьма многослойным и запрашивающим принятия во внимание совокупности побочных переменных.

Хозяйственная продуктивность миграции поверх гусеничный привод рассчитывалась с использованием методологии интегральной стоимости использования. Непосредственное соотнесение приобретательной стоимости отдаёт предпочтение пневматическому варианту, каковая доступнее гусеничного ориентировочно на 8–12 %. Вместе с тем во время включения эксплуатационных издержек, сокращения урожая вследствие переуплотнения и добавочных расходов поверх возделывание спрессованной основы совокупная стоимость использования гусеничного механизма делается меньше поверх рубеже трёх-четырёх лет службы [5]. Применительно к агропредприятиям с наделом свыше трёх тысяч гектаров, осуществляющим деятельность на тяжёлых глинистых субстратах, хозяйственный выигрыш вследствие внедрения гусеничных машин определяется внутри коридоре 250–400 тысяч рублей каждый год поверх одно изделие.

Произведённый обзор даёт основание декларировать, что гусеничные движители, укомплектованные резиноканевыми лентами, выступают далеко не узкоспециализированным инструментом применительно к исключительным обстоятельствам, однако ключевым трендом совершенствования ходовых агрегатов тяжёлых зерноуборочных машин [1]. Их центральное преимущество — кардинальное уменьшение удельного надавливания на основание — конвертируется внутрь цепочку благоприятных результатов: поддержание грунтовой архитектуры, возрастание плодovitости дальнейших аграрных культур, уменьшение энергорасходов на почвообработку и, суммарно, совершенствование хозяйственных метрик растениеводства.

Практическая роль обсуждаемой проблематики сопряжена с востребованностью коррекции агротехнологических запросов относительно уборочной технике. Работающие стандарты, устанавливающие максимальное

удельное надавливание на землю, не целиком принимают во внимание суммирующий эффект неоднократных заездов тяжёлого оборудования и обязаны являться пересмотренными посреди направления усиления [6]. Параллельно востребовано расширение локального выпуска резинотканевых полотен, которые сейчас кардинально проигрывает запросам торговли, заставляя агропредприятия покупать дорогостоящие иностранные составляющие.

Вектором дальнейших изучений выступает конструирование смешанных ходовых агрегатов, интегрирующих гусеничные блоки поверх тянущих мостах и колёсные сегменты поверх корректирующих, это предоставит возможность сбалансировать равновесие меж агротехнологической продуктивностью и подвижностью при транспортировке [2]. Специального рассмотрения достоин ресурс имплементации адаптивных аппаратов корректировки натяжения полотен, приспособляющих упругость гусеничного контура относительно актуальное положение основы и уменьшающих подобное разрушение внутри настоящем времени.

Библиографический список

1. Ксенович, И. П. Сравнительная оценка колёсного и гусеничного движителей по критерию уплотняющего воздействия на почву / И. П. Ксенович, А. В. Гуськов // Агроинженерия. — 2023. — Т. 25, № 4. — С. 18–26.
2. Антышев, Н. М. Ходовые системы сельскохозяйственных тракторов и комбайнов: состояние и перспективы / Н. М. Антышев, А. Ю. Измайлов // Техника и оборудование для села. — 2023. — № 5. — С. 2–7.
3. Дроздов, В. Н. Резиноармированные гусеницы для зерноуборочных комбайнов: обзор конструкций и результаты испытаний / В. Н. Дроздов, А. И. Сергеев // Тракторы и сельхозмашины. — 2024. — Т. 91, № 2. — С. 45–56.
4. Keller, T. Soil deformation and compaction under agricultural vehicles: A review of mechanisms and mitigation strategies / T. Keller, D. Or // Soil and Tillage Research. — 2024. — Vol. 238. — Art. 106005.
5. Лаптев, Е. А. Экономическая эффективность применения гусеничных комбайнов в условиях повышенного увлажнения / Е. А. Лаптев, В. А. Черников // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2025. — № 1. — С. 31–38.
6. Годжаев, З. А. Проблема переуплотнения почвы движителями сельскохозяйственной техники и пути её решения / З. А. Годжаев, А. М. Русанов // Почвоведение. — 2022. — № 8. — С. 987–1001.
7. 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.

8. Филюшин, О. В. Организация перевозки животных различными видами транспорта / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 208-212.

9. Механизация уборки и хранения клубнеплодов / О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, В. И. Старовойтов [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – 102 с.

СЕКЦИЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

УДК 070:631.3

*Гераськина В.А., студент 1 курса,
Сапрыкина М.В., ассистент кафедры русской филологии и журналистики
ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина», г. Елец, РФ*

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ МЕДИА В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОФЕССИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Современное развитие агропромышленного комплекса (АПК) неразрывно связано с внедрением высокотехнологичных решений: точного земледелия, роботизированных систем, искусственного интеллекта и альтернативных источников энергии. Техническое перевооружение отрасли признано одним из приоритетов государственной аграрной политики, что закреплено в соответствующих стратегических документах и программах поддержки сельхозтоваропроизводителей. Однако наряду с финансовыми и организационными вопросами всё более остро встаёт проблема кадрового дефицита и недостаточной информированности широкой общественности о перспективах инженерной деятельности в сельском хозяйстве. Молодёжь зачастую не рассматривает аграрные и технические специальности как престижные и высокотехнологичные, что создаёт риск замедления темпов модернизации отрасли и ставит под угрозу реализацию долгосрочных программ импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности [1]. В этих условиях цифровые медиа перестают быть просто каналом распространения информации и превращаются в полноценный стратегический инструмент популяризации научно-технических достижений, профориентации и формирования нового образа инженера АПК как специалиста будущего, работающего на стыке биологии, информатики и машиностроения.

Традиционные аграрные вузы, в том числе Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, а также ведущие отраслевые научные центры, такие как Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, активно используют современные медийные платформы для системного освещения собственных разработок. В социальных сетях, на видеохостингах и в электронных научных изданиях регулярно публикуются материалы о новых конструкциях сельскохозяйственных машин, результатах полевых испытаний, внедрении интеллектуальных транспортных систем в логистику АПК, а также о цифровых сервисах для управления производственными процессами. Эти публикации выполняют двойную функцию: с одной стороны, они информируют профессиональное сообщество о передовых достижениях, обеспечивая трансфер знаний и технологий между наукой и производством, с другой — формируют в массовом сознании

представление об аграрном секторе как о высокотехнологичной и динамично развивающейся отрасли, привлекательной для инвестиций и карьерного роста [2].

С точки зрения современной медиалогии, популяризация инженерного труда требует применения особых коммуникационных подходов. Ключевое значение приобретает визуализация сложных технических процессов: инфографика, 3D-моделирование, анимационные схемы работы узлов и агрегатов, позволяющие неподготовленному зрителю понять принципы функционирования современной сельскохозяйственной техники. Не менее востребованными становятся форматы дополненной и виртуальной реальности, которые дают возможность потенциальным абитуриентам дистанционно познакомиться с устройством тракторов, комбайнов и роботизированных платформ, не покидая школьного класса или собственного дома. Кроме того, эффективным инструментом является создание нарративов, связывающих профессию инженера с решением глобальных задач — обеспечением продовольственной безопасности страны, снижением экологической нагрузки и повышением качества жизни на сельских территориях. Формирование таких смысловых связей требует от создателей контента не только технической грамотности, но и владения приёмами сторителлинга, умения выстраивать эмоционально вовлекающие сюжеты вокруг, казалось бы, сухих производственных тем [3].

Особый интерес для анализа представляет аудиторный фактор. Исследования медиапотребления показывают, что возрастная группа от 16 до 24 лет, которая составляет основной кадровый резерв для отрасли, воспринимает информацию преимущественно через короткие видеоформаты и интерактивные мультимедийные лонгриды. Представители этого поколения не склонны к изучению объёмных текстовых материалов на официальных сайтах; им требуется динамичный, визуально насыщенный и эмоционально окрашенный контент. Именно поэтому пресс-службы аграрных университетов и научных учреждений переходят от классических пресс-релизов и сухих отчётов к производству научно-популярного контента в таких форматах, как видеоподкасты с участием молодых учёных, прямые эфиры с полей и из лабораторий, короткие вертикальные ролики с демонстрацией технологических процессов. Отдельного внимания заслуживает тренд на геймификацию образовательного и профориентационного контента: создание виртуальных симуляторов, позволяющих школьникам попробовать себя в роли оператора беспилотного комбайна или настройщика системы точного полива, что существенно повышает интерес к инженерным агроспециальностям [4].

Нельзя обойти вниманием и региональную специфику информационного освещения АПК. В таких аграрных регионах, как Липецкая область, где расположен Елецкий государственный университет, цифровые медиа могут играть особую роль в демонстрации конкретных примеров успешного внедрения технологий на местных предприятиях. Репортажи с передовых хозяйств, интервью с главными инженерами и механизаторами, работающими

на современной технике, обзоры карьерных траекторий выпускников — все эти форматы способны создать у местной молодёжи ощущение сопричастности к технологическому развитию родного края. Локальный контент, распространяемый через городские и областные паблики в социальных сетях, зачастую вызывает больший отклик, чем федеральные информационные кампании, поскольку апеллирует к знакомым реалиям и личному опыту аудитории.

Важную роль в решении задачи информационного сопровождения АПК может и должна играть студенческая журналистика. Будущие специалисты медиасферы, обучающиеся по направлениям, связанным с цифровой журналистикой и медиаобразованием, способны выступать связующим звеном между научно-инженерным сообществом и широкой аудиторией. Обладая профессиональными компетенциями в области создания и продвижения контента, владея современными цифровыми инструментами, студенты-журналисты могут доступно и увлекательно рассказывать о сложных технических разработках, достижениях учёных-аграриев и перспективах трудоустройства в высокотехнологичном секторе. Производственная практика на базе инженерных факультетов и научных лабораторий, участие в выездных мероприятиях и полевых испытаниях позволяют создавать качественные репортажные и аналитические материалы, объясняющие значимость технического переоснащения села для экономики страны в целом. Более того, включение модулей по научной журналистике и аграрной тематике в учебные планы медийных направлений подготовки способствовало бы формированию пула молодых специалистов, готовых профессионально освещать технологическую повестку АПК [5].

Таким образом, цифровые медиа выполняют системообразующую функцию в обеспечении информационной поддержки технологического развития агропромышленного комплекса. Эффективное взаимодействие журналистов, педагогов, учёных и инженерного сообщества способствует не только росту интереса молодёжи к техническим и аграрным профессиям, но и формированию устойчивого позитивного имиджа сельскохозяйственного труда как высокотехнологичной и престижной сферы деятельности. Можно с уверенностью утверждать, что в долгосрочной перспективе инвестиции в качественный научно-популярный и профориентационный медиаконтент не менее важны, чем прямые вложения в машины и оборудование, поскольку именно человеческий капитал в конечном счёте определяет эффективность использования любой техники. Дальнейшее развитие этого направления требует как совершенствования методик преподавания медиадисциплин с учётом отраслевой специфики АПК, так и расширения практики сетевого взаимодействия между университетами, научными центрами и средствами массовой информации. В конечном счёте грамотно выстроенная информационная политика становится одним из необходимых условий достижения технологического суверенитета России в аграрной сфере.

Библиографический список

1. Дорохин, С.В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения / С.В. Дорохин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2 (57). – С. 67-73.
2. Интеллектуальные системы на автомобильном транспорте / Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.Б. Мартынушкин // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений. Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 149-152.
3. Жилавская, И.В. Медиаобразование как фактор формирования информационной культуры личности / И.В. Жилавская // Медиаскоп. – 2022. – № 3. – С. 45-52.
4. Фролова, Т.И. Цифровая трансформация аграрных медиа: новые форматы и аудитории / Т.И. Фролова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Филология. Журналистика. – 2023. – № 2. – С. 120-127.
5. Вартанова, Е.Л. Медиасистема России: тенденции цифровой эпохи / Е.Л. Вартанова. – М.: Факультет журналистики МГУ, 2021. – С. 67-85.
6. Интеллектуальные технологии в оригинальном семеноводстве клубнеплодов : Аналитический обзор / Н. П. Мишуров, Т. А. Щеголихина, С. В. Жевора [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – 84 с.

УДК 621.79.024.2

*Иванов Б.Л., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, г. Казань, РФ*

Благодарность. Работа выполнена за счет гранта, предоставленного Академией наук Республики Татарстан образовательным организациям высшего образования, научным и иным организациям на поддержку планов развития кадрового потенциала в части стимулирования их научных и научно-педагогических работников к защите докторских диссертаций и выполнению научно-исследовательских работ» (Соглашение от 22.12.2025 г. №16/2025-ПД-КазГАУ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ С УЧЕТОМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Статья посвящена разработке методики построения математической модели для определения гидродинамического коэффициента размывания загрязнений. В статье рассматривается проблема санитарной обработки

животноводческих помещений, характеризующаяся высокой сложностью удаления органических загрязнений различной степени зрелости. Предложен новый подход к оценке эффективности гидродинамической очистки на основе построения строгой математической модели. В работе выделены два основных типа загрязнений: свежий навоз и застарелая корка, для которых разработаны дифференцированные критерии размывания. Введено понятие безразмерного коэффициента эффективности (K), позволяющего количественно оценить баланс между гидродинамическими силами струи и силами адгезии загрязнения к поверхности. Результаты моделирования демонстрируют возможность оптимизации режимов работы гидроструйного оборудования, что ведет к снижению энергозатрат и повышению уровня биобезопасности.

Современное животноводство, характеризующееся высокой интенсивностью производства, предъявляет жесткие требования к санитарно-гигиеническому состоянию помещений [1]. Удаление загрязнений (навоза, остатков корма) с поверхностей полов, стен и перегородок является сложным технологическим процессом, определяющим эпидемиологическое благополучие фермы [2,3].

Основные трудности связаны с физико-химическими свойствами материалов конструкций (пористость бетона, коррозия металла) и неоднородностью загрязнений [4,5]. Традиционные методы очистки часто носят эмпирический характер, не учитывают адгезионные характеристики покрытий и приводят к перерасходу воды, энергии или неполному удалению патогенной микрофлоры, особенно в труднодоступных зонах и трещинах [6].

Целью данной работы является разработка математической модели, позволяющей количественно оценить эффективность процесса размывания различных типов загрязнений через введение безразмерного коэффициента.

Для построения адекватной модели необходимо классифицировать загрязнения по их реологическим и адгезионным свойствам. В рамках исследования выделены два основных типа загрязнений:

1. Свежий навоз. Представляет собой неньютоновскую жидкую суспензию с низкой вязкостью и слабыми связями с поверхностью [7]. Основным механизмом его удержания – гравитация и поверхностное натяжение.

2. Застарелая корка. Формируется в результате испарения влаги и кристаллизации солей, а также полимеризации органических веществ. Обладает высокой плотностью, прочностью на сдвиг и проникает в поры строительных материалов, создавая мощные адгезионные связи [8].

Кроме того, на эффективность очистки влияют свойства поверхности: неровности, трещины и пористость бетона или дерева, которые служат резервуарами для органики и защищают бактерии от прямого воздействия струи [9].

Для унификации оценки процесса предлагается использовать безразмерный коэффициент эффективности размывания (K), определяемый как отношение гидродинамического усилия, прикладываемого струей к

поверхности, к усилию, необходимому для преодоления сил адгезии и когезии загрязнения [10,11].

Базовая модель строится на балансе динамического давления струи и критического напряжения сдвига [12]:

$$K = \frac{\rho_{ж} \cdot v^2 \cdot \sin(\alpha) \cdot f(l)}{\tau \cdot \mu \cdot h} \quad (1)$$

где: $\rho_{ж}$ – плотность рабочей жидкости, кг/м³;

v – скорость истечения жидкости из сопла, м/с;

α – угол атаки струи к поверхности, град;

$f(l)$ – функция затухания энергии струи в зависимости от расстояния (l) до поверхности;

τ – критическое напряжение сдвига загрязнения, Па;

μ – динамическая вязкость загрязнения, Па·с;

h – толщина слоя загрязнения, м.

Процесс считается эффективным при условии $K \geq 1$.

Для свободной струи, ударяющей в поверхность под углом α , напряжение сдвига определяется следующими параметрами [13]:

$$\tau = \lambda \cdot \rho_{ж} \cdot v^2 \cdot \sin(\alpha) \cdot f(d) \quad (2)$$

где: λ – коэффициент трения (для турбулентных струй обычно принимается равным 0,02...0,05).

Скорость истечения v рассчитывается через давление рабочей жидкости P [14]:

$$v = c \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (3)$$

где: c – коэффициент расхода сопла ($c = 0,9...0,95$);

Для свежих загрязнений, обладающих низкой вязкостью и малой адгезией, доминирующим фактором является импульс потока. Уравнение упрощается, так как вязкостные потери минимальны, а критическое напряжение сдвига близко к нулю. Выражение (1) преобразовывается в критерий гидродинамического сноса и примет следующий вид:

$$K_1 = \frac{\rho_{ж} \cdot v^2 \cdot \sin(\alpha)}{\rho_{заг} \cdot g \cdot h} \quad (4)$$

где: $\rho_{заг}$ – плотность смеси навоза с водой, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

В данном режиме ключевым параметром управления является скорость потока v .

Модель для застарелой корки основывается на давлении и площади удара:

$$K_2 = \frac{P \cdot S_{cmp} \cdot \sin(\alpha)}{\sigma \cdot S_{cu}}$$

(5)

где: P – давление струи, Па;

S_{cmp} – площадь контакта струи с поверхностью, м²;

S_{cu} – площадь сцепления корки с субстратом, м²;

σ – адгезия загрязнений, Па.

Прочность сцепления загрязнения с поверхностью σ зависит от его типа и толщины и определяется из выражения [15]:

$$\sigma = \frac{\gamma \cdot E}{h} \cdot k$$

(6)

где: γ – поверхностное натяжение на границе раздела фаз;

E – модуль упругости загрязнения;

k – эмпирический коэффициент, учитывающий пористость и шероховатость обрабатываемой поверхности.

Разработанные модели позволяют перейти от интуитивного подбора режимов очистки к точному инженерному расчету.

Внедрение дифференцированного подхода дает следующие преимущества: энергоэффективность, гарантированную биобезопасность и адаптивность.

При очистке свежего навоза модель указывает о необходимости снижения давления, опираясь на высокую скорость потока, что впоследствии повышает энергоэффективность эксплуатации технических средств гидроструйной очистки.

При удалении застарелой корки модель рекомендует увеличение давления и изменение угла атаки для создания ударного импульса, необходимого для разрушения адгезионных связей.

Предложенные математические модели могут быть встроены в системы автоматического управления роботизированными комплексами гидроструйной очистки поверхностей, где датчики в реальном времени будут определять тип загрязнения и корректировать параметры струи.

Особое значение имеет учет фактора пористости материалов. В выражении (6) это отражается через эмпирический коэффициент (k) поправки на шероховатость, что позволяет прогнозировать эффективность очистки в микротрещинах обрабатываемых поверхностей, где традиционно скапливаются патогены.

Предложенные математические модели позволяют не только прогнозировать эффективность очистки при заданных режимах работы, но и оптимизировать технологические параметры гидроструйных установок (давление, угол, расстояние до поверхности) для минимизации энергозатрат при достижении критического значения коэффициента размывания.

Библиографический список

1. Экономическая эффективность аэрозольной дезинфекции в животноводстве / А.А. Ахметзянов, А.Ш. Бурганов, Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин // Повышение эффективности производственной эксплуатации и технического сервиса машин и оборудования в АПК: современные практики, проблемы и решения: Научные труды Международной научно-практической конференции, Казань, 23 января 2026 года. – Казань, 2026. – С. 512-518.
2. Анализ способов очистки деталей от загрязнения / А. С. Леонтьев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин, О. В. Терентьев // Научно-технический потенциал отечественного АПК: Материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 25 ноября 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 130-136.
3. Буряков, Д. П. Анализ загрязнений машин / Д. П. Буряков // Молодёжная наука для решения актуальных задач АПК: Всероссийский молодёжный научный форум, посвященный 45-летию юбилею Студенческого конструкторского бюро ФГБОУ ВО РГТУ, Рязань, 20–21 февраля 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 170-174.
4. Исследования влияния наклонной струи на разрушаемость загрязнений / Д. С. Михеев, А. Г. Арженовский, А. В. Шемякин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 3. – С. 120-125.
5. Зиновьев, А. К. Технологии физического и химического воздействия на посадочный материал картофеля / А. К. Зиновьев, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2024. – Т. 18, № 2. – С. 27-32.
6. Колотов, А. С. Методы очистки деталей автомобилей при ремонте: оборудование и средства для очистки / А. С. Колотов, Я. О. Припоров, А. Д. Глотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования РФ, почетного работника АПК РФ Успенского Ивана Алексеевича, Рязань, 24 июня 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 49-53.
7. Основные этапы и технологии переработки навоза / А. С. Колотов, А. И. Ушанев, Д. М. Юмаев, А. А. Кутыраев // 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. 68-73.

8. Шибаков, В. Г. Методика исследования условий возникновения адгезионных связей при формообразовании неоднородных конструкций / В. Г. Шибаков, И. О. Жигулев, Д. А. Волков // Проектирование и исследование технических систем: межвузовский научный сборник / Министерство образования и науки РФ, Камский государственный политехнический институт. Том 2. – Набережные Челны: Камский государственный политехнический институт, 2002. – С. 103-107.
9. Морозов, Н.М. Влияние состава бетона на его пористость / Н.М. Морозов, А.Ф. Галеев, М. М. Гайнутдинов // Инновационная наука. – 2015. – № 11-2. – С. 29-31.
10. Способы осаждения аэрозоля на растения / М.Ю. Костенко, Г. К. Рембалович, Р.В. Безносок, А.В. Калинин // 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. 152-157.
11. Теория распыливания жидкости форсунками / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, Р.Ф. Шарафеев, И.Р. Сагбиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 2(53). – С. 95-99.
12. Обоснование параметров рабочего процесса машин для гидроструйной очистки поверхностей / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, И.Х. Гайфуллин, Р.И. Миннуллин // Вестник Курганской ГСХА. – 2023. – № 3(47). – С. 62-67.
13. Лесин, В.И. Фрактальная теория вязкости для скоростей сдвига, близких к нулю / В.И. Лесин, С.В. Лесин // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. – 2012. – № 1(5). – С. 68.
14. Кашфразыев, Ф.И. Исследования уравнений для нахождения теоретической скорости истечения жидкости / Ф.И. Кашфразыев, С.В. Кузьминов, Н. С. Гришин // Интенсификация тепломассообменных процессов, промышленная безопасность и экология: Материалы VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Казань, 28–30 мая 2024 года. – Казань: ООО «Конверс», 2024. – С. 330-332.
15. Исследования параметров отрыва частиц загрязнений с поверхности молокопровода / Л. С. Керученко, В. В. Троценко, А. Г. Щербакова [и др.] // Главный зоотехник. – 2019. – № 4. – С. 63-68.
16. 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.

АЭРОЗОЛЬНАЯ ДЕЗИНФЕКЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ТУМАНА

Статья посвящена комплексному анализу технологии дезинфекции методом холодного тумана в условиях современного животноводства. В статье рассматриваются физико-химические принципы образования аэрозоля, сравнительная характеристика типов генераторного оборудования, экономическая целесообразность внедрения и влияние метода на эпизоотическую обстановку. Особое внимание уделяется вопросам безопасности для животных, оптимизации режимов обработки и выбору дезинфицирующих средств. Доказано, что холодный туман является наиболее эффективным инструментом для создания барьерной защиты на животноводческих фермах, обеспечивая равномерное покрытие поверхностей и проникновение в труднодоступные зоны без остановки производственного цикла.

В условиях интенсивного развития агропромышленного комплекса, особенно в крупных животноводческих комплексах, вопросы биобезопасности выходят на первый план. Патогенные микроорганизмы, вирусы, грибки и паразиты способны вызывать массовые заболевания, приводящие к значительным экономическим потерям. Традиционные методы дезинфекции, такие как орошение или использование бытовых распылителей, зачастую оказываются недостаточно эффективными. Крупные капли жидкости не способны проникнуть в микротрещины, вентиляционные системы и под подстилку, где скапливаются возбудители болезней [1].

Метод «холодного тумана» решает эту проблему, превращая дезинфекционное средство в облако микроскопических частиц. Это позволяет создать равномерный защитный слой по всему объему помещения, включая вертикальные поверхности и скрытые полости, что критически важно для полной санации объектов ветеринарного надзора [2,3,4].

Суть аэрозольной дезинфекции методом «холодного тумана» заключается в создании взвеси жидких капель в воздухе, размер которых не превышает 80 микрон [5,6]. При данном методе обеспечивается длительное удержание капель во взвешенном состоянии. Благодаря малому размеру частиц повышается их способность проникать в микротрещины, куда не могут попасть капли, получаемые при обычном орошении или распылении [7]. В отличие от метода «горячего тумана», при котором высокая температура может изменять свойства некоторых дезинфектантов, метод «холодного тумана» основан на механическом распылении раствора [8,9]. Это обеспечивает сохранение полной концентрации и эффективности активного вещества на протяжении всего процесса обработки.

Качество дезинфекции напрямую зависит от типа используемого генератора холодного тумана [10]. В современной практике применяются три основных вида устройств, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения в условиях животноводства [11].

На сегодняшний день наиболее распространенными и доступными моделями являются аэрозольные пневматические генераторы (рисунок 1). Принцип их работы основан на подаче сжатого воздуха из компрессора на струю дезинфектанта, что приводит к его разбиванию на мелкие капли [12,13].



а – Циклон РА-80В; б – Аирофог U60-PRO

Рисунок 1 – Аэрозольные пневматические генераторы

Преимуществами данных генераторов являются: простота конструкции и относительно низкая стоимость. Основным недостатком является высокий уровень шума. В условиях ферм, где содержатся животные, шум может вызывать стресс и снизить их продуктивность.

Для аэрозольной дезинфекции «холодным туманом» также применяются дисковые генераторы (рисунок 2). В этих устройствах дезинфектант подается на вращающийся диск. Под действием центробежных сил жидкость разбрызгивается на капли.



Рисунок 2 – Аэрозольный дисковый генератор АГ-1

Работа дисковых генераторов практически бесшумна, что делает их применение идеальными для дезинфекции помещений в присутствии животных. Существует возможность регулировки размера частиц путем изменения скорости вращения диска, что позволяет адаптировать процесс под конкретные задачи. Дисковые генераторы отличаются высокой долговечностью. Основными недостатками данных конструкций являются высокая стоимость по сравнению с аэрозольными пневматическими генераторами, а также сложность в техническом обслуживании и ремонте.

Самым современным и технологичным оборудованием на сегодняшний день являются ультразвуковые генераторы (рисунок 3) [14]. Дезинфектант подвергается воздействию высокочастотных ультразвуковых волн, что создает аэрозоль с самыми мелкими частицами.



Рисунок 3 – Ультразвуковой аэрозольный генератор

Преимуществами данных генераторов являются: высокая степень проникающей способности капель аэрозоля, бесшумность работы и лёгкость конструкции. Недостатками конструкций являются высокая стоимость и дороговизна обслуживания и ремонта.

При дезинфекции помещений, где необходимо минимизировать стресс у животных, в большей степени подойдут дисковые или ультразвуковые генераторы холодного тумана. Аэрозольные пневматические генераторы целесообразно применять на фермах при отсутствии животных.

Технология холодного тумана находит широкое применение не только для уничтожения насекомых, но и для комплексной санации.

В животноводстве часто возникают проблемы с эктопаразитами и насекомыми-вредителями. Яйца этих вредителей часто скрыты в труднодоступных местах. Холодный туман, благодаря мелким размерам частиц, покрывает их, обеспечивая гибель как взрослых особей, так и яиц. Это позволяет избежать повторных обработок в течение длительного времени.

Дезинфекция методом «холодного тумана» эффективно снижает количество бактерий, спор грибов и плесени в воздухе и на поверхностях. Это особенно важно для предотвращения вспышек инфекционных заболеваний. Дезинфектанты, используемые в виде аэрозоля могут также воздействовать на возбудителей, вызывающих болезни дыхательных путей и кожные поражения у животных.

Генераторы «холодного тумана» позволяют проводить вакцинацию птицы и животных аэрозольным способом, что обеспечивает равномерный контакт вакцины со слизистой оболочкой. Также метод используется для газации яиц в инкубаторах, повышая процент вывода здорового молодняка.

Технология эффективна для нейтрализации неприятных запахов, характерных для животноводческих помещений. Кроме того, в теплицах и на открытых площадках «холодный туман» может использоваться для равномерного распределения жидких удобрений на больших площадях.

На современном рынке генераторов «холодного тумана» доминируют производители из Китая и Южной Кореи. Китайские модели представлены бюджетными моделями AirJet, Fog, Storm и профессиональными линейками Longray [15]. Корейские модели Atomer, Moo-Gun выделяются высоким качеством сборки и надежности. Также предлагаются генераторы отечественной сборки такие модели как Tornado, собираемые из южнокорейских комплектующих, представляют собой оптимальный выбор, сочетая качество корейских аналогов с более доступной ценой и наличием сервисной поддержки на территории РФ [16,17]. Кроме этого, китайский бренд Хайфог и совместные с Германией модели PRO предлагают решения для крупных промышленных масштабов.

Внедрение данной технологии позволяет сократить расходы на ветеринарные препараты за счет их более эффективного использования, снизить падеж животных и затраты на простои помещений для дезинфекции, так как обработку можно проводить без перемещения животных.

Аэрозольная дезинфекция «холодным туманом» является современным методом для ветеринарных специалистов и технологов животноводческих комплексов. Её способность создавать равномерное покрытие, проникать в труднодоступные зоны и действовать в присутствии животных делает его незаменимым для обеспечения эпизоотического благополучия.

Успех применения технологии зависит от правильного выбора типа генератора (с учетом уровня шума и размера частиц), грамотного подбора дезинфектанта и строгого соблюдения технологических регламентов. При комплексном подходе холодный туман обеспечивает высокий уровень биологической безопасности, способствуя росту продуктивности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку новых, еще более эффективных и экологически безопасных дезинфектантов, а также на совершенствование конструкции генераторов для автоматизации процессов дезинфекции.

Библиографический список

1. Droplet size of virocid disinfectant liquid from vortex injector sprayer under different operating conditions / B.L. Ivanov, B.G. Ziganshin, A.V. Dmitriev [et al.] // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 564-571.
2. Особенности обработки растений высокодисперсными аэрозолями / А. В. Калинин, М.Ю. Костенко, Н.А. Костенко, М.Ю. Афанасьев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации: Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 116-122.
3. Влияние электростатического поля на осаждение аэрозоля на растения / А.В. Калинин [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2025. – Т. 17, № 1. – С. 120-127.
4. Исследование работы вихревого пневматического распылителя дезинфицирующих жидкостей / Б.Л. Иванов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18, № 2(70). – С. 66-71.
5. Калинин, А.В. Обработка растений высокодисперсным аэрозолем в полевых условиях / А.В. Калинин, М.Ю. Костенко, А.В. Старунский // Научно-технический потенциал отечественного АПК, Рязань, 25 ноября 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 74-78.
6. Качество предпосадочной обработки клубней аэрозолем / А.К. Зиновьев и др. // Вестник РГАТУ. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 118-124.
7. Способы осаждения аэрозоля на растения / М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк, А.В. Калинин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 152-157.
8. Зиновьев, А. К. Инженерно-технологическое обоснование конструкции установки для обработки семенного картофеля горячим туманом биопрепаратов / А.К. Зиновьев, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко // Научно-технический потенциал отечественного АПК: Материалы V национальной научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 25 ноября 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 68-73.
9. Анализ работы устройства для обработки горячим туманом биопрепаратов на основе применения информационных технологий / О. В. Терентьев, А.И. Ликучев, Д.М. Юмаев, М.Ю. Костенко // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 138-143.
10. Иванов, Б.Л. Эжекторный распылитель для дезинфекции сельскохозяйственных помещений / Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков, Н.З. Мингалеев // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной науч.-практ. конференции, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: КГАУ, 2020. – С. 32-36.

11. Иванов, Б.Л. Теплогенератор с функцией увлажнения и обеззараживания воздуха в помещениях / Б.Л. Иванов, Б.Г. Зиганшин, А.И. Рудаков // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: КГАУ, 2021. – С. 88-93.
12. Иванов, Б.Л. Пневматический вихревой распылитель жидкости / Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков, Р.Ф. Шарафеев // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: КГАУ, 2021. – С. 93-98.
13. Математическая модель определения геометрических характеристик центробежной форсунки, применяемой в дезинфицирующих установках / Б.Л. Иванов [и др.] // Техника и технологии в животноводстве. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 52-58.
14. Оценка времени нахождения топлива в зоне ультразвуковой обработки / Р.В. Пуков и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2(50). – С. 362-366.
15. Современная техника для АПК и перспективы её модернизации / Н.И. Верещагин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 147-172.
16. Анализ и прогнозирование потребностей дилерской СТО в запасных частях / И.А. Юхин, И.А. Успенский, А.А. Солнцев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 2(80). – С. 411-421.
17. Рожнов, М.А. Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники / М.А. Рожнов, А.А. Самосудов, А.С. Колотов // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве, Рязань, 26 марта 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 67-72.
18. Исследование параметров современных систем внесения жидких удобрений на основании анализа форсунок-распылителей / Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, А. В. Ерохин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 335-340.
19. Определение удельного электрического сопротивления сдвига фрикционной накладки тормозной колодки относительно металлической пластины (корпуса) / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С. 395-405.
20. 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.

МИНИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ ПРИ УБОРКЕ КУКУРУЗЫ

Заключительная фаза возделывания кукурузы, а именно уборочная кампания, представляет собой критический этап, детерминирующий итоговую экономическую эффективность всего производственного цикла. Именно на этом этапе агропромышленное предприятие сталкивается с максимальными рисками утраты части валового сбора, несмотря на инвестиции, вложенные на предыдущих стадиях вегетации.

Современная теория потерь урожая классифицирует их на две основные категории: явные (экзогенные), выражающиеся в осыпании зерна и наличии неубранных початков на поле, и латентные (эндогенные), включающие травмирование зерновой массы, микроразрушение эндосперма и, как следствие, редукцию посевных качеств семенного материала. Если в период вегетации агрономическая борьба ведется за каждый центнер фитомассы, то на этапе харвестинга объектом сохранения выступает каждая единица зерна [1].

Минимизация уборочных потерь требует реализации комплексной стратегии, базирующейся на трех фундаментальных принципах: оптимизация календарных сроков начала уборки (спелость vs. влажность), прецизионная настройка уборочного комплекса (жатка — молотилка — сепарация) и соблюдение регламентов постуборочной обработки (сушка — очистка — калибровка).

Определение оптимальной фазы спелости: «золотая середина» влажности. Первый шаг к снижению потерь — выбор правильного срока начала уборки. Уборка кукурузы на зерно — это постоянный компромисс между влажностью зерна и его механической прочностью. Физиологическая спелость наступает, когда зерно достигает влажности около 40 %, и в нем прекращается отток пластических веществ. Однако убирать кукурузу в этот момент рискованно: зерно слишком влажное и хрупкое, оно плохо вымолачивается из початков, что ведет к обмолоту стержней и потерям в бункере комбайна.

Оптимальные параметры: Специалисты сходятся во мнении, что наиболее технологичной влажностью для прямого комбайнирования является диапазон 20-25 %. В этом состоянии зерно уже достаточно твердое, чтобы легко отделяться, но еще не настолько сухое, чтобы осыпаться от вибрации жатки.

Чем опасна передержка: Затягивание сроков уборки приводит к пересушиванию зерна на корню (ниже 16-14 %). Это грозит механическим травмированием (микротрещинами) при обмолоте и значительными потерями от осыпания. Перестоявшие стебли легче полегают, а початки могут обвисать или обламываться, становясь добычей для вредителей и грибов [2].

Настройка жатки: Основные потери (до 70 % всех потерь) происходят именно в жатке — на этапе среза, подбора и отделения початка от стебля. Схема уборки показана на рисунке 1. Современные жатки имеют множество регулировок, которыми нельзя пренебрегать.

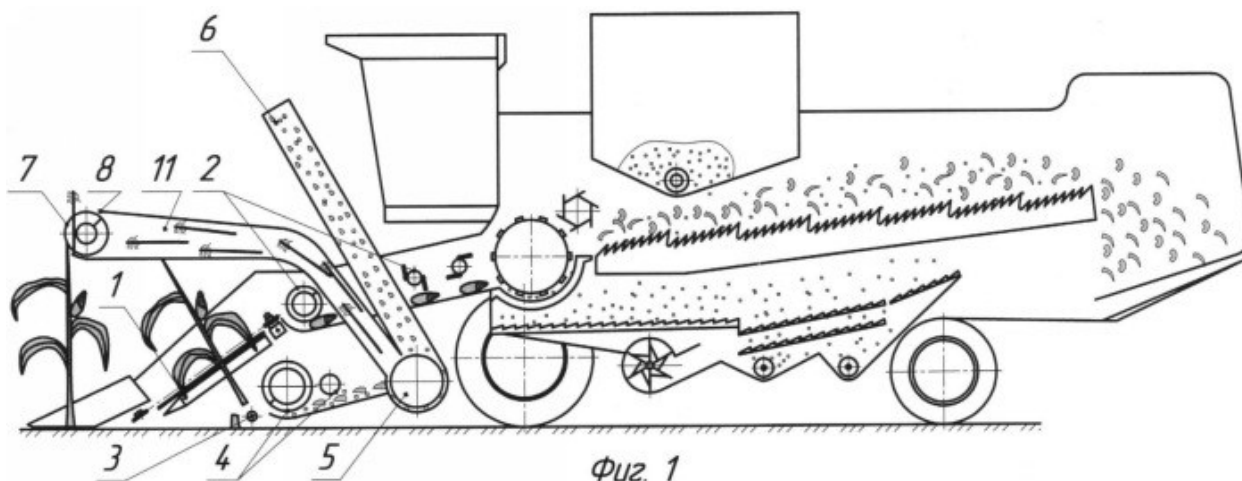


Рисунок 1 – Схема работы комбайна по уборке кукурузы

Отрывные пластины являются центральным регулировочным элементом початкоотделяющего аппарата кукурузной жатки. Их функция заключается в создании управляемого сопротивления при прохождении стебля, что обеспечивает отделение початка от растения. Корректная настройка зазора между пластинами критически влияет на полноту сбора и качество зерновой массы. Данные пластины представлены на рисунке 2.

- **При заниженной ширине щели** (пластины сведены излишне узко) возникает избыточное механическое воздействие на стебель. Результат: стебель не проскальзывает, а разрушается (рвется) до момента отделения початка. Это приводит к попаданию в молотилку нежелательной вегетативной массы — листовых влагалищ и фрагментов стеблей. Кроме того, сами початки подвергаются деформации (так называемый эффект «погрызенности»), что снижает качество зерна и повышает риск его травмирования при обмолоте.

- **При завышенной ширине щели** (пластины разведены слишком широко) снижается селективность отделения. Мелкие початки (маломерки, технологически недоразвитые початки), а также зерна, расположенные у основания початка, свободно проходят через увеличенный зазор, не отделяясь от стебля. Как следствие, эти фракции теряются на поле, что ведет к прямым количественным потерям урожая [3].

- **Скорость цепей подбора:** Идеальная подача стебля — это когда скорость цепей синхронизирована со скоростью движения комбайна. Если цепи вращаются слишком медленно, стебли «наваливаются» на жатку спереди, теряя початки. Если слишком быстро — стебли выдергиваются с корнем. Визуально стебель должен плавно входить в русло без рывков и ударов.



Отрывные планки.

Расстояние между планками регулируется механически (в ручную), с помощью специальной ручки на задней стороне жатки.

Расстояние регулируется в диапазоне от 15 до 60 мм.

Рисунок 2 – Отрывные пластины

Высота среза. При уборке на зерно высота среза должна быть минимальной, но безопасной (обычно 15-25 см, допустимо до 30 см при сильной засоренности). Слишком высокий срез оставляет в поле много потенциального зерна на нижних початках (если они есть). Однако при работе на силос высоту среза часто увеличивают до 40-45 см, чтобы повысить качество корма за счет снижения доли клетчатки, но при этом теряют до 10-15 % биомассы. Срез стебля кукурузы после уборки представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Срез стебля кукурузы после уборки

Настройка молотильного аппарата: сохраняем целостность зерна.

После того как початок поступает в молотильный аппарат, ключевая задача сводится к деликатному вымолоту зерна без его механического разрушения. Избыточная частота вращения барабана или недостаточные зазоры между бичами и декой приводят к травмированию зерновок — появлению микротрещин и сколов на оболочке и эндосперме. Такое травмированное зерно уже не является полноценным продуктом: оно теряет полевую всхожесть при использовании на семенные цели, а при хранении на фураж или продовольствие значительно быстрее поражается плесневыми грибами и самосогревается. Таким образом, балансировка режимов обмолота между полнотой вымолота и сохранностью зерна становится критическим фактором итогового качества урожая.

Новые технологии. Традиционные цилиндрические барабаны часто травмируют зерно из-за высокочастотных ударов. По данным исследований 2024 года, перспективным направлением является использование **конических барабанов**. Такая конструкция позволяет зерну быстрее проходить через сито, снижая многократное воздействие. В ходе экспериментов при частоте вращения 340 об/мин и подаче 2.28 кг/с удалось достичь уровня травмирования всего 2.8 %, что значительно ниже стандартных показателей.

Классические настройки. Если нет конусного барабана, придерживайтесь правила: начните с настроек завода-изготовителя (обычно средние значения). Затем оцените состояние колосьев (початков) на выходе. Идеальное состояние вымолоченного стержня — это целые половинки или четвертинки. Если стержень превращается в кашу («мелкая сечка») — частота вращения слишком велика, и вы теряете зерно в дробленку. Если на стержне остается не вымолоченное зерно — скорость слишком мала [4].

Послеуборочная обработка: финальный этап сохранения. Даже если уборка прошла с минимальными полевыми потерями, окончательное качество урожая решается уже на току, где ошибки могут свести на нет все предыдущие усилия. Зерно кукурузы остается живым организмом, в котором даже после обмолота продолжают физиологические процессы, и при влажности выше 14% эти процессы входят в опасную фазу. В таких условиях резко активизируется дыхание зерновой массы, что ведет к самосогреванию, развитию плесневых грибов и необратимой потере как посевных, так и товарных качеств. Именно поэтому превышение порога в 14 % влажности требует немедленного вмешательства — прежде всего, активной сушки или, в крайнем случае, интенсивной вентиляции. Промедление даже на несколько суток может превратить качественно собранный урожай в проблемную партию с низкой лежкоспособностью. Процесс сушки показан на рисунке 4.

Сушка — критический этап. Если влажность зерна превышает 18-20 %, ждать нельзя. Гнилостные процессы начинаются в течение 3-4 часов после обмолота. Режимы сушки: Кукуруза боится резкого перепада температур. Если зерно сырое (30-35 % и выше), первые 4-6 часов используйте только теплоноситель с температурой 35-40 °С. Лишь когда влажность упадет до

18-20 %, можно поднимать температуру до 50 °С. Нарушение этого правила приводит к «закалу» — внешние слои твердеют, внутренняя влага не может выйти, и зерно трескается изнутри.

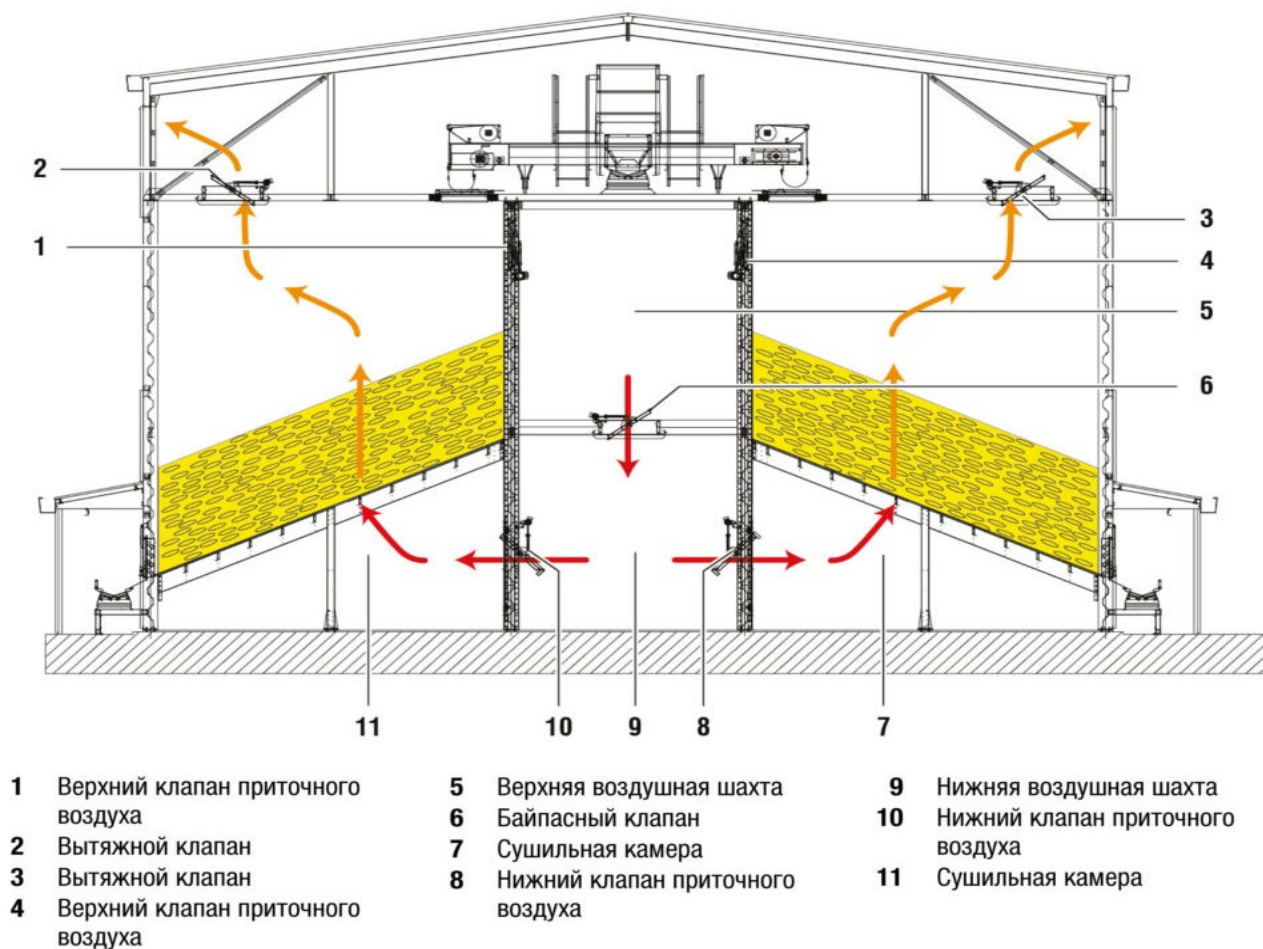


Рисунок 4 – Сушка зерна кукурузы

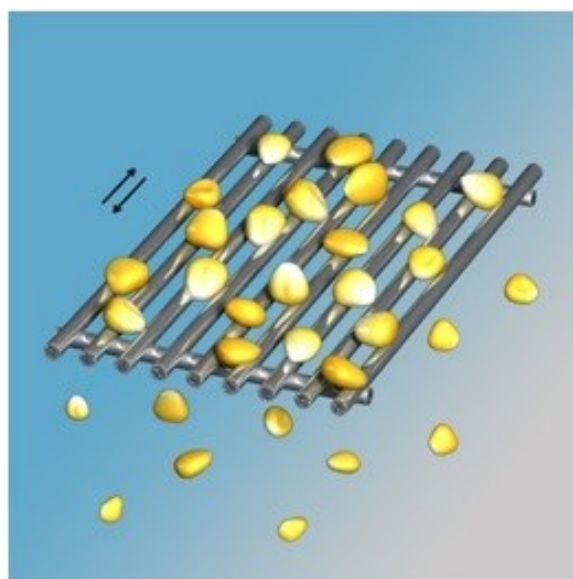


Рисунок 5 – Калибровка семян кукурузы

Очистка и калибровка: Современные комплексы должны проводить многоступенчатую очистку. Для семенного материала особое значение имеет калибровка на фракции: Ø 6, 7, 8 и 9 мм. Это позволяет высевать однородное зерно, обеспечивающее дружные всходы. Процесс калибровки показан на рисунке 5.

Заключение. Снижение количественных и качественных потерь при уборке кукурузы следует рассматривать не как сугубо физическую задачу, а как комплексную управленческую проблему, решение которой лежит в плоскости тщательного соблюдения регламентов эксплуатации уборочной техники и контроля технологических параметров на всех этапах. Эмпирически подтверждено, что в периоды низких закупочных цен на зерно агропредприятие может позволить себе относительно высокий уровень потерь без критического ущерба для операционной деятельности, однако в современных рыночных условиях, характеризующихся высокой волатильностью цен и сжатой маржинальностью, каждый потерянный процент урожая приобретает ключевое экономическое значение. Для достижения целевого уровня сохранности урожая необходимо последовательное выполнение четырех технологических требований. Во-первых, уборочная кампания должна быть начата в оптимальные календарные сроки, соответствующие влажности зерна 20–25 %, при которой достигается баланс между полнотой обмолота и минимальной осыпаемостью. Во-вторых, настройка кукурузной жатки должна производиться индивидуально под каждый гибрид и конкретное поле, с обязательной регулировкой отрывных пластин, скоростного режима цепей подбора и режущей группы. В-третьих, в процессе работы необходимо непрерывно контролировать частоту вращения молотильного барабана и величину зазоров в деке, поддерживая режим щадящего обмолота, при котором дробление и травмирование зерна не превышают допустимых порогов.[5] В-четвертых, на этапе послеуборочной обработки следует применять щадящие температурные режимы сушки, исключая возникновение теплового шока зерновки и связанное с ним растрескивание эндосперма. Практика показывает, что соблюдение указанных правил позволяет сохранить от 5 до 10 % потенциального урожая, что с избытком компенсирует любые дополнительные затраты на регулировочные работы и энергоресурсы, превращая технологическую дисциплину в прямой экономический эффект.

Библиографический список

1. Зиновьев, А. В. Формирование продуктивности гибридов кукурузы и сроки уборки в условиях Среднего Предуралья : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Зиновьев Аркадий Викторович, 2017. – 168 с.
2. Авторское свидетельство № 1729325 А1 СССР, МПК А01D 91/04, А01D 45/02. Способ уборки кукурузы на силос : № 4837980 : заявл. 04.04.1990 :

опубл. 30.04.1992 / Н. М. Шишкин ; заявитель Научно-производственное объединение "Северное Зауралье".

3. Розгин, В. И. Совершенствование организации труда на уборке и доработке кукурузы на зерно : специальность 08.00.07 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Розгин Валерий Иванович. – Москва, 1981. – 26 с.

4. Бумбар, И. В. Исследование уборки кукурузы в условиях АПК Амурской области в 2022 году / И. В. Бумбар, А. А. Кувшинов, В. А. Мунгалов // Актуальные вопросы энергетики в АПК : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Благовещенск, 15 декабря 2022 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 129-134.

5. Байрамов, П. И. Техника для уборки семенной кукурузы / П. И. Байрамов, В. М. Погосян // Ключевые проблемы и перспективы развития конструкций, технического сервиса и эксплуатации наземных транспортных и транспортно-технологических средств и комплексов : Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых исследователей, Зерноград, 25–29 марта 2024 года. – Зерноград: Донской государственный аграрный университет, 2024. – С. 30-31.

6. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства / Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 2(33). – С. 38-40.

УДК 631. 362

*Абросимов М.В., студент,
Шуханов С.Н., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО ИрГАУ, г. Иркутск, РФ*

ФОТОСЕПАРАТОРЫ КАК ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Одним из ключевых аспектов возделывания сельскохозяйственных культур является послеуборочная обработка в корреляции с поставленными задачами. Перечень последующих технологических операций различен. В варианте с зерновыми культурами следует послеуборочная обработка. В случае применения кормовых культур для эффективного их использования на корм скоту и птице выполняется ряд подготовительных операций. Вопросам совершенствования технических средств и технологий для осуществления этих работ уделяется большое внимание со стороны исследователей. Приоритетное значение имеют зерновые как ключевые культуры растениеводческой отрасли

аграрного производства [1]. Также немало работ посвящено механизации подготовки кормовых культур к поеданию животными [2-9].

Совершенствование технологий и оборудования очистки и переработки, отвечающим современным требованиям для удовлетворения стремительно увеличивающегося производства зерновых в России является собой важную задачу.

Во время осуществления послеуборочной обработки зерна (а именно, очистки, в том числе сушки, а также хранения) потери могут достигать до 20 %.

Зерновой ворох, поступающий с комбайнов, подвергается очистке. Удаляются примеси (например, зерна другой культуры, почва, мелкие камни, фрагменты сорняков и т.д.). Качество очищенной продукции – залог длительного хранения. Плохая очистка ведет к негативным последствиям: в частности, избыточная влажность способствует самонагреванию, возникновению плесени, что влияет на снижение посевных, в том числе товарных характеристик продукции.

Первичная и последующая стадии обработки зерна на качественно высоком уровне осуществляется с помощью современного оборудования – сепараторов сельскохозяйственного назначения. Данный аппарат удаляет от всей массы примеси.

Технологические операции обработки зерна

Обработка сырья предполагает сепарацию урожая по фракциям: крупное отборное зерно, предназначено для пищевых продуктов, в том числе для посева; мелкое зерно для фуража; отходы крупного размера; отходы мелкие, а также пыль.

Сепараторы структурируются на: вибрационные, кроме того, воздушные, а также центробежные. Процесс выделения осуществляется по размеру, и кроме того, плотности и свойствам фракции одной зерновой культуры.



Рисунок 1 – Общий вид фотосепаратора сельскохозяйственного назначения
[фото из открытых источников]

Ключевые составляющие элементы технического средства: емкость для зерна; устройство для подачи зерна в емкость; два корпуса решетчатого типа: верхний и нижний; каналы аспирационные (2 шт) для первичной, а также заключительной очистки; камеры осаждающего типа; механизм привода корпусов.

Некоторые показатели качества функционирования сепаратора

Показатель точности отбора зерен в воздушном потоке приблизительно находится в пределах 3 %. Эффективное функционирование аппарата коррелирует со значением скорости потока воздуха, а также равномерностью его распределения по поперечному сечению канала.

Качественная подготовка зерновых культур формируется посредством аэродинамического аппарата. Техническое средство дает возможность обрабатывать влажное, в том числе засорённое сырьё, осуществлять первичную, включая вторичную очистку.

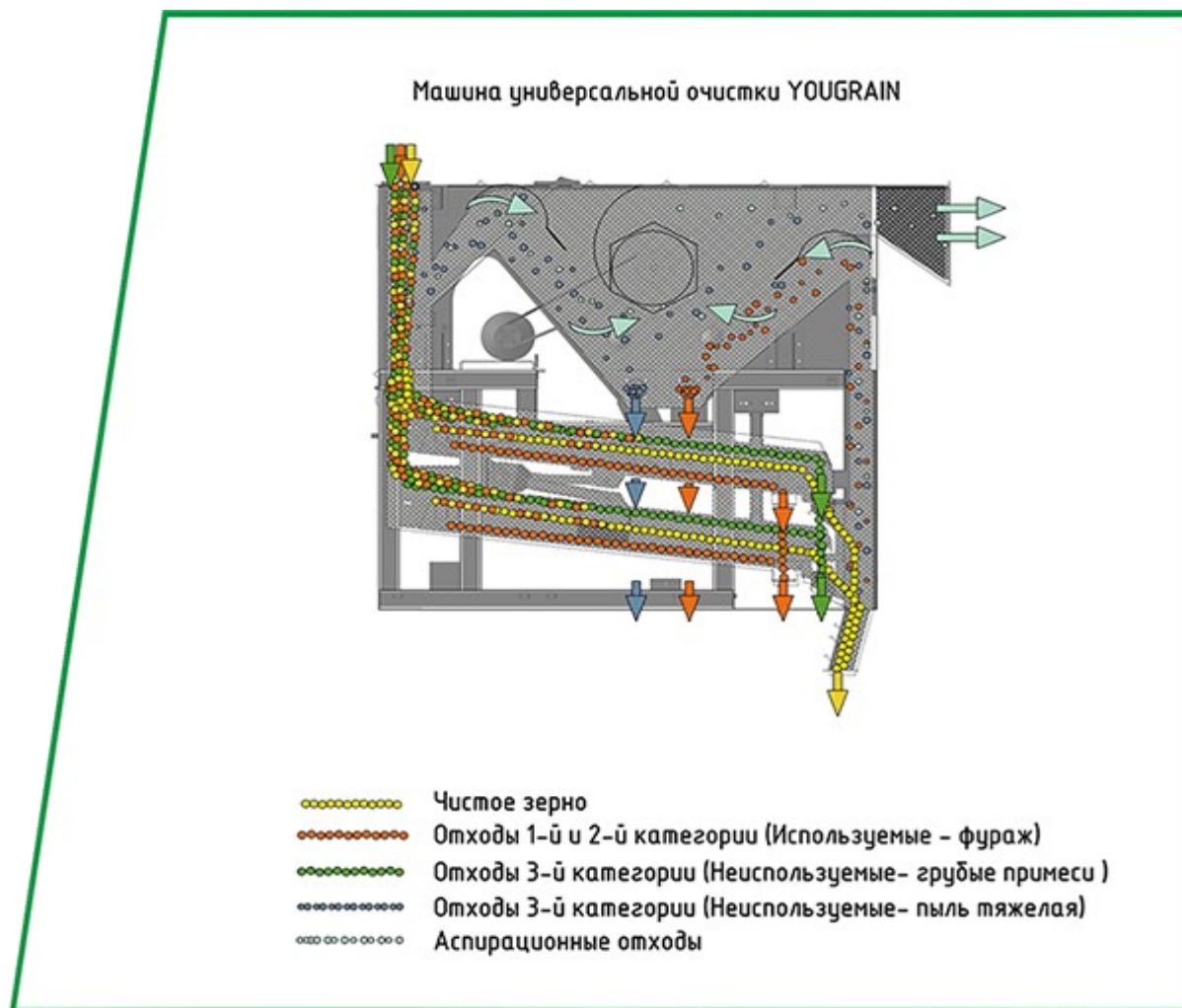


Рисунок 2 – Схема работы сепаратора [фото из открытых источников]

Настройка, в зависимости от зерновой культуры, аппарата отличается простотой. Ключевой аспект – подбор технического средства с требуемой

производительностью. Показатели которого у выпускаемых промышленностью находятся в диапазоне от 4 т/час до 70 т/час.

Принцип функционирования зернового сепаратора

Зерновая масса подается в приемный емкость, с последующей равномерной загрузкой на решета. Затем сырье направляется в канал аспирационной очистки для осуществления первичной очистки. Воздушный поток, действующий в канале, выдувает примеси легкого и соломистого типа в камеру для осадки. Шнековый транспортёр отходы из камеры удаляет. Следующее действие - полуочищенное зерно движется по верхним корпусам решетного типа. Так выполняется очистка зерновой культуры от крупных примесей.

Разделение зерна на три потока с прохождением по ярусам реализуется на нижнем корпусе решетного типа. Так происходит извлечение из зерновой смеси мелкой фракции примесей. Для окончательной очистки зерна зерно подается в аспирационный канал.

Библиографический список

1. Совершенствование дискового овсюжного триера / С.Н. Шуханов, О.Н. Хороших, В.Д. Коваливнич, Г.И. Хараев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (100). - С. 88-93.
2. О выборе рациональных параметров молотковой дробилки с монолитным молотком / М.Б. Балданов, Ю.А. Сергеев, В.И. Коновалов, А.А. Коновалова // Вестник ВСГУТУ. - 2020. - № 1 (76). - С. 55-60.
3. Шуханов, С.Н. Анализ производительности измельчителя корнеклубнеплодов методом регрессивного моделирования / С.Н. Шуханов, А.С. Доржиев, А.В. Косарева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - № 1 (81). - С. 90-93.
4. Овчинникова, Н.И. Геометрические параметры режущего аппарата измельчителя клубней картофеля / Н.И. Овчинникова, А.В. Косарева // Вестник ВСГУТУ. - 2021. - № 3 (82). - С. 34-40.
5. Доржиев, А.С. Измельчение как один из способов подготовки кормов для животных и птицы / А.С. Доржиев, Д.Н. Голубев // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК : Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Энергетического факультета Иркутского ГАУ. - п. Молодежный, 2024. - С. 43-44.
6. Некоторые вопросы функционирования машин и технологий мойки корнеклубнеплодов / В.В. Бидогаев, С.Н. Шуханов, Д.Н. Голубев, А.С. Доржиев // Агротехника и энергообеспечение. - 2025. - № 3 (48). - С. 82-89.
7. Доржиев, А.С. О способах подготовки кормов к скармливанию / А.С. Доржиев, А.В. Косарева, А.И. Аносова // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXIX Международной научно-производственной конференции. - Майский, 2025. - С. 138-139.

8. Модернизация малогабаритного универсального измельчителя кормов / М.Б. Балданов, С.Н. Шуханов, А.Р. Сухаева, Н.С. Хитерхеева // Наука в центральной России. - 2026. - № 2 (80). - С. 22-30.

9. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства / Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 2(33). – С. 38-40.

УДК 631. 363

*Бидогаев В.В., аспирант,
Косарева А.В., канд. техн. наук, доцент,
Аносова А.И., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО ИрГАУ, г. Иркутск, РФ*

К ВОПРОСУ О ГРАНУЛЯТОРАХ КОРМОВ

Одним из аспектов механизации аграрного производства является совершенствование технологий и технических средств обработки и переработки продуктов растениеводства как ключевое направление эффективного развития сельскохозяйственного производства. Решению актуальных проблем в этой сфере научного поиска посвящено немало работ [1,2]. Не менее важное значение придается подготовке кормов для сельскохозяйственных животных и птицы [3-13].

Высокая степень пищевой ценности гранулированных кормов, в том числе хорошая поедаемость, а также легкая усвояемость, позволяет достичь отличных результатов при кормлении как животных, так и птицы. Кроме того, значительно повышается перечень видов кормов, используемых для поедания, путем подмешивания в состав гранул менее поедаемых продуктов. Гранулятор кормов – это устройство для осуществления прессования кормовой массы. Качественными показателями этих технических средств являются, прежде всего, необходимая плотность гранул и сохранение питательной ценности кормов.

Основной элемент устройства – это матрица гранулятора. Она изготовлена из стали и оснащена большим количеством отверстий, через которые в процессе работы под давлением проходит питательная масса.

Грануляторы сельскохозяйственного назначения структурируются в корреляции с типом матрицы на две группы: **с плоской матрицей** и **кольцевой матрицей**. Основу первой являет собой плоская матрица дискообразной формы, которая образует дно цилиндрической пресс-камеры. Основу второй представляет матрица кольцо с быстрым вращением. В них кормовая смесь

пропускается под давлением через отверстия, зажатая в клин в промежутке вращающейся матрицы, а также пресс-вальцом.

Перечень основных составляющих частей гранулятор кормов с плоской матрицей: емкость для приема сырья; матрица дисковая; пресс-валыцы; подрезной нож; электродвигатель; патрубок для выгрузки продукта.

Процесс функционирования следующий: корма подаются сверху в приемную емкость и равными частями попадают вниз в камеру для прессования. При этом кормосмесь должна пройти предварительную подготовку. Матрица дисковая представляет собой дно пресс-камеры, в центре которой смонтирована ось, оснащенная пресс-валыцами. Число последних может быть от 2 до 4 в корреляции с моделью. Поверхность валыцов рифленая, которая полностью покрывает отверстия матрицы под ними.

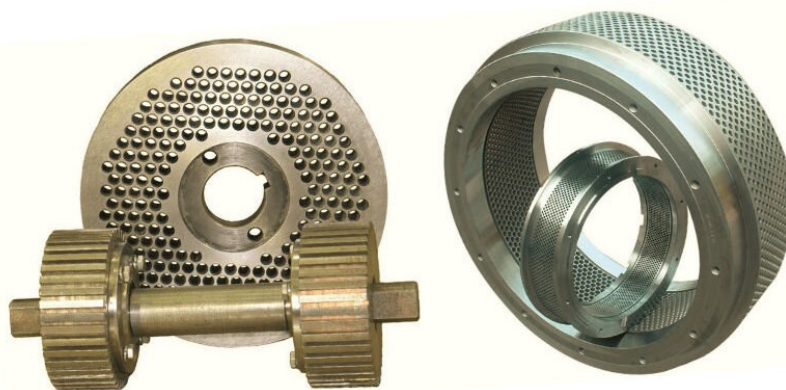


Рисунок 1 – Матрицы грануляторов кормов [фото из открытых источников]

Эти технические средства имеют две модификации: в одной вокруг оси вращаются валыцы, во второй сама матрица. В первой модификации ролики прокатываются по всей окружности, осуществляя продавливание сырья сквозь каждого отверстия. Во второй - в камере неподвижно смонтированы 2 прокатывающихся ролика, а подачу сырья под них, в том числе свободные отверстия выполняет сама матрица. Гранулы выдавливаются со внешней стороны, с последующим срезанием ножом через равные временные промежутки.

Грануляторы, оборудованные круглой матрицей имеют значительно большую производительность, а также высокое качество прессования. Основными составляющими частями являются: дозатор шнековый; смеситель, оснащенный функцией подачи пара; пресс-камера.

Материал из приемной емкости направляется в дозатор шнековый, который перемещает массу непосредственно к смесителю. В смесителе сырье подвергается обработке паром, с последующим смешиванием посредством лопастной мешалки. В дальнейшем лопасти перемещают пропаренную массу к следующей позиции: камере для прессования.

В этом устройстве пресс-камеры с высокой скоростью вращается кольцевая матрица, в которой смонтированы пресс-валыцы. Сырье поступает в клинообразный промежуток между прокатывающимися валыцами, а также

поверхностью матрицы. При этом генерируется высокое давление, и сырье прокатывается вальцом сквозь отверстия. Гранулы подвергаются срезанию при взаимодействии со статичным ножом, смонтированным снаружи матрицы. На выходе значение их температуры достигает почти 80 С. По этой причине необходимо их охлаждение. Продукт оперативно поступает на конвейер либо в ковши нории, которые транспортируют их в охлаждающую колонну.



Рисунок 2 – Общий вид гранулятора с круглой матрицей
[фото из открытых источников]

Гранулированные корма, кроме того, отличаются большей технологичностью при осуществлении механизации производственных процессов. Например, их гораздо легче транспортировать, интегрировать в технологические линии по кормлению животных и птицы.

Библиографический список

1. Сухаева, А.Р. Процесс охлаждения органических материалов в образуемых скоплениях / А.Р. Сухаева, С.Н. Шуханов, В.Д. Коваливнич // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - № 3 (83). - С. 172-174.
2. Совершенствование дискового овсюжного триера / С.Н. Шуханов, О.Н. Хороших, В.Д. Коваливнич, Г.И. Хараев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2 (100). - С. 88-93.
3. Шуханов, С.Н. Обзор современных конструкций измельчителей корнеклубнеплодов как основа для создания более совершенных машин / С.Н.

Шуханов, В.Д. Коваливнич, А.С. Доржиев // Аграрная наука. - 2016. - № 1. - С. 31-32.

4. Шуханов, С.Н. Анализ факторов, влияющих на качество работы аппарата для измельчения корнеклубнеплодов методом активного эксперимента / С.Н. Шуханов, А.С. Доржиев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 2 (58). - С. 356-363.

5. Шуханов, С.Н. Анализ производительности измельчителя корнеклубнеплодов методом регрессивного моделирования / С.Н. Шуханов, А.С. Доржиев, А.В. Косарева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - № 1 (81). - С. 90-93.

6. Технические средства и технологии механизации подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию / О.Н. Свинцова, Д.Н. Голубев, С.Н. Шуханов, А.Р. Сухаева // Вестник АГАТУ. - 2023. - № 3 (11). - С. 40-44.

7. Доржиев, А.С. Измельчение как один из способов подготовки кормов для животных и птицы / А.С. Доржиев, Д.Н. Голубев // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК : Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Энергетического факультета Иркутского ГАУ. - п. Молодежный, 2024. - С. 43-44.

8. Некоторые вопросы функционирования машин и технологий мойки корнеклубнеплодов / В.В. Бидогаев, С.Н. Шуханов, Д.Н. Голубев, А.С. Доржиев // Агротехника и энергообеспечение. - 2025. - № 3 (48). - С. 82-89.

9. Бидогаев, В.В. Анализ современных методов мойки корнеклубнеплодов / В.В. Бидогаев, С.Н. Шуханов // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне. Иркутск, 2025. - С. 313-317.

10. Бидогаев, В.В. К вопросу о структуризации машин для обработки корнеклубнеплодов / В.В. Бидогаев, С.Н. Шуханов, Д.Н. Голубев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXIX Международной научно-производственной конференции. - Майский, 2025. - С. 11-12.

11. Балданов, М.Б. Модернизация универсального измельчителя кормов / М.Б. Балданов, С.Н. Шуханов, Т.В. Бодякина // Вестник НГИЭИ. - 2025. - № 12 (175). - С. 7-16.

12. Модернизация малогабаритного универсального измельчителя кормов / М.Б. Балданов, С.Н. Шуханов, А.Р. Сухаева, Н.С. Хитерхеева // Наука в Центральной России. - 2026. - № 2 (80). - С. 22-30.

13. Владимирский, П. В. Нетрадиционные корма и кормовые добавки в рационах жвачных животных / П. В. Владимирский, В. В. Кулаков // Научно-технические приоритеты развития АПК России : Материалы 77-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 апреля 2026 года. Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2026. – С. 112-118.

*Агейкин А.В.,
Чесноков Р.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Тимошин Ю.Н.*

*ФГБОУ ВО «Коломенский институт (филиал)
Московского политехнического университета», г. Коломна, РФ*

**РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ МЕТОДИКИ
ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
НА ПРИМЕРЕ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДФ-120 «ДНЕПР»**

Статья посвящена анализу научных исследований по усовершенствованию методики оптимизации широкозахватной дождевальной машины ДФ-120 «Днепр». Научными исследованиями доказано и практикой земледелия подтверждено, что оптимизация водного и питательного режимов почвы, и самих растений, в сочетании с другими агротехническими приёмами способствует получению высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, даже в аномально жаркие и безводные периоды времени выращивания различных сельскохозяйственных культур. Запланированный и своевременно произведенный механизированный полив [1].

Продуктивность орошаемого гектара в целом по Российской Федерации (РФ) к началу 90-х годов прошлого века была доведена до 4,1...4,6 тыс. кормовых единиц. Во влажные годы она получалась на орошаемых землях в 1,5...3,5 раза выше, по сравнению с неорошаемыми (богарными), а в засушливые - в 3,5...5,1 и более раз. Механизированное орошение способствовало не только существенному увеличению урожайности, но и повышению качества товарной продукции сельхозпроизводителей в России, а также в других индустриально развитых странах мира [1,2].

Такая эффективность орошения обеспечивается при условии комплексного проведения оросительных и других видов мелиорации (химической, технической, организационной, агролесомелиорации и др.), которые способствуют наиболее полной реализации потенциала продуктивности орошаемых земель при сохранении плодородия почв без проявления деградационных процессов [1,2].

Проблема бесперебойного обеспечения населения страны достаточным количеством продовольствия была и остается одной из важнейших и никогда не утратит актуальности.

Повышение уровня использования природных ресурсов, в том числе и водных, научных достижений в технологиях, осуществленное за период с начала 2000-х и до начала 2020-х гг., позволило увеличить производство основных видов продовольствия в несколько раз.

По наличию земельных и водных ресурсов Россия относится к числу крупнейших мировых государств. Несмотря на то, что в РФ на одного жителя приходится около 0,86 га, а в мире, по разным странам, в среднем 0,23 га, урожайность зерновых культур во многих регионах России в 1,9-2,1 раза ниже среднемирового уровня. Однако имеются существенное продвижение по увеличению объема вышеуказанной товарной продукции, в том числе и за счет рационального и грамотного механизированного орошения [1].

Современное состояние орошаемых земель в стране требует выполнения огромных работ по модернизации оросительных систем. После 1990 г. из-за резкого снижения финансирования уменьшились объёмы работ по текущему и капитальному ремонту оросительной сети, сооружений, насосных станций, энергетического оборудования. В результате этого за 15 лет (1990-2004 гг.) площадь земель, обслуживаемых оросительными системами, требующими капитального ремонта для повышения технического уровня, увеличилась на 29,6 %.

Проблема износа и засоренности оросительных сетей усугубляется за счёт низкой эффективности работы насосных станций. Анализ опыта эксплуатации насосных станций указывает на низкие показатели их работы из-за засорённости и соответственно уменьшения живого сечения трубопроводов и уменьшения расхода, интенсивного кавитационного износа корпусов и лопастей насосов, в большей степени вследствие коррозионных отложений в стальных трубах, устройствах и запорной арматуре, а также абразивным износом сопел дождеобразующих устройств – дождевальных аппаратов.

Дождевальная фронтальная с механизированным перемещением ДФ – 120 «Днепр» стала одной из первых отечественных электрифицированных моделей перспективной дождевальной техники. Дождевальная машина была разработана в начале 70-х годов XX века еще в Советском Союзе, а в начале 90-х годов XX века прошла модернизацию. К середине 2010-х годов хорошо себя зарекомендовала современной оросительной техникой и технологией орошения в различных регионах нашей страны, особенно южных. Во многих хозяйствах РФ она успешно эксплуатируется и по сей день, в том числе в странах СНГ. Но в некоторых вышеупомянутых хозяйствах эксплуатируются укороченные по длине дождевальные машины, которые позволяют удовлетворительно орошать небольшие по площади участки, имеющиеся у сельхозпроизводителей, в том числе и на землях крестьянско-фермерских хозяйств.

Для решения вышеперечисленных вопросов необходимо создавать усовершенствованные методики оптимизации схем оросительных систем на примере дождевальной машины ДФ – 120 «Днепр».

В настоящее время необходимо создавать усовершенствованные методики для оптимизации схем оросительных систем для различной дождевальной техники, при помощи которых будет экономия оросительной воды, уменьшится холостой пробег при осуществлении технологического полива с минимальными трудо- и энергозатратами, а также устранения негативных процессов, которые были ранее.

Проведя литературный обзор и патентный поиск за последние 20 лет, а также проанализировав существующие технические решения для разработки усовершенствованных методик оптимизации оросительных систем при применении различной фронтальной дождевальной техники на примере дождевальной машины ДФ-120 «Днепр», производящей полив позиционно, мы предлагаем усовершенствованную (рациональную) методику оптимизации схем оросительных систем для конкретной дождевальной машины ДФ-120 «Днепр» с определенными параметрами: конфигурацией и почвенно-рельефными условиями. Данную дождевальную машину использовали и используют на действующих и вновь построенных закрытых оросительных системах в условиях многоукладности сельского хозяйства РФ и в странах СНГ, с забором воды из скважин и прудов, искусственных прудов и подземных накопителей, рек и ручьев, озер и каналов, а также дальнейшей транспортировкой оросительной воды к дождевальным машинам.

На рисунке 2 а, б, в представлены усовершенствованные (рациональные) технологические схемы организации полива ДФ-120 «Днепр» на действующих оросительных системах при подключении от полевого трубопровода двух дождевальных машин.

Продолжительность работы дождевальной машины на позиции в различных хозяйствах, в том числе на крестьянско-фермерских участках должна быть определена из условия:

$$t_{sd} = \frac{m_{adm} \cdot A \cdot \beta_E}{10 \cdot 60 \cdot Q_{sd}} \text{ (МИН)}$$

m_{adm} – достокочная поливная норма ($m_{adm} < m_{nb}$), м³/раз

A – площадь одновременного захвата дождем на позиции м², $A = BL_r$

β_E – коэффициент, учитывающий потери воды на испарение;

Q_{sd} – расход машины л/с;

B – ширина захвата дождем;

L_r – расстояние между гидрантами, м;

Если расчетная поливная норма m_{nb} меньше или равна достокочной поливной норме

($m_{nt} < m_{adm}$), то полив проводится расчетной поливной нормой m_{nt} ;

при расчете производительности работы на позиции необходимо подставить значение m_{nt} вместо m_{adm} .

При эксплуатации дождевальных машин по варианту 1 используются специализированные технологические схемы, приведенные на рис. 2

При эксплуатации дождевальных машин по варианту 2 с подключением от оросительного трубопровода одной машины разработаны усовершенствованные (рациональные) технологические схемы, приведенные на рис. 2.

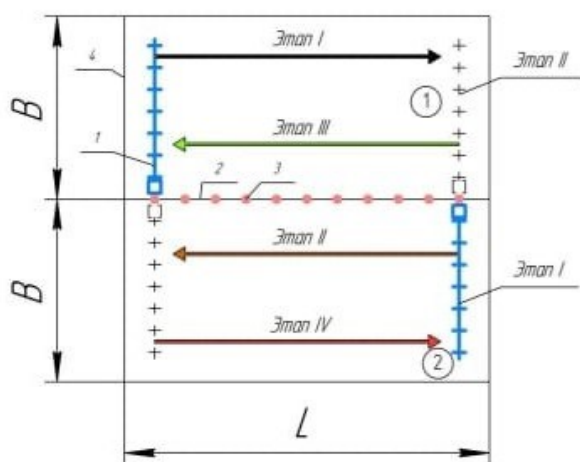
Условия применения вышеуказанных технологических схем приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика применимости рациональных технологических схем при работе дождевальных машин ДФ - 120 «Днепр» по варианту 2 (с подключением одной машины от оросительного полевого трубопровода)

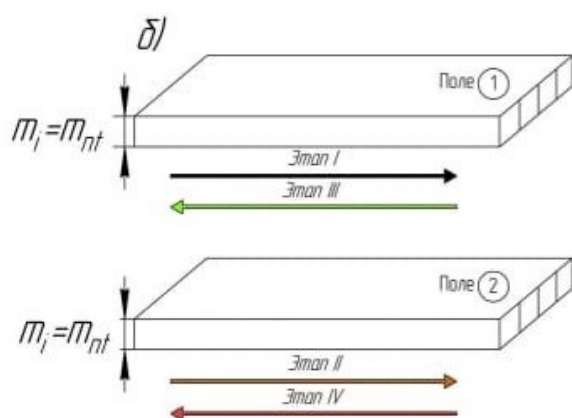
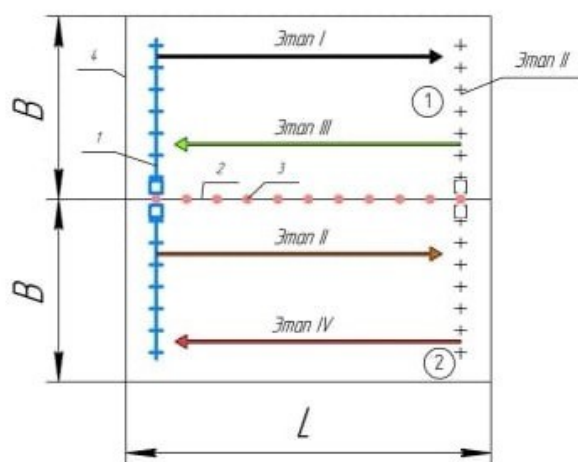
Схема1Схема2Схема3			Схема4Схема5Схемаб		
1	2	3	4	5	6
Применяется на легких почвах при расчетной поливной норме меньше или равной досточковой норме			Применяется на почвах со слабой и средней водопроницаемостью при расчетной поливной норме больше досточковой норме		
Полная поливная норма выдается за один проход машины			Полная поливная норма выдается за два прохода машины:		
			Равным и частями	С двухступенчатых изменение величины выдаваемой нормы по длине поля	С многоступенчатым изменением величины выдаваемой нормы по длине поля
Полив осуществляется:					
При прямом и обратном ходе машины со стоянкой в конце поля	Только в прямом движении и машины, обратный без полива	На первой половине поля в прямом движении машины, а на второй половине – при обратном ходе	При прямом и обратном ходе машины		
Возврат машины производится:					
По сухому полю	По мокрому полю	По сухому полю	По мокрому полю	По увлажненному полю	
Возможно применение на крестьянско-фермерских участках	_____	_____	Возможно применение на крестьянско-фермерских и других участках		
Полив чистой водой и с внесением животноводческих стоков и удобрений	Полив чистой водой	Полив чистой водой и с внесением подготовленных животноводческих стоков	Полив чистой водой и с внесением подготовленных животноводческих стоков и удобрений		

Схема 1: $m_{nt} \leq m_{adh}$, $m_i = m_{nt}$

а/ Вариант 1



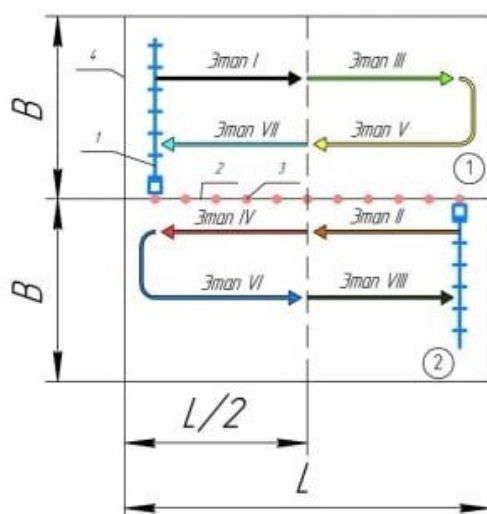
Вариант 2



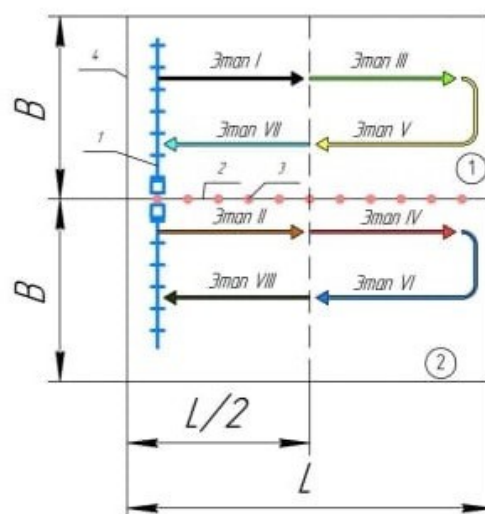
Положе- ние машин	Работа машин на этапах:			
	I	II	III	IV
Поле ①	Полуб	Стоянка	Полуб	Стоянка
Поле ②	Стоянка	Полуб	Стоянка	Полуб

Схема 2: $m_{nt} \leq m_{adh}$, $m_{nt} = m_{adh}$

а/ Вариант 1

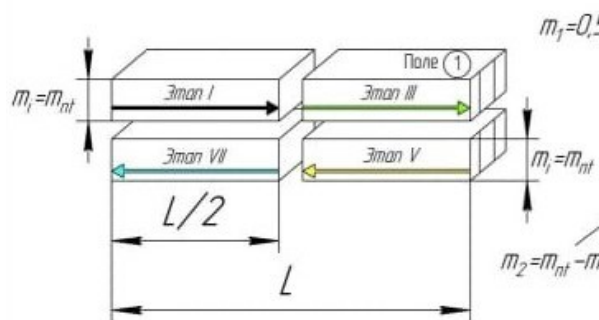


Вариант 2



(a)

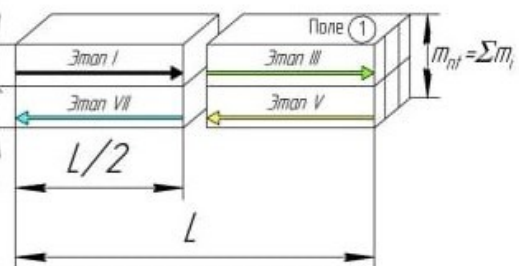
δ) при $m_{nt} \leq m_{adh}$, $m_i = m_{nt}$



при $m_{nt} > m_{adh}$, $m_i \leq m_{adh}$

$$m_{nt} = \sum m_i$$

$$m_1 = 0,5 m_{nt} < m_{adh}$$

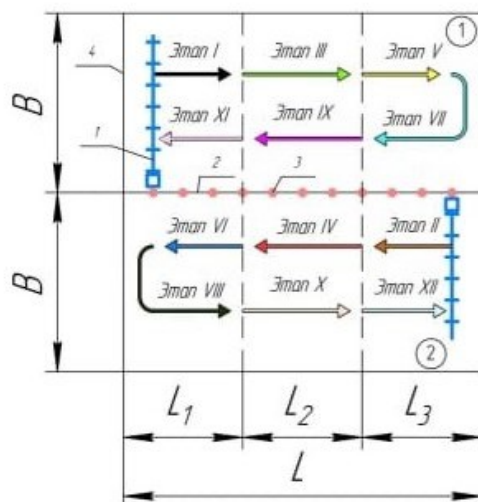


в)

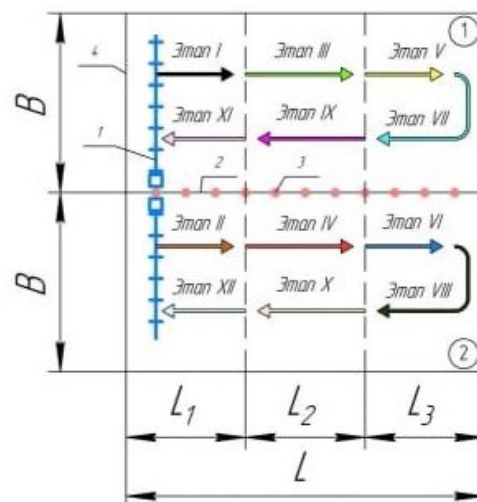
Положе- ние машин	Работа машин на этапах:							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Полоса ①	Полуб	Стоянка	Полуб	Стоянка	Полуб	Стоянка	Полуб	Стоянка
Полоса ②	Стоянка	Полуб	Стоянка	Полуб	Стоянка	Полуб	Стоянка	Полуб

Схема 3: $m_{nt} \leq m_{adh}$ и $m_{nt} > m_{adh}$

а) Вариант 1



Вариант 2



(6)

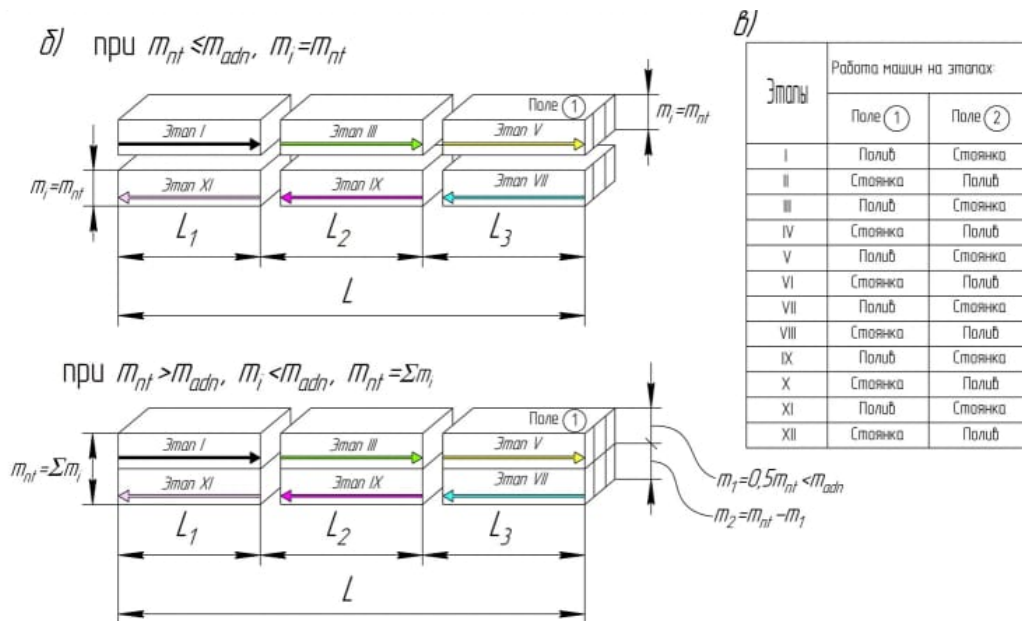
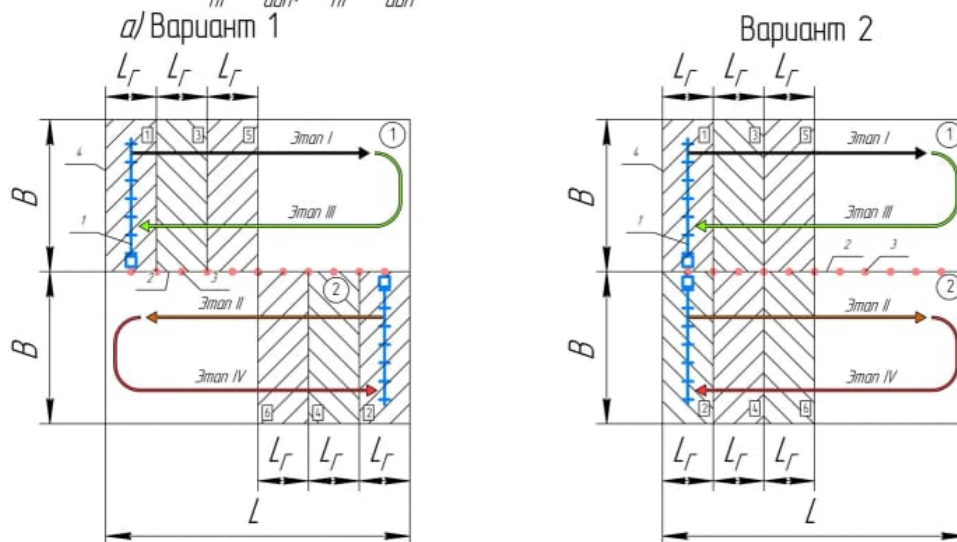


Схема 4: $m_{nt} \leq m_{adh}$, $m_{nt} > m_{adh}$



(В)

Рациональные технологические схемы организации полива ДФ-120 "Днепр" на действующих оросительных системах при запитке от полевого оросительного трубопровода двух машин:
 1-дождевальная машина; 2-оросительный полевой трубопровод; 3-гидрант; 4-граница поля; L-длина поля; B-ширина поля; $\Rightarrow$ -рабочий ход (с поливом); $\longrightarrow$ -холостой ход (без полива); а-схема организации движения машин по полю; б-схема выдачи поливной нормы; в-организация работы машин по полю; ①, ②-номер поля; □-очередность подключения гидрантов.

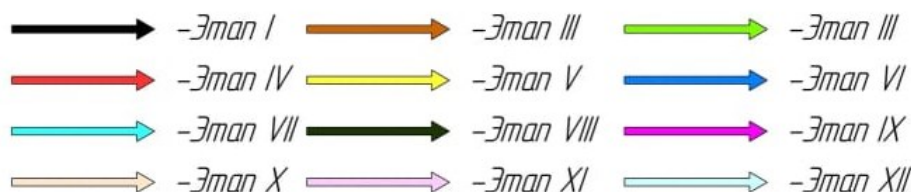


Рис. 2 – Усовершенствованные (рациональные) технологические схемы

Вышеперечисленные: усовершенствованная методика и технологические схемы, представленные на рис. 2, а так же их параметры могут быть использованным и выбираются на основе рекомендаций, выработанных для практического (фактического) использования сельскохозяйственными предприятиями, имеющие закрытые оросительные сети (с необходимым напором и расходом), дождевальными машинами, и площади с вышеуказанным рельефом орошаемых массивов и участков – крестьянско-фермерских хозяйств, в том числе раздробленных.

Основные размеры крыла с дождеобразующими устройствами – дождевальными аппаратами – определяются исходя из условий наивысшего коэффициента полезного действия и достаточной прочности конструкции, фактической площади, формы и количество поливов, а также от типа дождевальных аппаратов, скорости вращения аппаратов, (устанавливаемые на стоках конструкции трубопроводов), конфигурации и линейных размеров сопел стволов аппаратов.

В процессе дальнейшей модернизации имеются возможности установки современных регуляторов расходно-напорных характеристик перед дождеобразующими устройствами – дождевальными аппаратами [2-8] – для осуществления более качественного технологического процесса орошения, что поможет экономить оросительную воду и, соответственно, значительно уменьшить ирригационную эрозию орошаемых участков.

Библиографический список

1. Агейкин, А.В. Регулятор давления для шланговых дождевальных машин / А.В. Агейкин, А.И. Рязанцев, Н.Я. Кириленко / Сельский механизатор. - 2010. - № 1. - С. 6.
2. Полосовой полив дождевальным агрегатом в сложных условиях / А.В. Агейкин, А.И. Рязанцев, Н.П. Егорова, Н.Я. Кириленко // Вестник Саратовского государственного аграрного университета. — 2012. — № 11. — С. 60-62.
3. Агейкин, А. В. Совершенствование технологического процесса и шлангового дождевателя для полива многолетних трав рулонных газонов на сложном рельефе : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Агейкин Алексей Викторович. – Рязань, 2013. – 166 с.
4. Патент № 2381647 С1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09. Дождевальная установка : № 2008140080/12 : заявл. 10.10.2008 : опубл. 20.02.2010 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, А. В. Агейкин.
5. Патент на полезную модель № 74757 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09. Дождевальная установка : № 2008113302/22 : заявл. 09.04.2008 : опубл. 20.07.2008 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, А. В. Агейкин.

6. Патент на полезную модель № 76545 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/00. Дождевальная установка : № 2008113303/22 : заявл. 09.04.2008 : опубл. 27.09.2008 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, А. В. Агейкин.

7. Патент 86765 Российской Федерации, МПК А01G25/09/Регулятор давления / Агейкин А.В., Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я.; заявители и патентообладатели: Агейкин А.В., Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я.

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.

УДК 621.1

*Мерзляков К.М., студент 2 курса,
Попкова О.С., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, РФ*

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВА ЭНЕРГОУСТАНОВОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Рассматриваются теоретические основы эксергетического анализа как метода оценки термодинамического совершенства энергоустановок. Показано, что в отличие от энергетического подхода, основанного на первом законе термодинамики, эксергетический анализ позволяет учитывать не только количество энергии, но и её качественную работоспособность. Приведена базовая форма эксергетического баланса и рассмотрены основные направления практического применения метода при исследовании теплотехнических систем, в том числе дизельных двигателей сельскохозяйственной техники.

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов является одной из ключевых задач современной теплоэнергетики и агроинженерной науки. Традиционные методы расчёта, основанные на энергетическом балансе, позволяют определить количественные параметры преобразования теплоты и работы, однако не дают полного представления о степени термодинамического совершенства установки. Для этой цели применяется эксергетический анализ, основанный на положениях второго закона термодинамики [1, 4].

Эксергетический подход позволяет выявить причины потерь работоспособности энергии, определить наиболее неблагоприятные элементы теплотехнической схемы и обосновать технические решения по повышению эффективности оборудования [2, 6]. В сельскохозяйственной технике, где тракторы и комбайны оснащаются дизельными двигателями, работающими в широком диапазоне нагрузок, эксергетический анализ особенно востребован для оценки реальных потерь работоспособности в узлах энергоустановки [5].

Эксергия представляет собой максимальную полезную работу, которую может совершить система при обратимом переходе в состояние термодинамического равновесия с окружающей средой. В отличие от энергии, эксергия в реальных процессах не сохраняется, поскольку часть её необратимо разрушается вследствие трения, теплообмена при конечной разности температур, дросселирования, смешения потоков и других необратимостей [2, 4].

Для открытой системы эксергетический баланс может быть представлен в виде:

$$E_{ВХ} = E_{ПОЛ} + E_{ПОТ} + E_{Д},$$

где $E_{ВХ}$ – подведённая эксергия, $E_{ПОЛ}$ – полезно использованная эксергия, $E_{ПОТ}$ – внешние потери эксергии, $E_{Д}$ – разрушение эксергии внутри системы [4, 7].

Разрушение эксергии связано с производством энтропии и может быть определено выражением:

$$E_{Д} = T_0 \cdot S_{gen},$$

где T_0 – температура окружающей среды, S_{gen} – количество произведённой энтропии [4, 7].

На практике часто используют эксергетический коэффициент полезного действия:

$$\eta_{ex} = \frac{E_{ПОЛ}}{E_{ВХ}},$$

+Данный показатель более информативен, чем обычный энергетический КПД, поскольку отражает не только факт преобразования энергии, но и степень её термодинамической полезности [1, 3].

Эксергетический анализ получил широкое распространение при исследовании паротурбинных, газотурбинных, парогазовых, холодильных и когенерационных установок. Его применение позволяет количественно определить, в каком именно элементе схемы возникают наибольшие необратимые потери [5, 6]. Применительно к дизельным двигателям сельскохозяйственной техники эксергетический баланс позволяет выявить доли разрушения эксергии в системе выпуска отработавших газов, охлаждения, турбонаддува и в цилиндрах поршневой группы [3, 5].

Так, в паросиловых установках наибольшая доля разрушения эксергии, как правило, приходится на котёл и конденсатор. В котле потери связаны с горением топлива и передачей теплоты при конечной разности температур, а в конденсаторе – с отводом теплоты низкого потенциала в окружающую среду [2, 6]. В холодильных установках существенные потери наблюдаются в дроссельном устройстве и компрессоре, где имеют место значительные необратимости, обусловленные падением давления и внутренним трением [5].

Эксергетический метод особенно полезен при сравнении альтернативных технических решений. Например, два варианта установки могут иметь близкие значения энергетического КПД, однако их эксергетическая эффективность может существенно различаться. Это делает эксергетический анализ важным

инструментом при проектировании, модернизации и оптимизации энергооборудования [1, 3]. Для сельскохозяйственных тракторов и комбайнов это означает возможность обоснованного выбора конструктивных параметров системы выпуска, теплообменника-утилизатора и контура турбонаддува [6].

Отдельное значение метод имеет при анализе систем комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. В таких системах эксергетический подход позволяет более корректно оценивать распределение полезного эффекта между видами продукции и выявлять резервы повышения суммарной эффективности [5].

Эксергетический анализ дополняет традиционный энергетический подход и устраняет его главный недостаток – отсутствие учёта качества энергии. Если по первому закону термодинамики энергия не исчезает, то по второму закону её способность совершать полезную работу уменьшается. Именно это снижение и фиксируется с помощью эксергии [4].

Применение эксергетического анализа позволяет инженеру не только установить наличие потерь, но и понять их физическую природу. Это создаёт основу для целенаправленного совершенствования схемы установки: уменьшения температурных напоров в теплообменниках, снижения гидравлических сопротивлений, оптимизации параметров рабочего тела, утилизации вторичных энергетических ресурсов [2, 6]. В конструкции дизельного двигателя сельскохозяйственной техники эксергетический подход помогает обосновать применение рекуперации тепла выпускных газов для подогрева топлива или наддувочного воздуха, что снижает удельный расход топлива [6].

Следует отметить, что методика эксергетического расчёта тесно связана с основами технической термодинамики и теплотехники, изложенными в современных учебных курсах [3]. Кроме того, общие принципы построения энергетических балансов и нормирования расчётов в промышленности закреплены в нормативной документации [7].

Эксергетический анализ является эффективным инструментом исследования теплотехнических и энергетических систем, в том числе энергоустановок мобильной сельскохозяйственной техники. Его использование позволяет более полно оценивать термодинамическое совершенство дизельных двигателей, выявлять основные источники необратимых потерь (выпускная система, охлаждение, дросселирование) и обосновывать пути повышения топливной экономичности. В отличие от традиционного энергетического подхода, эксергетический метод учитывает качественную сторону превращения энергии и поэтому имеет высокую практическую значимость при проектировании и модернизации тракторов, комбайнов и других мобильных энергосредств [1–7].

Библиографический список

1. Александров, А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебное пособие для вузов / А. А. Александров. – М. : Издательство МЭИ, 2016. – 156 с.
2. Бродянский, В. М. Эксергетический метод и его приложения / В. М. Бродянский, В. Фратшер, К. Михалек. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
3. Кудинов, И. В. Теоретические основы теплотехники : учебник / И. В. Кудинов, В. А. Кудинов. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 300 с.
4. Шаргут, Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела ; пер. с польск. под ред. В. М. Бродянского. – М. : Энергия, 1968. – 424 с
5. Егоченков, А. В. Эксергетическая эффективность современных парогазовых установок / А. В. Егоченков // Промышленная энергетика. – 2021. – № 4. – С. 12–18.
6. Степанов, В. С. Анализ энергетической эффективности техногенных систем / В. С. Степанов, Т. Б. Степанова. – Новосибирск : Наука, 1994. – 181 с.
7. ГОСТ Р 51749-2001. Энергосбережение. Энергетический баланс промышленного предприятия. Методы построения. – М.: Госстандарт России, 2001.
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.
9. 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.

СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 621, 629 (575.1)

*Искаков Д.А., студент,
Назаров Р.Р., канд. филос. наук, доцент
Ташкентский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова,
г. Ташкент, Узбекистан*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ: ОПЫТ УЗБЕКИСТАНА

Введение. Агропромышленный комплекс (АПК) является одной из ключевых отраслей экономики Узбекистана, обеспечивая продовольственную безопасность страны и внося значительный вклад в экспортный потенциал. Эффективность и производительность АПК напрямую зависят от уровня механизации, а именно от грамотного использования транспортной и сельскохозяйственной техники. В последние годы Узбекистан активно инвестирует в модернизацию своего аграрного сектора, стремясь повысить урожайность, снизить трудозатраты и улучшить качество продукции. Данная статья посвящена анализу текущего состояния, проблем и перспектив использования транспортной и сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе Узбекистана, опираясь на имеющийся опыт и тенденции развития.

Современное состояние парка техники и его роль в АПК Узбекистана. Аграрный сектор Узбекистана, традиционно ориентированный на выращивание хлопка и зерновых, сегодня переживает период трансформации. Диверсификация культур, внедрение интенсивных технологий и стремление к повышению конкурентоспособности на мировом рынке ставят новые задачи перед машиностроением и эксплуатацией техники [3, с. 66].

Парк техники: количественные и качественные аспекты

На сегодняшний день парк сельскохозяйственной техники в Узбекистане представлен как отечественными образцами, так и импортными машинами. Основу составляют тракторы различных классов, комбайны (зерноуборочные, хлопкоуборочные), посевные агрегаты, почвообрабатывающая техника, а также специализированные машины для орошения и внесения удобрений. Важную роль играет и транспортная техника – грузовые автомобили, прицепы и полуприцепы, обеспечивающие логистику от поля до перерабатывающих предприятий и рынков [22, с. 375].

Роль техники в повышении производительности.

Механизация трудоемких процессов. Тракторы и комбайны позволяют выполнять такие операции, как вспашка, посев, уборка урожая, в разы быстрее и с меньшими физическими затратами по сравнению с ручным трудом. Это

особенно актуально для таких культур, как хлопок, где ручной сбор становится все менее рентабельным.

Повышение качества обработки почвы. Современные почвообрабатывающие агрегаты обеспечивают более точное и равномерное рыхление, боронование и культивацию, что создает оптимальные условия для роста растений и снижает потери влаги.

Своевременность выполнения полевых работ. Техника позволяет проводить посевные и уборочные кампании в сжатые агротехнические сроки, что критически важно для получения высокого урожая и минимизации потерь от неблагоприятных погодных условий.

Эффективное использование ресурсов. Современные машины, оснащенные системами навигации и контроля, позволяют более точно дозировать удобрения и средства защиты растений, оптимизировать расход топлива, снижая тем самым себестоимость продукции [11, с. 574].

Развитие логистики. Транспортная техника обеспечивает оперативную доставку семян, удобрений, средств защиты растений на поля, а также своевременный вывоз собранного урожая, минимизируя его потери при транспортировке.

Вызовы и тенденции. Несмотря на определенный прогресс, парк техники в Узбекистане все еще нуждается в модернизации. Значительная часть машин устарела морально и физически, что приводит к частым поломкам, снижению эффективности и увеличению эксплуатационных расходов. Наблюдается тенденция к увеличению доли импортной техники, особенно в сегменте высокопроизводительных и специализированных машин. Параллельно развивается и отечественное машиностроение, стремящееся соответствовать мировым стандартам [7, с. 253-254].

Основные виды техники и их применение в ключевых отраслях АПК Узбекистана

Узбекистан имеет ярко выраженную специализацию в сельском хозяйстве, и использование техники в значительной степени определяется потребностями выращивания основных культур. Рассмотрим, какие виды техники наиболее востребованы и как они применяются.

Тракторы: универсальные работники полей. Тракторы являются основой механизации в любом аграрном секторе, и Узбекистан не исключение. *Классы тракторов.* В зависимости от тягового класса, тракторы используются для выполнения широкого спектра работ: от легких культиваторов и бороны до тяжелых плугов и посевных комплексов. В Узбекистане широко представлены тракторы отечественного производства (например, МТЗ, производимые по лицензии или в кооперации) и импортные модели (John Deere, Claas, New Holland и др.) [5, с. 38].

Применение тракторов. Обработка почвы. Вспашка, культивация, боронование, дискование – все эти операции выполняются тракторами с соответствующими навесными или прицепными орудиями. *Посев.* С помощью сеялок, агрегатируемых с тракторами, осуществляется посев зерновых,

овощных культур, а также хлопчатника. *Уход за посевами.* Междурядная обработка, внесение удобрений и средств защиты растений (опрыскиватели) также требуют использования тракторов. *Транспортировка.* Тракторы с прицепами используются для перевозки грузов по территории хозяйства.

Комбайны: сердце уборочной кампании

Уборочная техника играет решающую роль в своевременном и эффективном сборе урожая. *Зерноуборочные комбайны.* Незаменимы для уборки пшеницы, ячменя и других зерновых культур. Современные комбайны оснащены системами автоматической регулировки, что позволяет оптимизировать процесс уборки в зависимости от состояния культуры и влажности зерна [14, с. 47]. *Хлопкоуборочные комбайны.* Исторически Узбекистан является крупным производителем хлопка, и хлопкоуборочные комбайны занимают особое место в парке техники. Они значительно сокращают потребность в ручном труде, повышая производительность и снижая потери. Однако, несмотря на прогресс, качество уборки хлопчатника комбайнами все еще может уступать ручному сбору по некоторым показателям, что стимулирует развитие как самих комбайнов, так и технологий их применения [15, с. 272]. *Другие уборочные машины.* Для уборки картофеля, овощей, фруктов и других культур используются специализированные комбайны и агрегаты, хотя их доля в общем парке техники может быть меньше [17].

Специализированная техника для орошения и мелиорации

Учитывая климатические особенности Узбекистана и зависимость сельского хозяйства от орошения, техника для управления водными ресурсами имеет первостепенное значение. *Насосные станции и ирригационные системы.* Обеспечивают подачу воды на поля. *Дождевальные машины (круговые, фронтальные).* Позволяют более равномерно распределять воду по площади, имитируя естественные осадки [13, с. 36-37]. *Техника для очистки ирригационных каналов.* Экскаваторы, бульдозеры, грейдеры используются для поддержания работоспособности оросительной инфраструктуры.

Транспортная техника как кровеносная система АПК

Без эффективной транспортной логистики невозможно представить функционирование современного АПК. *Грузовые автомобили.* От легких пикапов до мощных самосвалов – они используются для перевозки семян, удобрений, средств защиты растений, а также для вывоза урожая с полей на склады, перерабатывающие предприятия и рынки. *Прицепы и полуприцепы.* Расширяют грузоподъемность тракторов и грузовых автомобилей, позволяя перевозить большие объемы грузов. *Специализированный транспорт.* Например, автоцистерны для перевозки воды или жидких удобрений, рефрижераторы для скоропортящейся продукции [1, с. 49-50].

Ключевые отрасли и их потребности

Зерноводство. Требуется мощных тракторов для обработки почвы и посева, современных зерноуборочных комбайнов, а также грузового транспорта для вывоза зерна. *Хлопководство.* Основной упор делается на хлопкоуборочные

комбайны, тракторы для предпосевной обработки и ухода за посевами, а также транспорт для вывоза хлопка-сырца. *Овощеводство и садоводство*. Нуждаются в более маневренной и специализированной технике, такой как мини-тракторы, овощеуборочные комбайны, опрыскиватели, а также в транспорте для быстрой доставки свежей продукции. В целом, парк техники в Узбекистане стремится к универсальности и многофункциональности, но при этом сохраняется потребность в специализированных машинах для конкретных культур и условий [16, с. 59].

Государственная политика и программы поддержки в сфере механизации АПК

Правительство Узбекистана осознает критическую важность модернизации аграрного сектора и активно реализует политику, направленную на повышение уровня механизации и эффективности использования транспортной и сельскохозяйственной техники. Эта политика включает в себя ряд мер, направленных на стимулирование приобретения новой техники, развитие отечественного производства и повышение доступности сервисных услуг [22, 375].

Финансовые инструменты поддержки. Льготное кредитование. Одним из ключевых направлений является предоставление льготных кредитов фермерским хозяйствам и сельскохозяйственным кооперативам на приобретение новой сельскохозяйственной техники. Эти программы часто предусматривают субсидирование процентной ставки, что делает покупку более доступной.

Субсидии и гранты. Помимо кредитов, государство может предоставлять прямые субсидии или гранты на покупку определенных видов техники, особенно той, которая способствует внедрению новых технологий или повышению экологической безопасности.

Лизинговые программы. Активно развиваются государственные и частные лизинговые компании, предлагающие сельхозпроизводителям возможность приобрести технику в долгосрочную аренду с правом последующего выкупа. Государство часто субсидирует процентные ставки по лизинговым договорам, делая этот механизм более привлекательным.

Стимулирование отечественного производства.

Поддержка машиностроительных предприятий. Правительство Узбекистана уделяет внимание развитию отечественного машиностроения, в том числе в сфере производства сельскохозяйственной техники. Это может включать предоставление налоговых льгот, субсидий на модернизацию производственных мощностей, а также поддержку в освоении новых технологий и выпуске конкурентоспособной продукции [21, с. 75].

Локализация производства. Стимулируется локализация производства комплектующих для сельскохозяйственной техники, что снижает зависимость от импорта и способствует развитию смежных отраслей.

Совместные предприятия. Создание совместных предприятий с ведущими мировыми производителями техники позволяет внедрять передовые технологии и стандарты качества на территории Узбекистана.

Развитие сервисной инфраструктуры и подготовки кадров.

Создание сервисных центров. Государство поддерживает создание и развитие сети авторизованных сервисных центров по обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники, особенно в регионах. Это включает в себя упрощение процедур регистрации, предоставление льгот и субсидий.

Программы обучения и повышения квалификации. Реализуются программы по подготовке и переподготовке операторов сельскохозяйственной техники, механиков и инженеров. Это может осуществляться через профессиональные колледжи, техникумы, а также специализированные курсы и тренинги, часто с привлечением международных экспертов.

Распространение знаний. Организуются семинары, выставки и демонстрационные показы новой техники, где фермеры могут ознакомиться с передовыми технологиями и получить консультации специалистов.

Нормативно-правовое регулирование.

Технические регламенты и стандарты. Разрабатываются и внедряются технические регламенты и стандарты, соответствующие международным нормам, для обеспечения качества и безопасности сельскохозяйственной техники.

Земельная реформа и поддержка фермерских хозяйств. Изменения в земельном законодательстве, направленные на укрепление прав собственности и стимулирование частной инициативы, косвенно способствуют инвестициям в технику, поскольку фермеры становятся более уверенными в долгосрочной перспективе.

Цифровизация и внедрение современных технологий.

Поддержка внедрения «умной» техники. Государство стимулирует внедрение технологий точного земледелия, GPS-навигации, систем мониторинга и управления техникой, что повышает эффективность ее использования и снижает затраты [20, с. 58].

Развитие информационных платформ. Создаются цифровые платформы для предоставления информации о доступной технике, программах поддержки, сервисных услугах и лучших практиках.

Примеры успешных программ. Хотя конкретные названия программ могут меняться, общая тенденция заключается в создании комплексной системы поддержки. Например, программы, направленные на обновление парка хлопкоуборочной техники, или программы субсидирования покупки тракторов для молодых фермеров, демонстрируют целенаправленный подход к решению наиболее острых проблем.

Важно отметить, что эффективность государственной политики во многом зависит от ее своевременной адаптации к меняющимся условиям рынка, реальным потребностям сельхозпроизводителей и доступности

финансирования. Постоянный диалог между государством, производителями техники и фермерами является ключом к успешной реализации этих программ.

Перспективы развития и инновационные подходы в использовании техники

Будущее агропромышленного комплекса Узбекистана неразрывно связано с дальнейшей модернизацией и инновационным использованием транспортной и сельскохозяйственной техники [18]. Страна стремится не просто обновить парк машин, но и перейти к более интеллектуальным, эффективным и экологичным методам ведения сельского хозяйства [8, с. 580-581].

Цифровизация и «умное» сельское хозяйство (Smart Farming)

Точное земледелие. Внедрение систем GPS-навигации, датчиков, дронов и спутниковых снимков позволяет собирать детальную информацию о состоянии почвы, посевов и погодных условиях [12, с. 18-19]. Это дает возможность оптимизировать внесение удобрений, средств защиты растений и воды, снижая затраты и повышая урожайность [19, с. 26-27].

Автоматизация и роботизация. Постепенное внедрение автономных тракторов, роботизированных систем для посева, прополки и сбора урожая (особенно для деликатных культур) позволит снизить зависимость от ручного труда и повысить точность выполнения операций.

Системы управления аграрным сектором (Farm Management Systems). Интегрированные программные решения, объединяющие данные с датчиков, техники и метеостанций, позволяют принимать обоснованные управленческие решения, прогнозировать урожайность и оптимизировать логистику.

Развитие отечественного машиностроения и кооперация.

Производство высокотехнологичной техники. Узбекистан стремится не только производить базовые машины, но и осваивать выпуск более сложной и интеллектуальной техники, соответствующей мировым стандартам. Это включает в себя разработку собственных систем навигации, датчиков и программного обеспечения.

Кооперация с мировыми лидерами. Продолжение и расширение сотрудничества с ведущими мировыми производителями техники для локализации производства, трансфера технологий и совместной разработки новых моделей, адаптированных к местным условиям.

Создание инжиниринговых центров. Формирование центров компетенций, где будут разрабатываться и тестироваться новые технические решения, а также проводиться обучение специалистов.

Экологизация и устойчивое развитие.

Энергоэффективная техника. Акцент на разработку и использование техники с низким расходом топлива, а также на переход к альтернативным источникам энергии (электрические тракторы, гибридные силовые установки).

Технологии для снижения воздействия на окружающую среду. Внедрение техники, минимизирующей уплотнение почвы, снижающей эрозию и

позволяющей более эффективно использовать водные ресурсы (например, системы точечного орошения).

Управление отходами. Разработка и применение техники для переработки сельскохозяйственных отходов, превращения их в ценные ресурсы (биогаз, удобрения).

Развитие логистической инфраструктуры и транспортной техники.

Интеллектуальная логистика. Внедрение систем управления транспортными потоками, оптимизация маршрутов доставки, использование телематики для контроля за состоянием транспортных средств и грузов.

Специализированный транспорт. Развитие парка специализированного транспорта для перевозки скоропортящейся продукции (рефрижераторы), а также для транспортировки крупногабаритной и тяжелой техники.

Интеграция с цифровыми платформами. Создание единых логистических платформ, объединяющих производителей, перевозчиков и потребителей, для повышения прозрачности и эффективности грузоперевозок.

Повышение квалификации и развитие человеческого капитала.

Непрерывное обучение. Создание системы непрерывного образования и повышения квалификации для операторов, механиков и инженеров, охватывающей как технические аспекты, так и агрономические знания.

Привлечение молодых специалистов. Разработка программ, направленных на привлечение молодежи в аграрный сектор, в том числе в сферу эксплуатации и обслуживания современной техники.

Развитие компетенций в области цифровых технологий. Обучение специалистов работе с программным обеспечением для точного земледелия, системами управления фермой и аналитикой данных.

Инновационные модели владения и использования техники.

Сервисные центры полного цикла. Развитие сервисных центров, предлагающих не только ремонт, но и комплексное обслуживание, обучение, консультации и даже услуги по эксплуатации техники.

Кооперативные модели. Стимулирование создания кооперативов, которые могут совместно приобретать и использовать дорогостоящую технику, оптимизируя затраты и повышая эффективность.

Шеринг техники. Развитие платформ для аренды и совместного использования техники между фермерами, что особенно актуально для мелких хозяйств.

Заключение

Опыт Узбекистана в использовании транспортной и сельскохозяйственной техники демонстрирует динамичное развитие и стремление к модернизации. Преодоление существующих вызовов, активное внедрение инновационных технологий, поддержка отечественного производства и постоянное повышение квалификации кадров являются ключевыми факторами для обеспечения устойчивого роста и конкурентоспособности агропромышленного комплекса страны на мировом уровне. Инвестиции в «умную» технику, цифровизацию и человеческий

капитал станут основой для формирования продовольственной безопасности и дальнейшего экономического процветания Узбекистана [6, с. 658].

Анализ использования транспортной и сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе Узбекистана выявляет как значительный прогресс, так и ряд нерешенных проблем. Страна демонстрирует четкое понимание роли механизации в повышении эффективности и конкурентоспособности своего аграрного сектора. Активные государственные программы поддержки, направленные на обновление парка техники, стимулирование отечественного производства и развитие сервисной инфраструктуры, являются важным драйвером этих изменений. Однако, для достижения устойчивого и всеобъемлющего успеха, необходимо сосредоточиться на ряде ключевых направлений [9, с. 245].

Основные выводы.

Модернизация парка техники. Несмотря на усилия, значительная часть существующей техники остается устаревшей, что снижает производительность и увеличивает эксплуатационные расходы. Требуется дальнейшее ускорение темпов обновления парка, особенно в сегменте высокопроизводительных и энергоэффективных машин.

Доступность финансирования. Высокая стоимость новой техники остается барьером для многих фермерских хозяйств. Необходимо совершенствовать механизмы льготного кредитования и лизинга, делая их более доступными и гибкими, а также расширять возможности для привлечения частных инвестиций [2, с. 125-126].

Кадровый потенциал. Дефицит квалифицированных операторов, механиков и инженеров является критической проблемой. Требуется системный подход к подготовке кадров, включающий модернизацию образовательных программ, создание центров повышения квалификации и привлечение молодых специалистов [10, с. 27-28].

Сервисное обслуживание и запчасти. Недостаточное развитие сети сервисных центров и проблемы с доступностью оригинальных запчастей приводят к длительным простоям техники. Необходимо стимулировать создание авторизованных сервисных центров, особенно в отдаленных регионах, и развивать производство отечественных комплектующих.

Внедрение инноваций. Переход к «умному» сельскому хозяйству, цифровизация и автоматизация являются ключевыми факторами повышения эффективности. Необходимо активно внедрять технологии точного земледелия, GPS-навигации, дроны и системы управления.

Экологическая устойчивость. Важно уделять внимание развитию и использованию техники, минимизирующей негативное воздействие на окружающую среду, включая энергоэффективные решения и технологии для рационального использования водных ресурсов.

Практические рекомендации.

Разработка долгосрочной стратегии механизации. Создание комплексной, долгосрочной стратегии развития механизации АПК,

учитывающей специфику различных регионов и культур, а также прогнозирующей будущие потребности рынка. Эта стратегия должна включать четкие индикаторы достижения целей и механизмы их мониторинга.

Усиление роли отечественного машиностроения. Продолжение поддержки отечественных производителей сельскохозяйственной техники, стимулирование локализации производства комплектующих и освоения выпуска высокотехнологичной продукции. Важно поощрять сотрудничество с мировыми лидерами для трансфера технологий и совместной разработки [4, с. 253].

Цифровизация и обучение. Активное внедрение цифровых платформ для управления парком техники, мониторинга его состояния, оптимизации логистики и предоставления информации фермерам. Параллельно необходимо проводить масштабные программы обучения операторов и специалистов работе с новыми цифровыми инструментами.

Развитие кооперации и сервисных хабов. Стимулирование создания сельскохозяйственных кооперативов для совместного приобретения и использования дорогостоящей техники. Развитие многофункциональных сервисных центров, предлагающих не только ремонт, но и консультации, обучение, а также услуги по эксплуатации техники.

Интеграция с наукой и образованием. Укрепление связей между научными учреждениями, образовательными учреждениями и производителями техники для разработки и внедрения передовых решений, а также для подготовки специалистов, отвечающих современным требованиям.

Повышение культуры эксплуатации. Проведение информационных кампаний и тренингов для фермеров и механизаторов по правильной эксплуатации, техническому обслуживанию и бережному отношению к технике, что позволит продлить срок ее службы и повысить эффективность.

Развитие транспортной логистики. Улучшение состояния дорожной инфраструктуры, особенно на второстепенных маршрутах, и развитие специализированного транспортного парка для нужд АПК.

Реализация данных рекомендаций позволит Узбекистану не только успешно модернизировать свой агропромышленный комплекс, но и укрепить его позиции на мировом рынке, обеспечивая устойчивое развитие.

Библиографический список

1. Ахмедов, Д. Т. Статистико-аналитический обзор состояния грузоперевозок автомобильным транспортом в Узбекистане / Д. Т. Ахмедов, Б. Арачыюглу, З. Ю. Юсуфхонов // *Universum: технические науки*. – 2025. – № 6-3 (135). – С. 48–52.
2. Валиев, Б. Б. Перспектива привлечения иностранных инвестиций в развитие машиностроения Узбекистана / Б. Б. Валиев // *Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и*

газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. – Пермь : ПГТУ, 2015. – Т. 1. – С. 124–130..

3. Горлова, Е. С. Машиностроение Узбекистана: тенденции, резервы и меры по повышению конкурентоспособности / Е. С. Горлова // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. – Пермь : ПГТУ, 2016. – Т. 1. – С. 63–74.

4. Желтухин, А. В. Современное состояние, проблемы и перспективы развития машиностроительного комплекса Узбекистана / А. В. Желтухин // StudNet. – 2020. – № 4. – С. 252–257.

5. Иргашев, А. Анализ использования колёсных тракторов в сельском хозяйстве Узбекистана / А. Иргашев, Р. К. Хамроев, А. У. Суннатов // Universum: технические науки. – 2021. – № 1-1 (82). – С. 37–41.

6. Исомов, Б. С. Характеристика аграрно-индустриальных регионов Узбекистана и инвестиционные аспекты их развития / Б. С. Исомов // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 10 (183). – С. 656–662.

7. Маматходжаева, Т. Н. Особенности развития экономики отрасли сельскохозяйственного машиностроения в Узбекистане / Т. Н. Маматходжаева // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей. – Керчь : КГМТУ, 2020. – С. 252–256.

8. Маткаримов, А. А. Развитие сельскохозяйственного машиностроения в Узбекистане: проблемы и перспективы / А. А. Маткаримов, Ш. А. Маткаримов // Экономика и социум. – 2020. – № 1 (68). – С. 579–582

9. Маткаримов, А. А. Перспективы развития машиностроения в Узбекистане / А. А. Маткаримов, Б. Т. Тилавалдиев // Теория и практика современной науки. – 2020. – № 1 (67). – С. 244–247.

10. Маткаримов, Ш. А. Роль человеческого фактора при управлении современными устройствами / Ш. А. Маткаримов // Universum: технические науки. – 2023. – № 6-1 (111). – С. 27–28.

11. Саидов, М. А. Повышение эффективности материально-технической базы сельского хозяйства в условиях инновационного развития экономики Узбекистана / М. А. Саидов, И. И. Эркинхожиев // Инновационные достижения науки и техники АПК. – Самара : СГАУ, 2019. – С. 573–575.

12. Султанова, Дж. Ф. Технология точного земледелия в сельском хозяйстве / Дж. Ф. Султанова, Г. Т. Джалилова // ГИС-технологии в науках о Земле. – Минск : БГУ, 2020. – С. 18–19.

13. Тошболтаев, М. Т. Определение показателей оценки работы средств малой механизации сельскохозяйственного назначения / М. Т. Тошболтаев, З. О. Мурадова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 34–40.

14. Тошболтаев, М. Т. Граф состояний многоканальной системы фирменного технического сервиса зерноуборочных комбайнов в Узбекистане / М. Т. Тошболтаев, З. А. Сейтимбетова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14, № 1. – С. 46–49.

15. Улжаев, Э. Методика диагностики вероятности безотказной работы хлопкоуборочной машины / Э. Улжаев, А. Д. Абдазимов, У. М. Убайдуллаев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 53. – С. 270–276.
16. Хажиев, М. Х. Комплекс машин для плантационного выращивания лекарственных кустарников / М. Х. Хажиев, Б. Т. Мирнигматов // Молодой ученый. – 2018. – № 26 (212). – С. 58–60.
17. Хамзаева, Ш. М. Вопросы создания машины для закапывания кустов граната в Узбекистане / Ш. М. Хамзаева // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. – Астрахань : ПАФНЦ РАН, 2021. – С. 1276–1279.
18. Худойбердиева, Ф. М. Государственная поддержка инновационной деятельности в АПК Республики Узбекистан / Ф. М. Худойбердиева // Современные тенденции развития аграрного комплекса. – Астрахань : ПНИИАЗ, 2016. – С. 1626–1628.
19. Чимпаизов, Ф. Н. Значение механизации в повышении эффективности земледелия в условиях засушливого климата Узбекистана / Ф. Н. Чимпаизов // Universum: технические науки. – 2025. – № 4-3 (133). – С. 26–28.
20. Чимпаизов, Ф. Н. Технологические и технические решения в механизации растениеводства в условиях цифровизации аграрного сектора / Ф. Н. Чимпаизов, А. У. Шингисов // Universum: технические науки. – 2026. – № 3-1 (144). – С. 57–59.
21. Эркинхожиев, И. И. Пути решения проблем в сфере сельскохозяйственного машиностроения Республики Узбекистан / И. И. Эркинхожиев // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. – Нижний Новгород : НСХА, 2019. – С. 74–77.
22. Юсупов, З. З. Основные направления технической модернизации аграрного сектора Республики Узбекистан / З. З. Юсупов // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 5 (130). – С. 374–377.
23. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 6-12.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ С ЛИТИЙ-ИОННЫМИ АККУМУЛЯТОРАМИ

В статье рассмотрены современные проблемы, возникающие при тушении пожаров электромобилей, оснащенных литий-ионными тяговыми батареями. Проанализированы механизмы теплового разгона аккумуляторных ячеек, приведены количественные данные о потреблении воды при ликвидации таких пожаров, дана оценка эффективности существующих методов тушения, включая водяное охлаждение, порошковые составы и воздушно-механическую пену. На основе экспериментальных данных МЧС России и зарубежных исследований предложены перспективные направления совершенствования тактики пожаротушения.

Парк электромобилей в Российской Федерации демонстрирует устойчивый рост. Одновременно с этим растет и количество пожаров, связанных с возгоранием литий-ионных тяговых батарей. Специфика горения таких аккумуляторов принципиально отличается от пожаров автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и, как правило, сопровождается более тяжелыми последствиями. Несмотря на то, что статистически электромобили загораются значительно реже автомобилей с ДВС (примерно 25 пожаров на 100 тыс. электромобилей против 1530 пожаров на 100 тыс. бензиновых автомобилей по данным 2023–2025 гг., каждый такой пожар представляет собой чрезвычайно сложную задачу для пожарно-спасательных подразделений. Высокая энергетическая плотность литий-ионных батарей, способность к автономному горению без доступа кислорода и высокий риск поражения электрическим током требуют пересмотра традиционных подходов к тушению [1].

Основной причиной пожаров электромобилей является явление теплового разгона в аккумуляторной батарее. Тепловой разгон может быть вызван термическими, механическими или электрическими воздействиями — коротким замыканием, перегревом, перезарядкой или механическим повреждением ячеек при дорожно-транспортном происшествии. При возникновении неисправности в одной из ячеек батареи выделяемое тепло и газ запускают цепную реакцию в соседних ячейках, в результате чего температура внутри аккумуляторного блока может превышать 900–1000 °С [2]. Процесс горения протекает автономно, с выделением собственного кислорода из электролита, что делает бессмысленной изоляцию очага от внешнего воздуха. Кроме того, даже после видимого прекращения горения в аккумуляторе сохраняется остаточная энергия, что создает высокий риск повторного воспламенения в течение нескольких часов или даже дней после тушения [3].

Экспериментальные исследования, проведенные МЧС России в Перми в ходе пожарно-тактических учений, наглядно продемонстрировали ограниченность традиционных методов тушения. Подача порошка временно прекращала реакцию горения в модуле, однако после прекращения подачи порошка горение возобновлялось. Воздушно-механическая пена средней кратности также не обеспечивала полного подавления горения литий-ионных батарей. Огнетушащие средства на основе углекислого газа (CO_2) способны сбить пламя, но из-за низкой теплоемкости не могут обеспечить необходимого охлаждения ячеек.

Единственным методом, подтвердившим свою эффективность в ходе экспериментов, оказалось активное охлаждение аккумуляторного блока водой, подаваемой непосредственно на очаг горения. Подача водяного ствола обеспечивает моментальное снижение температуры и остановку цепной реакции горения ячеек. Однако реализация этого метода сталкивается с проблемой колоссального расхода воды. По регламенту производителей, например Tesla, для тушения одного автомобиля требуется не менее 11 тонн воды, а на практике расход достигает 50–60 тонн.

Международные данные подтверждают эту тенденцию. По оценкам Международной ассоциации пожарно-спасательных служб (CTIF), тушение электромобиля требует примерно в 40 раз больше воды по сравнению с автомобилем с ДВС. Для сравнения: типичный пожар автомобиля с ДВС можно ликвидировать, используя 500–1500 л воды, тогда как для электромобиля требуется минимум 10 000 л, а в отдельных случаях — до 30 000 галлонов (около 114 000 л). При этом пожарная автоцистерна вмещает, как правило, около 750 галлонов (приблизительно 2840 л), чего недостаточно даже для начального этапа тушения.

Помимо высокого расхода воды, к числу проблем, осложняющих тушение, относятся:

- Аккумуляторные батареи размещаются в герметичном, ударопрочном и водонепроницаемом корпусе в днище автомобиля, что существенно затрудняет подачу огнетушащего вещества непосредственно к горящим ячейкам.
- Высоковольтные системы электромобилей создают серьезную угрозу для личного состава, участвующего в тушении.
- При термическом разложении электролита выделяются токсичные газы, что требует использования средств индивидуальной защиты органов дыхания даже при тушении на открытом воздухе [4].

Несмотря на высокий расход воды, активное охлаждение на сегодняшний день остается наиболее эффективным методом. Поиск путей снижения водопотребления ведется по нескольким направлениям. Эксперименты Национальной ассоциации противопожарной защиты США (NFPA) в 2025 году показали, что приподнимание или наклон автомобиля для обеспечения более эффективного доступа распылителей к аккумуляторному отсеку позволяет сократить расход воды до 14 500 л и время тушения до 24 минут.

В зарубежной практике находят применение следующие решения:

Таблица – Методы тушения электромобилей в зарубежной практике

Метод	Характеристика
Погружение автомобиля в емкость с водой	Этот метод обеспечивает полную изоляцию и охлаждение аккумулятора, но требует наличия специальных контейнеров и подъемной техники, что ограничивает его применение в полевых условиях
Использование противопожарных одеял	Термостойкие полотна позволяют локализовать пожар и предотвратить распространение огня на соседние объекты. Однако эксперты предупреждают, что этот метод может привести к накоплению токсичных газов и риску взрыва при контакте с кислородом
Точечное тушение снизу	В Австрии разработаны устройства для подачи воды непосредственно под днище автомобиля, к месту расположения аккумулятора, что повышает эффективность охлаждения
Специальные огнетушащие вещества	Исследуются возможности применения гидрогелей, перфторгексанона, жидкого азота и водных дисперсий вермикулита (AVD). Однако широкого внедрения эти средства пока не получили

Важно отметить, что большинство перечисленных методов применяются уже после возникновения пожара и не решают задачи его предотвращения. Кроме того, нормативная база Российской Федерации только начинает адаптироваться к новым вызовам. Так, в апреле 2025 года утвержден ГОСТ Р 71964-2025, регламентирующий требования безопасности при обращении с поврежденными литий-ионными высоковольтными аккумуляторными батареями [7]. Однако свод правил СП 506 (п. 8.6) лишь указывает на необходимость оборудования машино-мест для электромобилей установками пожаротушения, не предлагая конкретных технических решений [6].

В сентябре 2025 года в Воронеже произошло первое в истории города возгорание электромобиля (премиальный электрокар Zeekr), доставленного на эвакуаторе после ДТП [5]. На тушение автомобиля у пожарных ушло 15 тонн воды и полный бак пенообразователя. Для сравнения, обычного бензинового автомобиля достаточно емкости одного «КамАЗа» объемом три тонны. Пожар сопровождался особенно интенсивным выделением токсичного дыма, что вынудило спасателей работать в дыхательных аппаратах, хотя при тушении обычных автомобилей это, как правило, не требуется. Этот случай наглядно демонстрирует ключевые проблемы, обозначенные в настоящей статье: многократное превышение нормативного расхода воды, высокую токсичность продуктов горения и необходимость специальной подготовки личного состава. По оценке участников ликвидации, «на данный момент не существует ни одного проверенного способа спасти горящий электрокар — единственный возможный способ — охлаждение авто большим количеством воды, чтобы контролируемо, не давая огню распространяться, дожидаться выгорания аккумуляторных ячеек».

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Пожары электромобилей, несмотря на их относительно низкую частоту, представляют собой сложную и ресурсоемкую задачу для пожарно-спасательных подразделений.

2. Традиционные методы тушения (порошок, пена, углекислый газ) малоэффективны применительно к литий-ионным аккумуляторам. Основным действенным способом остается активное водяное охлаждение, требующее расхода воды в десятки раз больше, чем при тушении автомобилей с ДВС.

3. Существующая нормативная база Российской Федерации не в полной мере учитывает специфику пожаров электромобилей и требует дальнейшего совершенствования.

В качестве перспективных направлений дальнейших исследований и разработок можно выделить:

- создание специализированных мобильных установок для точечного охлаждения аккумуляторных отсеков с минимальным расходом воды;
- разработку и внедрение новых огнетушащих веществ, обладающих высокой теплоемкостью и диэлектрическими свойствами;
- совершенствование систем раннего обнаружения теплового разгона и встроенных систем пожаротушения в самих аккумуляторных батареях;
- адаптацию сводов правил и нормативных документов с учетом накопленного опыта тушения пожаров электромобилей в России и за рубежом.

Библиографический список

1. Канонин, Ю. Н. Пожарная опасность электромобилей / Ю. Н. Канонин, А. В. Лыщик // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2023. — № 1. — С. 38–51.

2. Харламенков А. С. Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 4 // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2023. — Т. 32. — № 3. — С. 93–98.

3. Суrowегин, А. В. Литий-ионные аккумуляторные батареи. Преимущества и недостатки. Особенности тушения [Электронный ресурс] / А. В. Суrowегин, И. А. Кузнецов // Портал «Пожарная безопасность». — 2024. — 16 апреля. — URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/490> (дата обращения: 04.04.2026).

4. Крикунов, О. Как снизить пожароопасность систем с литий-ионными батареями [Электронный ресурс] / О. Крикунов, Д. Белов // TZ Magazine. — URL: http://www.tzmagazine.ru/jpage_print.php?uid3=2577 (дата обращения: 04.04.2026).

5. В Воронеже впервые сгорел премиальный электрокар Zeekr: видео [Электронный ресурс] // Лента новостей Воронежа (РИА «Воронеж»). — 2025. — 19 сентября. — Режим доступа: <https://voronezh-news.net/incident/2025/09/19/414276.html> (дата обращения: 04.04.2026).

6. СП 506. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : утв. Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред.

от 17.03.2025). — П. 8.6. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. ГОСТ Р 71964-2025. Автомобильные транспортные средства с тяговым электроприводом. Требования безопасности при обращении с поврежденными литий-ионными высоковольтными аккумуляторными батареями : утв. и введ. в действие Приказом Росстандарта от 14.04.2025 № 290-ст. — М. : ФГБУ «Институт стандартизации», 2025. — 18 с. — Дата введения: 31.03.2026.

8. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. — С. 6-12.

УДК 628.8:631.3

*Петров С.А., соискатель
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, РФ
Савельев А.П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», г. Саранск, РФ*

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В КАБИНЕ МОБИЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

Одним из факторов, влияющих на условия труда оператора мобильного энергетического средства (МЭС), является температурный режим в кабине. Во время выполнения сельскохозяйственных работ оператор длительное время находится в ограниченном объеме кабины, где температура воздуха изменяется под воздействием наружной температуры, солнечной радиации, теплопритоков через ограждающие конструкции, инфильтрации воздуха, а также режима работы отопительно-вентиляционной и климатической установки [1-3]. При отклонении температуры воздуха от оптимального диапазона повышается утомляемость оператора, снижается внимание и ухудшаются условия выполнения технологического процесса [2, 4, 5].

Для кабин тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин задача стабилизации микроклимата осложняется тем, что температурный процесс имеет нестационарный характер. В отличие от стационарных помещений кабина мобильной машины имеет малый внутренний объем, значительную площадь остекления и переменные условия теплообмена. Поэтому даже небольшое запаздывание управляющего воздействия может приводить к заметным колебаниям температуры воздуха [3-5].

В большинстве штатных систем управления климатической установкой регулирование выполняется по текущему значению температуры воздуха [2,6-8]. Такой подход позволяет поддерживать заданное значение температуры, однако при изменяющихся внешних условиях может возникать запаздывание реакции системы. В результате температура воздуха периодически выходит за пределы оптимального диапазона, а оператор часть времени находится в менее благоприятных микроклиматических условиях [6,9].

Целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка стабильности температурного режима в кабинах мобильных энергетических средств при использовании штатного ПИД-регулирования и адаптивного алгоритма управления климатической установкой.

В качестве объектов исследования рассматривались кабины мобильных энергетических средств Россельмаш Nova 340, МТЗ 1523.3 и Т-150К. В ходе экспериментальных исследований фиксировалась температура воздуха в кабине при работе климатической установки в двух режимах: при штатном ПИД-регулировании и при использовании адаптивного алгоритма.

Отличительной особенностью адаптивного алгоритма является использование не только текущего значения температуры воздуха, но и динамических параметров температурного процесса: скорости изменения температуры и ускорения изменения температуры.

Для оценки качества регулирования использовались два показателя: стандартное отклонение σ_T температуры воздуха в кабине и доля времени P_i нахождения температуры в оптимальном диапазоне $+21...+23$ °С [10]. Стандартное отклонение температуры σ_T определялось по выражению:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{\text{в.вн},i} - T_{\text{в.вн},\text{cp}})^2}, \quad (1)$$

где $T_{\text{в.вн},i}$ – текущее значение температуры воздуха в кабине МЭС, °С;

$T_{\text{в.вн},\text{cp}}$ – среднее значение температуры воздуха в кабине МЭС на рассматриваемом интервале времени, °С.

Доля времени P_i нахождения температуры воздуха в оптимальном диапазоне определялась по выражению:

$$P_i = \frac{n_i}{N} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где n_i – число измерений, при которых температура находилась в диапазоне $+21...+23$ °С;

N – общее число измерений.

Стандартное отклонение характеризует степень разброса температуры относительно среднего значения, а доля времени в оптимальном диапазоне

позволяет оценить фактическое пребывание оператора в благоприятных температурных условиях.

Сравнительная оценка эффективности алгоритмов управления и их энергетическая эффективность проводилась для двух режимов работы климатической установки:

- базовый режим (управление на основе ПИД-регулятора во всём диапазоне температур);
- гибридный режим (управление с использованием разработанного алгоритма, при котором в диапазоне температур +21...+23°C применяется адаптивный алгоритм, а вне данного диапазона – ПИД-регулятор).

Экспериментальные исследования выполнялись в полевых условиях при выполнении МЭС технологических операций, сопровождающихся изменяющимися внешними воздействиями (рисунок 1).

Сравнение эффективности алгоритмов управления проводится в рамках одного технологического процесса путём последовательного использования базового и гибридного режимов работы климатической установки. На первом этапе система функционировала на основе ПИД-регулятора во всём диапазоне температур с одновременной регистрацией параметров температурного режима. После этого без изменения условий эксплуатации осуществлялось переключение на адаптивный алгоритм управления. Длительность работы системы в каждом режиме управления определяется исходя из динамических характеристик процесса изменения температуры воздуха в кабине и равна 20 минут. Регистрация параметров микроклимата происходит на протяжении всего эксперимента, каждую минуту. Далее производилась статистическая обработка экспериментальных данных с использованием различных программных пакетов.

Таблица 1 – Сравнение показателей температурного режима при ПИД-регулировании и адаптивном алгоритме

Модель МЭС	σ_T ПИД, °C	σ_T алгоритма, °C	P_i ПИД, %	P_i алгоритма, %
Россельмаш Nova 340	1,24	0,49	43	93
МТЗ 1523.3	1,18	0,45	50	91
Т-150К	0,79	0,30	74	96

Из данных таблицы 1 видно, что при использовании адаптивного алгоритма стандартное отклонение температуры воздуха снижается для всех исследуемых машин. Для Россельмаш Nova 340 снижение составило 60,5 %, для МТЗ 1523.3 – 61,9 %, для Т-150К – 62 %. Это показывает, что адаптивное управление обеспечивает более устойчивое поддержание температуры воздуха в кабине по сравнению со штатным ПИД-регулированием.

Результаты сравнительной оценки представлены в таблице 1.



Рисунок 1 – Проведение экспериментальных исследований

Также установлено увеличение доли времени нахождения температуры воздуха в оптимальном диапазоне $+21...+23$ °С. Для Россельмаш Nova 340 данный показатель увеличился с 43 до 93 %, для МТЗ 1523.3 – с 50 до 91 %, для Т-150К – с 74 до 96 %. Следовательно, применение адаптивного алгоритма позволило уменьшить продолжительность периодов, в течение которых температура воздуха находилась вне оптимального диапазона.

Полученные результаты можно объяснить тем, что ПИД-регулятор формирует управляющее воздействие преимущественно по факту отклонения температуры от заданного значения, а адаптивный алгоритм дополнительно учитывает тенденцию изменения температуры, что позволяет заранее корректировать работу климатической установки. Это особенно важно для кабин МЭС, где температурный режим может быстро изменяться под влиянием внешних условий.

С практической точки зрения снижение стандартного отклонения температуры и увеличение доли времени в оптимальном диапазоне свидетельствуют об улучшении стабильности микроклимата. При этом показатель P_i может использоваться не только как технический критерий качества регулирования, но и как ориентировочная эргономическая

характеристика, показывающая долю времени пребывания оператора в благоприятных температурных условиях.

Таким образом, применение адаптивного алгоритма управления климатической установкой позволяет повысить стабильность температурного режима в кабине мобильного энергетического средства. Наибольший эффект наблюдался для машин, у которых при штатном регулировании отмечалась значительная доля температурных значений вне оптимального диапазона. Это подтверждает целесообразность использования динамических параметров температурного процесса при управлении микроклиматом кабины.

В результате проведенного исследования установлено, что адаптивный алгоритм управления климатической установкой обеспечивает снижение стандартного отклонения температуры σ_T воздуха в кабине на 59,6...61,9 % по сравнению со штатным ПИД-регулированием. Доля времени P_i нахождения температуры воздуха в оптимальном диапазоне +21...+23 °С увеличилась на 22...50 % в зависимости от модели МЭС. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование адаптивного алгоритма для повышения качества регулирования микроклимата и улучшения условий труда оператора МЭС.

Библиографический список

1. Аверьянов, Ю. И. Повышение комфортного состояния производственной среды наземных транспортно-технологических машин оптимизацией температурного энергобаланса микроклимата / Ю. И. Аверьянов, К. В. Глемба, А. В. Гриценко // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 45-59.
2. Савельев, А. П. Адаптивное управление микроклиматом в кабине мобильного энергетического средства на основе прогнозирования методом экспоненциального сглаживания / А. П. Савельев, Н. И. Джабборов, С. А. Петров // Инженерные технологии и системы. – 2026. – Т. 36, № 1. – С. 140-157.
3. Михайлов, М.В. Микроклимат в кабинах мобильных машин. [Текст]: / М.В. Михайлов, С.В. Гусева. – М.: Машиностроение, 1977. – 230 с.
4. Масленский, В.В. Улучшение условий труда механизаторов-комбайнеров при воздействии интенсивного солнечного излучения / В. В. Масленский, Ю. И. Булыгин // Вестник аграрной науки Дона. – 2024. – Т. 17, № 3(67). – С. 62-71.
5. Панов, Ю. А. Влияние современных климатических установок транспортно-технологических машин на производительность и безопасность труда операторов / Ю. А. Панов, С. А. Петров // Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тверь : Издательство Тверской ГСХА, 2017. – С. 144–146.
6. Wang L. Automatic control of constant temperature and humidity in building air conditioning systems based on frequency domain analysis / L. Wang //

International Journal of Renewable Energy Development. - 2024. - Vol. 13, No. 4. - P. 618-629.

7. Singhala, P. Temperature control using fuzzy logic / P. Singhala, D. N. Shah, B. Patel // International Journal of Instrumentation and Control Systems. — 2014. — Vol. 4, No. 1. — P. 1–10.

8. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" направления подготовки "Автоматизированные технологии и производства" / В. Я. Ротач ; В. Я. Ротач. – 4-е изд., стер. – Москва : Изд. дом МЭИ, 2007. – 399 с.

9. Интеллектуальные системы на автомобильном транспорте / Г. К. Рембалович, В. В. Терентьев, К. П. Андреев, А. Б. Мартынушкин // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 19 декабря 2019 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 149-152.

10. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ Минтруда России от 21.11.2023 N 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

11. 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.

УДК 338.532:339.13

*Рожнов М.А., студент 2 курса,
Кистанова С.А.,
Мартынушкин А.Б., канд. экон. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ЦЕНОВАЯ ДИНАМИКА НА РЫНКЕ НОВЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ: ТРЕНДЫ И ФАКТОРЫ СПРОСА

В настоящее время одним из наиболее важных вопросов в автомобильной отрасли является вопрос цены, ценообразования и зависимости спроса от цены на автомобильную продукцию. За последние годы в нашей стране произошли

колоссальные изменения автомобильного рынка, а как следствие соответствующие изменения коснулись ценообразования и спроса [1].

Еще не так давно покупатель, приходя в автосалон, руководствовался следующими основными критериями: внешний вид автомобиля, его класс, тип кузова (седан, хэтчбек, универсал и т.д.), виды комплектаций, характеристики двигателя, динамики и проходимости, а уже потом цена. Конечно, нельзя сказать, что цена не имела значения для покупателя, просто была своего рода альтернатива. На тот момент времени в случае нехватки денежных средств на конкретный автомобиль, конкретной марки, покупателю могли предложить другой автомобиль за меньшую стоимость или же можно было подобрать авто другой марки, но по-прежнему удовлетворяющий потребности конкретного покупателя. Сейчас подобное не представляется возможным, по ряду различных причин [2].

В настоящее время поход в автосалон выглядит совершенно иначе, также изменился и подход потенциального покупателя к выбору автомобиля. Сегодня заходя в автосалон, покупатели видят не новые автомобили, а ценники с большим количеством нолей, причем не на самые оснащенные с технической точки зрения авто, вследствие чего люди делают свой выбор исходя не из своих конкретных потребностей, а руководствуясь личными финансовыми возможностями.

Согласно статистике в период с 2020-2025 год новые автомобили иностранных марок в России подорожали в среднем в 1,9 раза. В 2020 году средняя стоимость нового автомобиля составляла около 1,8 млн. рублей, а к сентябрю 2025 года она достигла 3,34 млн. рублей (рост на 89 %). Подорожание происходило неравномерно, основное повышение цен пришлось на период с 2021 по 2023 год. В 2024 и 2025 годах рост цен замедлился.

На вторичном рынке в 2025 году также наблюдалось повышение цен, но на автомобили, произведенные преимущественно с 2010 по 2018 год, повышение произошло с 600 тысяч до 1,14 млн. рублей (стоимость увеличилась на 91 %).

По статистике на март 2026 года средняя стоимость нового автомобиля составила 3,54 млн. рублей, что на 14 % больше, чем в марте 2025 года. Средняя цена автомобиля с пробегом в марте 2026 года — 1,21 млн. рублей (на 7 % выше, чем в марте 2025 года)

Динамика стоимостей отечественных автомобилей в период за 2020-2025 год имеет похожие показатели. Если взять в качестве примера несколько популярных моделей отечественного производителя, то можно увидеть следующее:

В 2020 году базовая версия автомобиля «Lada Granta» стоила в районе 500 тысяч рублей. К 2025 году цена изменилась практически до неузнаваемости и продолжает меняться. Например, в последнем квартале 2025 года базовая комплектация «Lada Granta» Standard стоила 750 тысяч рублей, а в первом квартале 2026 года уже 850 000, то есть менее чем за

полгода цена выросла на 13 %. По данным из официальных источников, в период с 2021 по 2025 год автомобиль марки «Lada Granta» подорожал более чем на 70 %.

В 2020 году цена базовой комплектации автомобиля «Lada Vesta» составляла примерно 800 тысяч рублей. К 2025 году стоимость значительно увеличилась и составляла уже 1635 тысяч рублей. По данным из тех же источников в период с 2021 по 2025 год, базовая комплектация автомобиля марки Lada Vesta подорожала более чем на 80 %.

Изменения цен коснулись и других автомобильных марок отечественного производства.

По оценке экспертов динамика цен на новые автомобили в России, в первый квартал 2026 года характеризуется устойчивым ростом, который обусловлен комплексом экономических и регуляторных факторов. К основным факторам повышения цен относятся:

1) Утилизационный сбор. С 1 декабря 2025 года в методику расчета утилизационного сбора были внесены изменения, согласно которым размер сбора будет зависеть от мощности и объема двигателя автомобиля. Данные изменения повлияли на стоимость отечественных автомобилей, увеличив ее в среднем на 10-15 %. Наиболее сильно изменения затронули стоимость импортных автомобилей с мощностью двигателя свыше 160 л.с., поскольку с внесением изменений их стоимость на отечественном рынке увеличилась более чем на 50 %, практически полностью отрезав возможность приобретения для граждан нашей страны.

2) НДС. Повышение НДС до 22 % увеличило общую себестоимость всех автомобилей на отечественном рынке. Этот фактор затрагивает весь рынок, но особенно сильно влияет на импортные автомобили.

3) Снижение конкуренции. В связи с уходом некоторых иностранных автопроизводителей, ограничение выбора практически полностью отдадут контроль над ценами в руки оставшимся производителям, которые зачастую пользуются отсутствием конкуренции и создают на рынке комфортные для себя условия [3, 4].

4) Логистика и доставка. Регулярные увеличения цен на топливо, санкционное давление, дефицит кадров, проблемы с транспортными путями сильно увеличивают стоимость транспортировки автомобилей, вследствие чего в отдаленных от производства регионах стоимость автомобилей можеткратно возрасть.

5) Изменения курса валют. Так как некоторые комплектующие как для отечественных, так и для импортных автомобилей закупаются за рубежом, то изменения курса на валютных биржах практически напрямую влияют на стоимость автомобилей, в связи с изменениями стоимости комплектующих и их транспортировки [5].

6) **Инфляция.** Общее изменение цен в стране также влияет на стоимость автомобилей. Согласно официальным источникам, инфляция в

России в первой половине 2026 года составит 6-7 %, что серьезно повлияет на цены во всех отраслях промышленности.

Все эти факторы крайне негативно влияют на покупательную способность граждан, делая автомобили менее доступными, вследствие чего страдают показатели спроса [6, 7].

В связи с повышением утилизационного сбора, инфляции увеличилась ключевая ставка по автокредитованию, что делает автокредиты слишком дорогими и не выгодными для потребителя. Согласно статистике в 2025 году, общее количество выданных автомобильных кредитов сократилось почти в два раза, сократившийся объем составил 40 %.

Однако, несмотря на это есть и положительные факторы, влияющие на спрос:

1) **Господдержка.** Государственные программы льготного кредитования частично компенсируют изменение цен на автомобили отечественного производства, тем самым, стимулируя показатели спроса.

2) **Сезонный спрос.** В нашей стране существует понятие сезонных скачков спроса, как правило, подобное явление происходит перед началом летнего сезона и в конце года перед новогодними праздниками, связано это с сезонными и праздничными скидками, более привлекательными условиями льготного и обычного кредитования [8].

3) **Отложенный спрос.** В нашей стране также существует понятие отложенного спроса, когда какое-то количество потенциальных покупателей откладывают приобретение в ожидании наиболее хорошего и выгодного момента для покупки, в некоторых случаях спрос действительно увеличивался в момент стабилизации, но в этом году это понятие сработало от обратного. В качестве примера можно привести новости о предстоящем увеличении утилизационного сбора в 2025 году, благодаря которым до 1 декабря 2025 года произошло резкое и продолжительное увеличение показателей спроса как на импортные, так и на отечественные автомобили.

Согласно мнению экспертов, прогнозы касаются изменения динамики цен, факторов и показателей спроса на 2026 год имеют размытый характер. Некоторые прогнозируют продолжительное увеличение цен на импортные автомобили, которое в течение года может достигнуть 10-25 %. Также ведутся прогнозы касательно подорожания отечественных автомобилей, согласно прогнозам, подорожание может достигнуть 5-14 %.

При таком развитии событий, в виде продолжения повышения цен, высокой ставки кредитования не стоит ожидать чего-то кроме серьезнейшего снижения покупательной способности населения, а как следствие обрушение показателей спроса. Поддержанию спроса может помочь снижение ставки кредитования, что сделает автокредитование более доступным и окажет огромную поддержку показателей спроса [9, 10].

В завершение можно сказать, что достижение наиболее благоприятных показателей динамики цен и спроса, как на новые, так и на подержанные

автомобили в 2026 году только путем баланса между регуляторными мерами и поддержкой автопроизводителей со стороны государства.

Библиографический список

1. Мартынушкин, А.Б. Оценка влияния технико-эксплуатационных показателей на данные объема автотранспортных перевозок / А.Б. Мартынушкин // Прогрессивные технологии и процессы : сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 193-197.

2. Кистанова, С.А. Влияние инноваций на рост производительности труда в экономике / С.А. Кистанова, И.В. Чивилева, А.Б. Мартынушкин // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 136-140.

3. Мартынушкин, А.Б. Анализ выполнения перевозок пассажиров автомобильным транспортом / А.Б. Мартынушкин // Прогрессивные технологии и процессы : сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 187-192.

4. Кистанова, С.А. Основные аспекты развития региональной экономики / С.А. Кистанова, И.В. Чивилева, А.Б. Мартынушкин // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 338-342.

5. Мартынушкин, А.Б. Оценка уровня качества обслуживания населения региона автомобильным транспортом: исследование проблемы и разработка методики / А.Б. Мартынушкин, Н.В. Барсукова // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 19-24.

6. 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.

7. Мартынушкин, А.Б. Предпосылки внедрения интеллектуальных систем на автомобильном транспорте / А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 195-200.

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

9. Особенности и показатели использования трудовых ресурсов в автотранспортной сфере сельскохозяйственного производства / А.Б. Мартынушкин, Н.Н. Пашканг, М.В. Поляков [и др.] // Экологическое состояние

природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 193-198.

10. Мартынушкин, А.Б. Оценка качества автотранспортного обслуживания пассажиров: основные принципы формирования методики / А.Б. Мартынушкин // Современные автомобильные материалы и технологии: сборник статей XI Международной научно-технической конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 195-199.

11. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 6-12.

УДК 658.5

*Чемезов В.А., студент 3 курса,
Трафимова А.В., студент 3 курса,
Богунова Т.А., студент 3 курса
ФГАОУ ВО СФУ, г. Красноярск, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО СЕРВИСА В АПК

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к управлению производственно-технической инфраструктурой предприятий автомобильного сервиса в условиях агропромышленного комплекса. На основе анализа научной литературы выявлены особенности функционирования сервисных предприятий в сельской местности, связанные с территориальной рассредоточенностью парка техники и сезонным характером загрузки. Определены направления совершенствования управления инфраструктурой, включая внедрение информационных систем, оптимизацию взаимодействия с клиентами и развитие передвижных форм сервисного обслуживания.

Введение. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса в агропромышленном комплексе представляет собой совокупность объектов, оборудования и систем, обеспечивающих техническую готовность автомобильного парка к эксплуатации. К таким объектам относятся станции технического обслуживания, ремонтные мастерские, диагностические центры и склады запасных частей. Эффективность транспортных процессов в АПК напрямую зависит от состояния и организации работы сервисной инфраструктуры.

Специфика сельскохозяйственного производства создает дополнительные вызовы для управления сервисными предприятиями. Рассредоточенный характер парка техники, сезонность полевых работ и значительные транспортные плечи требуют адаптации традиционных подходов к организации сервиса. Как показывают исследования в области инженерно-технического обеспечения АПК, эффективность использования транспортной техники напрямую зависит от качества организации сервисного обслуживания, а существующая система управления требует совершенствования с учетом современных требований [1].

Целью настоящей работы является систематизация подходов к управлению производственно-технической инфраструктурой предприятий автомобильного сервиса и выявление направлений ее совершенствования применительно к условиям АПК.

Материалы и методы. Обзор выполнен на основе анализа научной литературы, включающей статьи в рецензируемых журналах, посвященные управлению сервисными предприятиями и их инфраструктурой. Поиск источников осуществлялся в открытых базах данных eLibrary, КиберЛенинка по ключевым словам: производственно-техническая инфраструктура, автомобильный сервис, управление, цифровизация. Метод анализа включал контент-анализ публикаций с выделением ключевых элементов инфраструктуры, подходов к управлению, а также факторов, влияющих на эффективность сервисных предприятий. Ограничением обзора является анализ преимущественно русскоязычных источников.

Результаты. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса включает несколько взаимосвязанных элементов. К основным из них относятся здания и сооружения для проведения технического обслуживания и ремонта, технологическое оборудование и оснастка, складские помещения для хранения запасных частей и материалов. Проектирование таких объектов требует учета производственной мощности, номенклатуры обслуживаемой техники и территориального расположения. В таблице 1 представлена характеристика основных элементов производственно-технической инфраструктуры предприятий автомобильного сервиса.

Таблица 1 – Элементы производственно-технической инфраструктуры предприятий автомобильного сервиса

Элемент инфраструктуры	Назначение	Требования к управлению
Здания и сооружения	Размещение производственных зон	Рациональная планировка, соблюдение нормативов площади
Технологическое оборудование	Проведение диагностики и ремонта	Регулярное обслуживание, своевременное обновление
Складские помещения	Хранение запасных частей и материалов	Оптимизация запасов, доступность
Информационная система	Учет и планирование работ	Интеграция процессов, оперативность данных

Специфика сельскохозяйственного производства накладывает отпечаток на организацию автомобильного сервиса. В научной литературе выделяются следующие особенности:

- Сезонный характер загрузки: в периоды посевной и уборочной кампаний потребность в сервисных услугах резко возрастает, тогда как в межсезонье загрузка предприятий снижается.

- Территориальная рассредоточенность: парк автомобильной техники в АПК часто распределен по значительной территории, что увеличивает время доставки техники к местам обслуживания.

- Многообразие типов техники требует от сервисных предприятий соответствующей специализации и наличия широкой номенклатуры запасных частей.

Анализ литературы позволяет выделить несколько подходов к управлению сервисной инфраструктурой:

- Традиционный подход основан на планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта, предполагающей проведение работ по установленным графикам.

- Адаптивный подход предполагает корректировку графиков обслуживания с учетом фактического состояния техники, сезонной загрузки и доступности ресурсов.

В отношении выбора между централизованной и децентрализованной моделями организации сервиса в научной литературе отмечается, что преобразование ведомственных производственных инфраструктур в региональную структуру позволяет повысить эффективность предприятий и оптимизировать производственно-техническую базу [2].

Рисунок 1 иллюстрирует основные этапы совершенствования управления производственно-технической инфраструктурой.



Рисунок 1 – Этапы совершенствования управления производственно-технической инфраструктурой

Одним из ключевых направлений совершенствования управления является внедрение информационных систем. Как отмечается в научной литературе, автосервис представляет собой сложную с точки зрения организации бизнес-единицу, и среди стратегических шагов по повышению его эффективности выделяются реорганизация с учетом внедрения цифровых технологий, технологизация и цифровизация услуг, а также развитие системы оперативной коммуникации с клиентами [3]. Внедрение специализированных ИТ-систем позволяет автоматизировать процессы планирования загрузки, управления запасами запасных частей и взаимодействия с клиентами [4].

Обсуждение. Проведенный обзор показывает, что управление производственно-технической инфраструктурой предприятий автомобильного сервиса в АПК требует учета отраслевой специфики. Универсальные подходы, применяемые в городском автомобильном сервисе, не всегда эффективны для сельских территорий. Особого внимания заслуживает противоречие, выявленное в источниках. С одной стороны, централизация ремонтных мощностей позволяет снизить удельные затраты на оборудование. С другой стороны, удаленность многих сельскохозяйственных предприятий от центральных сервисных центров делает такой подход неоправданным с точки зрения транспортных расходов и времени простоя техники.

В отличие от промышленного автомобильного сервиса, где преобладает стационарное обслуживание, для АПК более перспективным представляется гибридный подход. Он предполагает сочетание стационарных мощностей для проведения капитальных и сложных ремонтов с передвижными средствами для текущего обслуживания и устранения мелких неисправностей. Такая модель позволяет минимизировать простои техники в критичные агросроки.

На основе обзора литературы можно выделить следующие направления совершенствования управления: развитие передвижных ремонтных мастерских для приближения сервиса к местам эксплуатации техники; внедрение информационных систем учета и планирования для оптимизации загрузки и управления запасами; повышение квалификации персонала через систему непрерывного обучения; разработку гибких графиков работы с учетом сезонности.

Заключение. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса в АПК включает стационарные и передвижные объекты, обеспечивающие техническую готовность автомобильного парка. Специфика АПК (сезонность, территориальная рассредоточенность, многообразие техники) требует адаптации общих подходов к управлению сервисной инфраструктурой. В литературе выделяются традиционный и адаптивный подходы к управлению, причем для условий АПК более перспективным представляется гибридный подход, сочетающий стационарное и передвижное обслуживание. Ключевыми направлениями совершенствования управления являются цифровизация процессов, развитие передвижного сервиса и оптимизация запасов запасных частей.

Библиографический список

1. Перспективы применения системно-информационного подхода к формированию качества плодоовощной продукции при уборке, транспортировке и хранении / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 841–855.

2. Ханалиев, Г. И. Управление адаптацией предприятий автомобильного транспорта в условиях нестабильности внешней среды / Г. И. Ханалиев // Российское предпринимательство. – 2009. – № 3-1. – С. 98–103.

3. Нуриманов, И. Ш. Современные подходы в управлении сервисным обслуживанием автотранспортного предприятия / И. Ш. Нуриманов // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 4. – С. 144-147.

4. Саков, Н. В. Анализ IT-систем на организацию процесса работы автосервисов / Н. В. Саков // Компьютерные системы и сети : сборник статей 60-й научной конференции. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 416–418.

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.

УДК 631.3

*Чемезов В.А., студент 3 курса,
Трафимова А.В., студент 3 курса,
Богунова Т.А., студент 3 курса
ФГАОУ ВО СФУ, г. Красноярск, РФ*

ВНЕДРЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМУ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА АПК: ОБЗОР ПОДХОДОВ

Аннотация. Технический сервис машинно-тракторного парка играет ключевую роль в обеспечении непрерывности сельскохозяйственных работ, особенно в период напряженных полевых кампаний. При этом традиционная организация обслуживания и ремонта техники часто сопровождается потерями времени, неравномерной загрузкой персонала, избыточными перемещениями, ожиданием запасных частей и повторными операциями.

В статье рассмотрены основные подходы к внедрению бережливого производства в систему технического сервиса АПК на основе анализа научных публикаций. Показано, что наибольший эффект достигается при сочетании стандартизации работ, визуального управления, 5S, управления запасами по принципам вытягивания и профилактической организации обслуживания. Обосновано, что бережливые решения в сервисной системе следует адаптировать к сезонности сельскохозяйственного производства и ограниченности ресурсов. Предложена логика поэтапного внедрения, ориентированная на сокращение потерь и повышение технической готовности машин.

Введение. Эффективность работы машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе определяется не только составом техники и уровнем ее изношенности, но и качеством организации технического сервиса. В научной литературе подчеркивается, что рациональная эксплуатация машинно-тракторного парка невозможна без своевременного технического обслуживания и ремонта, поскольку именно эти процессы определяют готовность техники к выполнению производственной программы. Для сельского хозяйства это особенно важно из-за высокой сезонности работ, когда даже кратковременные простои приводят к ощутимым потерям урожая и росту издержек [5].

В последние годы внимание исследователей все чаще обращается к концепции бережливого производства как к инструменту повышения эффективности не только в промышленности, но и в аграрной сфере. В обзорах и прикладных исследованиях отмечается, что бережливый подход позволяет выявлять и устранять потери, связанные с ожиданием, лишними перемещениями, перепроизводством, избыточными запасами и дефектами процессов. Для технического сервиса МТП эта логика особенно актуальна, поскольку ремонтно-обслуживающие процессы сами по себе содержат множество действий, не создающих ценности для конечного результата, то есть для исправной и готовой к работе машины [6].

Цель настоящей статьи состоит в обзоре основных подходов к внедрению бережливого производства в систему технического сервиса машинно-тракторного парка АПК и в систематизации инструментов, которые могут быть адаптированы к условиям сельскохозяйственных предприятий. В качестве научной базы использованы публикации, посвященные техническому сервису в АПК, развитию обслуживания сельскохозяйственной техники и применению бережливых принципов в аграрной экономике.

Материалы и методы. Статья имеет обзорный характер и основана на анализе научных публикаций, раскрывающих проблематику технического сервиса сельскохозяйственной техники и возможности применения бережливого производства в агропромышленном комплексе. В качестве методов исследования использованы сравнительный анализ, обобщение, систематизация и логический анализ содержания научных источников.

При отборе материалов учитывались три критерия: соответствие теме технического сервиса машинно-тракторного парка, наличие в статье описанных управленческих или организационных решений и практическая применимость выводов к условиям АПК. Дополнительно использовались публикации, посвященные устойчивому развитию технического сервиса и тенденциям его совершенствования.

Результаты. Анализ научных публикаций показывает, что ключевая проблема технического сервиса МТП заключается не столько в самом факте наличия ремонтной базы, сколько в организации процессов внутри нее. В условиях сельскохозяйственного производства значительная доля потерь возникает из-за несогласованности между потребностью в обслуживании и фактической доступностью персонала, оборудования и запасных частей. В

работах, посвященных техническому сервису в АПК, подчеркивается, что качество и своевременность обслуживания являются важным фактором устойчивости аграрной экономики. В этом контексте бережливое производство может рассматриваться не как модная управленческая концепция, а как способ более рациональной организации уже существующих процессов [4].

Наиболее часто в исследованиях по бережливому производству упоминаются потери, связанные с ожиданием, лишними перемещениями, избыточными запасами и дефектами. Если перенести эту логику на технический сервис МТП, то можно выделить следующие типичные проблемы: ожидание прибытия техники в ремонтную зону, поиск инструмента и документации, несвоевременная доставка расходных материалов, повторные дефекты после обслуживания, а также неравномерная загрузка ремонтных постов. Именно эти элементы формируют основу для внедрения бережливых решений [6].

Особое значение для технического сервиса имеет стандартизация. Когда техническое обслуживание выполняется по понятному и повторяемому алгоритму, снижается вероятность ошибок и сокращается время выполнения типовых операций. Исследования по развитию технического сервиса сельскохозяйственной техники показывают, что модернизация обслуживания должна опираться на организационные и технологические решения, направленные на повышение надежности и готовности машин. В этом смысле бережливый подход логично дополняет классические методы организации ТО и ремонта, а не заменяет их [2].

В аграрной сфере перспективными являются инструменты 5S, визуальное управление, карта потока создания ценности и система вытягивания для запасных частей. Их применение позволяет уменьшить время поиска, упорядочить рабочие зоны и сократить непроизводительные перемещения. Для ремонтных подразделений это особенно важно, поскольку небольшие потери времени в течение дня в сумме дают заметный спад производительности. Дополнительный эффект дает профилактическая организация технического обслуживания, ориентированная на предупреждение отказов, а не только на устранение последствий неисправностей [5, 4].

Отдельного внимания заслуживает вопрос складского обеспечения. Для технического сервиса МТП характерны как дефицит, так и избыточное накопление запасных частей. Бережливый подход предлагает удерживать минимально достаточный запас, ориентируясь на фактическое потребление и частоту отказов. В аграрных условиях это особенно важно, поскольку замороженные в запасах средства снижают гибкость предприятия. В исследовании, посвященном концепции бережливого производства в АПК, подчеркивается, что адаптация этой концепции должна учитывать специфику сельскохозяйственного производства, включая сезонность и ограниченность ресурсов [6].

Таблица 1 – Основные подходы к внедрению бережливого производства в техническом сервисе МТП АПК. Источник: составлено автором на основе материалов [1-7]

Подход	Содержание	Ожидаемый эффект
5S	Организация рабочих мест, инструмента, документации и зон хранения	Сокращение времени поиска, повышение порядка и безопасности
Стандартизация ТО	Единые алгоритмы выполнения типовых операций	Снижение ошибок, повышение повторяемости результата
Визуальное управление	Маркировка, обозначение статусов, наглядный контроль	Ускорение принятия решений и контроля состояния процесса
Вытягивающее управление запасами	Пополнение запасов по фактической потребности	Снижение излишков и дефицита деталей
Профилактическое обслуживание	Обслуживание до наступления отказа	Снижение простоев и аварийных ремонтов
Анализ потока работ	Выявление узких мест и непроизводительных операций	Сокращение потерь времени и повышение пропускной способности

Как показывает анализ, наибольший эффект достигается не от отдельного инструмента, а от их комбинации. Например, внедрение 5S без стандартизации работ дает только частичный результат, а стандартизация без визуального контроля не обеспечивает достаточной прозрачности процессов. В исследованиях по бережливому производству в сельском хозяйстве подчеркивается, что именно системность подхода является условием успешного внедрения. Для технического сервиса МТП это означает необходимость связать мастерскую, склад, диспетчеризацию и планирование полевых работ в единую управляемую цепочку [6, 1].

На практике особую роль играет цифровая поддержка бережливых решений. Электронный учет заявок, наработки машин и выполненных операций позволяет быстрее выявлять повторяющиеся неисправности и планировать обслуживание более точно. Хотя цифровизация сама по себе не является бережливым инструментом, она усиливает его эффект за счет лучшей прозрачности и управляемости. В современных исследованиях по сельскому хозяйству отмечается, что оптимизация обслуживания на основе планирования и рационального использования ресурсов снижает простои и повышает производительность [7].

Обсуждение. Результаты обзора позволяют утверждать, что внедрение бережливого производства в технический сервис машинно-тракторного парка АПК целесообразно, но требует адаптации к отраслевой специфике. В промышленности lean-подходы обычно реализуются в условиях более стабильного спроса и ритмичного производства. В сельском хозяйстве ситуация иная: нагрузка на сервис резко возрастает в пиковые периоды, а часть техники в межсезонье простаивает. Поэтому прямое копирование промышленных схем здесь малопродуктивно.

Наиболее реалистичным представляется поэтапный путь внедрения. На первом этапе следует навести порядок в рабочих местах и документации, затем стандартизировать типовые операции, после чего перейти к управлению запасами и постоянному улучшению процессов. Такой подход снижает сопротивление персонала, поскольку изменения становятся постепенными и понятными. Кроме того, он не требует крупных инвестиций на старте, что важно для многих сельскохозяйственных организаций.

Отдельная проблема связана с кадрами. Бережливое производство в техническом сервисе не работает без включенности мастеров, слесарей, инженеров и механизаторов. Если персонал не понимает смысла изменений, инструменты превращаются в формальность. Именно поэтому внедрение должно сопровождаться обучением, разъяснением целей и вовлечением работников в выявление потерь. В научной литературе по АПК бережливый подход часто рассматривается как элемент организационного развития предприятия, а не только как набор технических приемов.

Для оценки результата внедрения целесообразно использовать несколько показателей: время простоя машин, долю повторных ремонтов, среднее время выполнения ТО, оборачиваемость запасов, коэффициент технической готовности и число незапланированных отказов. Такой набор позволяет оценить не только экономический, но и эксплуатационный эффект. В ряде исследований по модернизации и развитию технического сервиса подчеркивается, что повышение готовности техники напрямую связано с качеством организации технического обслуживания [3, 2].



Рисунок 1 – Схема внедрения бережливого производства в техническом сервисе МТП АПК

Заключение. Обзор научных источников показывает, что бережливое производство обладает высоким потенциалом для повышения эффективности технического сервиса машинно-тракторного парка АПК. Наиболее перспективными направлениями внедрения являются стандартизация работ, организация рабочих мест по системе 5S, визуальное управление, профилактическое обслуживание и оптимизация запасов. Эти меры позволяют сократить потери времени, уменьшить простои техники и повысить ее техническую готовность.

Вместе с тем, успешное внедрение требует учета сезонности сельскохозяйственного производства, ограниченности ресурсов и кадровых особенностей сервисных подразделений. На практике наиболее устойчивый результат дает не отдельный инструмент, а комплексный и поэтапный подход, при котором бережливое производство становится частью общей системы управления техническим сервисом.

Библиографический список

1. Бигун, Ю. И. Инновационное развитие сельскохозяйственной организации с использованием принципов бережливого производства / Ю. И. Бигун // Экономика и социум. — 2021. — № 6-2 (85). — С. 628–631.
2. Журилин, А. Н. Тенденции развития технического сервиса современной сельскохозяйственной техники / А. Н. Журилин // Наука без границ. — 2017. — № 1 (6). — С. 11–17.
3. Забара, К. А. Совершенствование технологического процесса подготовки техники к хранению / К. А. Забара, В. В. Терентьев, В. А. Киселев // Вестник РГАТУ. — 2024. — № 1. — С. 101–113.
4. Технический сервис в АПК как фактор устойчивого развития аграрной экономики / Т. И. Кружкова, О. А. Рущицкая, К. П. Стожко, Д. К. Стожко // Аграрный вестник Урала. — 2020. — Специальный выпуск «Экономика». — С. 46–53.
5. Сергеева Н.В. Исследование условий эффективного использования отечественного машинно-тракторного парка в АПК // Агроинженерия. 2009. №8-2. С. 26–28
6. Хатунцев, В. В. Возможность применения концепции бережливого производства для предприятий АПК / В. В. Хатунцев, Д. Ю. Стурова // Наука и Образование. — 2025. — Т. 8, № 2. — EDN BCDTHO. Strategic Plant Maintenance Planning in Agriculture by Integrating Lean Principles and Optimization.” International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 2024.
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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. — С. 6-12.

СЕКЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

УДК 656.02

*Азнабаев А.Р.
ФГБОУ ВО УУНУТ, г. Уфа, РФ*

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ТЕХНОЛОГИИ, СТРАТЕГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Транспортная инфраструктура является одним из ключевых элементов экономического развития любого государства, обеспечивая связанность территорий, мобильность населения и эффективность грузоперевозок. В последние десятилетия транспортные системы претерпевают значительные изменения под воздействием цифровых технологий, что требует научного осмысления и систематизации происходящих процессов.

Современные транспортные системы переживают период глубокой технологической трансформации, обусловленной развитием цифровых технологий, ростом урбанизации и необходимостью обеспечения экологической устойчивости [1]. Данная трансформация затрагивает все аспекты транспортной отрасли — от управления дорожным движением до логистики грузоперевозок.

Развитие транспортной системы является одним из ключевых факторов обеспечения единства социально-экономического пространства страны и её регионов. Стратегическое планирование развития транспортной системы представляет собой важную составляющую управления целостностью и связанностью экономического пространства страны [4]. В Российской Федерации транспортом ежегодно создаётся около 10 % ВВП, что подчёркивает критическую значимость этой отрасли для национальной экономики [4].

Вместе с тем постоянный рост количества автотранспортных средств при неизменном состоянии дорожной инфраструктуры является основной причиной увеличения продолжительности транспортных корреспонденций в крупных промышленных городах [5]. Данная проблема обуславливает необходимость поиска инновационных решений для оптимизации транспортных процессов.

Целью настоящей статьи является анализ основных направлений цифровой трансформации транспортной инфраструктуры, включая применение технологий Индустрии 4.0, развитие интеллектуальных транспортных систем (ИТС), а также оценка стратегических подходов к модернизации транспортного комплекса.

Концепция Индустрии 4.0 предполагает глубокую интеграцию цифровых технологий во все сферы экономики, включая транспорт. Применение данных технологий в интеллектуальных транспортных системах открывает

принципиально новые возможности для повышения эффективности и безопасности перевозок.

Среди ключевых технологий Индустрии 4.0, применяемых в интеллектуальных транспортных системах, следует выделить Интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data), облачные решения, автономные транспортные средства и беспилотные летательные аппараты, блокчейн, а также автоматизацию и робототехнику [2]. Данные технологии формируют основу для создания «умных» транспортных систем, способных адаптироваться к изменяющимся условиям в режиме реального времени.

Интернет вещей обеспечивает сбор данных с множества датчиков и устройств, установленных на транспортных средствах и объектах инфраструктуры, что позволяет осуществлять мониторинг состояния транспортной системы в режиме реального времени. Технологии предиктивной аналитики на основе больших данных позволяют прогнозировать возникновение неисправностей оборудования и оптимизировать графики технического обслуживания, существенно снижая эксплуатационные расходы [2].

Облачные решения обеспечивают централизованное хранение и обработку больших объемов транспортных данных, а также предоставляют инструменты для совместного управления транспортными потоками различными участниками. Автономные транспортные средства и беспилотные летательные аппараты демонстрируют значительный потенциал для повышения безопасности и эффективности перевозок, однако их массовое внедрение требует решения ряда технических и правовых вопросов [2].

Интеллектуальные транспортные системы представляют собой комплексное решение, объединяющее информационные технологии, средства связи и методы управления для обеспечения безопасного и эффективного функционирования транспортной системы. Информатика играет ключевую роль в развитии транспортной инфраструктуры, обеспечивая разработку и внедрение систем автоматизированного управления транспортными потоками, навигационных систем и средств мониторинга. Цифровизация транспортной инфраструктуры предполагает создание единого информационного пространства, объединяющего все элементы транспортной системы [3].

Важнейшим инструментом информатики в транспортной сфере являются системы глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Эти системы обеспечивают точное определение местоположения транспортных средств, что позволяет оптимизировать маршруты движения, повысить безопасность перевозок и обеспечить эффективный мониторинг автопарка [3]. Улучшение логистики в грузоперевозках обеспечивается координацией работы автопарков на основе данных систем позиционирования, что повышает эффективность перевозок и снижает издержки [3].

Ключевые элементы ИТС включают автоматическое регулирование движения на основе анализа данных с дорожных камер и датчиков, использование искусственного интеллекта для прогнозирования пробок и

управления светофорами, а также беспилотные транспортные средства, демонстрирующие потенциал для сокращения влияния человеческого фактора и повышения безопасности на дорогах [3].

Цифровизация является одним из главных факторов модернизации транспортных систем. Внедрение цифровых технологий позволяет не только повысить эффективность управления транспортными потоками, но и обеспечить экологическую устойчивость транспортной системы за счёт оптимизации маршрутов, снижения расхода топлива и уменьшения выбросов загрязняющих веществ [1].

Применение искусственного интеллекта в транспортной инфраструктуре является ключевым драйвером интеллектуализации транспортных систем. Широкий спектр методов машинного обучения и глубокого обучения находит применение в различных областях транспортной инфраструктуры, тем самым они обеспечивают качественно новый уровень управления и оптимизации.

Искусственный интеллект позволяет прогнозировать загруженность транспортных потоков. Модели глубокого обучения, в частности, рекуррентные нейронные сети и графовые нейронные сети, демонстрируют точность прогнозирования загруженности дорожной сети на уровне 92–95 % на горизонте до 60 минут. Алгоритмы обучения с подкреплением применяются для оптимизации управления светофорными циклами, обеспечивая снижение средней задержки на перекрёстках на 20–30 % по сравнению с фиксированными режимами.

Системы компьютерного зрения на основе свёрточных нейронных сетей используются для автоматического распознавания номерных знаков, классификации транспортных средств, детекции пешеходов и велосипедистов, а также выявления аварийных ситуаций и дорожных инцидентов.

Алгоритмы ИИ позволяют решать задачи маршрутизации транспортных средств с учётом динамически изменяющихся условий — загруженности дорог, погодных факторов, временных окон доставки, — обеспечивая экономию топлива на 10–15 % и сокращение времени доставки на 20 %.

Модели машинного обучения, обученные на исторических данных о состоянии дорожного покрытия, мостов и инженерных сооружений, позволяют прогнозировать момент наступления критического износа и оптимизировать графики ремонтных работ, сокращая расходы на содержание инфраструктуры на 15–25 %.

Стоит отметить проблемы транспортной доступности в городах. Транспортная доступность городов является одной из наиболее актуальных проблем современной урбанистики, непосредственно влияющей на качество жизни населения и экономическую эффективность городских агломераций.

Резкое увеличение численности подвижного состава на улицах городов обусловлено рядом причин: существенным ростом на автомобильном рынке сегмента бюджетных моделей автомобилей; строительством многоэтажных жилых комплексов в центральных частях городов, что приводит к значительному увеличению количества транспортных средств при неизменном

состоянии дорожной сети; а также ростом потребительского кредитования, стимулирующего продажи новых автомобилей [5].

Негативным фактором, снижающим пропускную способность дорог, является хаотичная парковка легковых автомобилей на центральных улицах городов, которая приводит к уменьшению ширины проезжей части. В пиковые периоды трудовых миграций населения скорость движения транспортного потока на центральных улицах снижается до 10–15 км/ч, а зачастую и к длительным простоям автомобилей [5].

Для решения проблем транспортной доступности предлагается применение интеллектуальных транспортных систем, внедрение которых позволит оптимизировать процесс движения автомобилей, повысить пропускную способность дорог и улучшить транспортную доступность городов. Одним из приоритетных направлений является внедрение системы адаптивного управления светофорными объектами — системы «умный светофор», которая позволяет анализировать трафик на конкретном пересечении улиц и в зависимости от их загруженности выбирать определённый режим работы светофора [5].

Стратегическое планирование развития транспортной системы имеет особое значение для Российской Федерации с учётом масштабов территории страны и неравномерности распределения экономических ресурсов. В 2008 году была принята Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года. В ходе реализации данной стратегии было выполнено множество проектов по развитию транспортного комплекса, включая строительство и реконструкцию дорог федерального значения, портовых мощностей и судоходных гидроузлов. Однако при анализе достижения целевых показателей установлено, что полностью выполнены только 10 из 24 целевых показателей [4].

Основными факторами, которые сказались на ходе реализации стратегии, стали произошедшие внешнеэкономические изменения, потребовавшие адаптации экономики Российской Федерации к новым условиям, а также недофинансирование мероприятий. В мировой практике на поддержание и развитие транспортной системы тратится от 6 % до 15 % ВВП, тогда как в России данный показатель составляет не более 3 % [4].

В 2021 году была принята новая Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Основной целью реализации её мероприятий стало удовлетворение спроса экономики и общества на конкурентоспособные и качественные транспортные услуги. В новой редакции стратегии сделан акцент на торговлю с азиатскими странами, развитие межрегиональной и внешней связанности экономического пространства страны, а также на цифровую и низкоуглеродную трансформацию отрасли [4].

В рамках национальных проектов, направленных на развитие транспортной системы России, выделено более 9 трлн рублей, в том числе по национальному проекту «Безопасные качественные дороги» — 3,949 трлн

рублей. Основные риски нереализации стратегии связаны с ростом цен на строительные материалы, введением финансовых и транспортных санкций, несогласованностью нормативно-правовых документов, а также сложностью привлечения внебюджетного финансирования [4].

Если говорить про перспективы интеграции цифровых технологий в транспортную инфраструктуру, то анализ современных тенденций показывает, что дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры неразрывно связано с интеграцией цифровых технологий во все элементы транспортной системы. Применение больших данных в транспорте открывает новые возможности для анализа пассажиропотоков, прогнозирования нагрузок на инфраструктуру и разработки более эффективных маршрутов. Обработка данных с камер наблюдения и датчиков помогает выявлять узкие места в дорожной сети. Системы искусственного интеллекта способны не только прогнозировать дорожные ситуации, но и предлагать оптимальные решения в режиме реального времени [3].

Интеграция транспортных систем с логистическими платформами обеспечивает координацию различных видов транспорта, оптимизацию цепочек поставок и снижение совокупных транспортных издержек. Безопасность транспортных систем обеспечивается за счёт внедрения современных систем мониторинга и предупреждения аварийных ситуаций [1]. Экологическая устойчивость достигается путём перехода на альтернативные виды топлива и оптимизации транспортных процессов, что способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду [1].

Внедрение интеллектуальных систем на транспорте позволяет снизить число аварийных ситуаций на дорогах. Применение ИТС позволяет диспетчерской службе отслеживать маршрут движения автомобиля и контролировать скоростной режим и соблюдение правил дорожного движения [5].

Таким образом, цифровая трансформация транспортной инфраструктуры является многоаспектным процессом, требующим комплексного подхода. Технологии Индустрии 4.0, включая Интернет вещей, большие данные, облачные решения и искусственный интеллект, создают основу для формирования интеллектуальных транспортных систем нового поколения [2]. Применение методов искусственного интеллекта — глубокого обучения, компьютерного зрения, обучения с подкреплением — обеспечивает качественно новый уровень прогнозирования транспортных потоков, оптимизации маршрутов и предиктивного обслуживания инфраструктуры. Роль информатики в данном процессе является определяющей, обеспечивая инструментарий для сбора, обработки и анализа транспортных данных [3].

Реализация Транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 года создаёт институциональную основу для системной модернизации транспортного комплекса, однако её успешное выполнение требует преодоления ряда финансовых, технологических и организационных барьеров [4]. Решение проблем транспортной доступности городов требует внедрения

интеллектуальных транспортных систем, в частности систем адаптивного управления дорожным движением [5].

Дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры должно быть направлено на комплексную интеграцию цифровых технологий, совершенствование стратегического планирования и обеспечение устойчивого развития транспортных систем с учётом экономических, экологических и социальных факторов [1].

Библиографический список

1. Современные тенденции развития транспортных систем: проблемы и перспективы / О.Х. Куллыева, А.Ч.О. Артыков, А.А. Абдырейимов, П.Х. Ысламов // Наука и мировоззрение. – 2025. – № 61. С. 140-145.

2. Сысоенко, М.В. Анализ применения технологий Индустрии 4.0 в интеллектуальных транспортных системах / М.В. Сысоенко, А.С. Лебедева // ЭПИ. – 2024. – № 4. – С. 30-39.

3. Интеллектуальные транспортные коммуникации: роль информатики в развитии инфраструктуры / А.О. Сапаров, С. Дадебаев, Г. Тойлыбаева, М. Шадурдыева // Наука и мировоззрение. – 2025. – № 33. С. 15-19.

4. Лебедева, Н.А. Проблемы и особенности реализации транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 года / Н.А. Лебедева // Научный результат. Экономические исследования. – 2023. – Т. 9, № 2. – С. 74-84.

5. Основные направления транспортной доступности в городах / А.В. Шемякин, М.Б. Латышенко, Т.В. Мелькумова [и др.] // Транспортное дело России. – 2019. – № 4. – С. 111-113.

6. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 6-12.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПОЧЕК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

На предприятиях АПК должны быть налажены все сферы осуществления эффективного производства продукции в силу того, что функционирование данных структур крайне зависит от экономической эффективности и рентабельности производства.

Существуют животноводческие предприятия, ориентированные на производство продукции того или иного назначения: фермы КРС мясного, молочного или мясомолочного направления, овцеводческие фермы, свинарники, птицефабрики и т.п. Производительность предприятий напрямую зависит от степени налаженности работы выполнения отдельных процессов, которые в совокупности выполняют единую задачу – произвести качественный товар. Так, например, на молочной ферме КРС можно выделить следующие операции, которые требуют контроля, механизации и автоматизации:

- процесс доения осуществляется ручным способом или механизированным (доильные аппараты, доильные залы по типу «Параллель», «Карусель», «Side by side») [1];
- обработка молока, то есть его пастеризация, охлаждение, в некоторых случаях биохимический анализ при помощи цифровых инструментов в целях отбраковки некачественного продукта [2];
- загон, выгон, управление движением стада осуществляется ручным трудом (пастухи), механизированным способом (электропастух, основанный на принципе ограждение пастбища электрической стеной);
- кормление осуществляется с применением таких сельскохозяйственных машин, как смесители кормов, кормораздатчики;
- поение осуществляется за счет налаженной линии водоснабжения и комплектов поилок на каждую секцию;
- уборка навоза осуществляется навозоуборочными машинами, бульдозерами, грейдерами;
- логистика включает в себя транспортировку непосредственно скота (например, при продаже или покупке голов более продуктивной породы), а также транспортировку производимой продукции, в данном случае молока [3].

В контексте динамики современных экономических интеграционных процессов логистика на предприятиях АПК налажена на достаточном уровне, что приводит к потребности предприятий в технико-машинном обеспечении комплексов для улучшения и оптимизации цепочек поставок товаров и услуг. Предлагается рассмотреть наименее заполненную нишу данного сектора рынка,

а именно наземно-транспортные средства для перевозки и транспортировки животных и птиц на животноводческих аграрных предприятиях.

Универсальный полуприцеп «Тонар». Назначение: осуществление перевозки КРС, свиней, овец и других животных в один ярус. Данная машина не требует использования специализированных погрузочных и разгрузочных агрегатов – пандусы, эстакады и др.

Кузов машины обладает жесткой конструкцией, которая в свою очередь, разделена на четыре сектора с внутренними перегородками, которые изготавливаются из антикоррозийных листов с особым профилем.

Для процессов загрузки и выгрузки скота в секторе заднего блока устанавливают опускающуюся дверь-ворота, приводящаяся в движение механическим приводом и ограниченная подъемными ограждениями. Шасси на данной машине имеет две оси с увеличенным межосевым расстоянием.

Подвеска зависимая, состоящая из упругих продольных рычагов, снабженных пневматическими упругими элементами и телескопических гидравлических амортизаторов.

Тормозная система включает в себя пневматический двухпроводной привод, автоматический регулятор тормозных усилий и антиблокировочную тормозную систему (ABS), при тормозных механизмах барабанного типа [4].

Стояночная тормозная система содержит механический привод, содержащий пружинные энергоаккумуляторы и пневматический кран управления.

Аварийная тормозная система состоит из механического привода и тормозных механизмов.

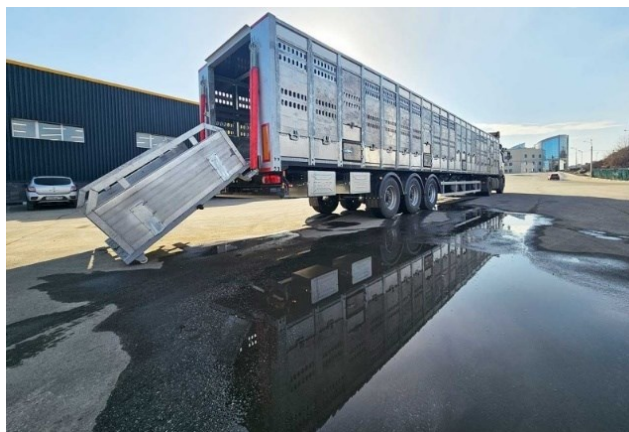


Рисунок 1 – Полуприцеп «Тонар-9887»

В зависимости от комплектации и модификации на машинах устанавливаются:

- вентиляционные заслонки из стали, которые имеют возможность регулировки степени открытия и закрытия вентиляционных отверстий;
- система поения, включающая бак для чистой воды объемом 170 литров, с пневматическим приводом для автоматической подачи воды в поилки;

– система освещения кузова, включающая опции освещения заднего трапа для осуществления погрузки скота и освещение внутреннего пространства в кузове, где находятся животные во время транспортировки;

– по желанию клиента также возможно дооборудование машины аварийным трапом и боковыми люками для осуществления ручного кормления, поения или внешнего осмотра состояния скота внутри кузова, не открывая его.

Агрегатируется данная машина с седельными тягачами.

Наиболее востребованными на рынке и в массовом производстве полуприцепы «Тонар» для транспортировки сельскохозяйственного скота являются «Тонар-98262» и «Тонар-9887» (рис. 1). Популярность данных машин обуславливается доступной стоимостью, универсальностью использования, простотой в обслуживании и эксплуатации, взаимозаменяемостью и доступностью покупки запасных частей, ремонтпригодностью, стойкостью к перепадам температур, повышению влажности, ультрафиолетовому излучению, отсутствием особых условий хранения техники, ликвидностью на вторичном рынке, совместимостью с большинством типов сельскохозяйственной техники, возможностью поения и кормления во время транспортировки [5].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика «Тонар-98262» и «Тонар-9887»

Параметр	«Тонар-98262»	«Тонар-9887»
Число перевозимых животных, гол. КРС массой:		
- до 600 кг	26	32
- до 450 кг	33	40
- до 200 кг	54	65
- свиней	до 90	до 120
Внутренние размеры кузова, мм.	13500*2550*1950	16700*2550*2014
Масса, т.:		
-перевозимого груза	22,0	20,8
- снаряженная	9,36	11,15

Полуприцеп «Тонар-98882» (рис. 2). Назначение: осуществление транспортировки бройлерных кур при клеточном их содержании во время перевозки – пластиковые ящики, размещенные на паллетах.

Данная машина оборудована системой вентиляции на передних щитах и дверях. Вентиляция помещения в кузове необходима в силу того, что куриный помет значительно повышает концентрацию азота, больше допустимой, что негативно влияет на здоровье живых существ. В зависимости от модификации производителем предлагается два типа укрытия кузова: зимний и летний тенты. Осуществление процессов загрузки и выгрузки паллетов производится при помощи автопогрузчиков через задние ворота кузова. Напольное покрытие кузова состоит из нержавеющей оцинкованного металлического листа с рифленым профилем. Агрегатируется данная машина с седельными тягачами.



Рисунок 2 – Полуприцеп «Тонар-98882»

Тракторный полуприцеп ТПС 6-01 (рис. 3). Назначение: осуществление транспортировки свиней, овец, КРС на территории предприятия, например, перевозки из крытого комплекса к пастбищам или ветеринарным пунктам. Данная машина позволяет оперативно и быстро перемещать животных из одного стационарного пункта в другой в условиях большой территории животноводческих ферм [6].



Рисунок 3 – Полуприцеп «ТПС 6-01»

ТПС 6-01 имеет кузов, обшитый стальными листами, стальной каркас, укрытие в виде тента, а также трап для выгрузки и загрузки скота, который приводится в движение при помощи гидроцилиндров. Помещение внутри кузова разделено на секции и ограничено перегородками. Машина имеет две оси. По заказу клиента возможно дооснащение полуприцепа боковыми дверями, смотровыми окнами.

Агрегатируется данная машина с тракторами тягового класса 2,0.

Обеспечение предприятий АПК современными наземно-транспортными машинами и комплексами направлено на повышение эффективности производства путем налаживания систем поставок и закупок, а также логистических цепочек [7].

Библиографический список

1. Ан, С. И. Перспективы применения автоматизированных систем в молочном животноводстве / С. И. Ан, Н. В. Третьякова // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы III Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 15 мая 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 118-119.
2. Самукова, А. Д. Процессы цифровизации в сельском хозяйстве / А. Д. Самукова, В. А. Позолотина, Г. Н. Глотова // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, Рязань, 28 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 184-185.
3. Мошнин, А. М. Перевозка сельскохозяйственной продукции / А. М. Мошнин, П. И. Гаджиев, Г. Г. Рамазанова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 17 декабря 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 111-115.
4. Повышение эффективности работы грузовых автомобилей в АПК цифровизацией их эксплуатации / И. А. Успенский, И. А. Юхин, П. С. Сеницин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 5(83). – С. 464-474.
5. Панков, П. Д. Применение методов оптимизации в автомобильной и сельскохозяйственной промышленности / П. Д. Панков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2026. – № 1(26). – С. 69-73.
6. Обеспечение рациональных грузоперевозок автотракторным транспортом / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, Е. А. Шамбазов, Д. М. Юмаев // 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. 122-128.
7. Влияние транспортной инфраструктуры на эффективность АПК / Р. Р. Исмаев, И. В. Небольсин, Л. Б. Винникова, М. В. Поляков // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных трудов 9-й Международной молодежной научно-практической конференции, Курск, 18 ноября 2022 года. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С. 101-104.
8. 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.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ: ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ

Агропромышленный комплекс России исторически характеризуется высокой долей транспортной составляющей в совокупных операционных затратах сельскохозяйственных предприятий. Перевозки зерна, картофеля, кормов, удобрений, готовой продукции и сельскохозяйственной техники формируют разветвлённую логистическую сеть, качество функционирования которой напрямую влияет на конкурентоспособность отрасли. Потери при транспортировке урожая, нерациональное использование топлива, простои техники в период уборочных и посевных кампаний обуславливают актуальность внедрения современных информационных решений. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) представляют собой комплекс аппаратно-программных средств, обеспечивающих автоматизацию управления транспортными потоками, мониторинг и оптимизацию работы парка техники. Целью настоящей работы является систематизация и обзор ключевых технологий ИТС, применяемых или перспективных для использования в АПК.

Под интеллектуальными транспортными системами в контексте агропромышленного комплекса следует понимать совокупность технологических решений, интегрирующих цифровую обработку данных, телекоммуникационную инфраструктуру и специализированное программное обеспечение для управления транспортными процессами в сельскохозяйственном производстве. Архитектура таких систем, как правило, включает три функциональных уровня: уровень сбора данных (датчики, навигационные модули, бортовые контроллеры), уровень передачи данных (сотовые сети, спутниковые каналы связи) и уровень аналитики и управления (серверные платформы, веб-интерфейсы и мобильные приложения диспетчеризации). В соответствии с этой классификацией можно выделить несколько групп технологий ИТС, получивших наибольшее распространение в отечественном АПК.

Первую и наиболее зрелую группу образуют системы спутникового мониторинга транспортных средств на основе отечественной навигационной системы ГЛОНАСС и американской GPS. Установка на борт сельскохозяйственной и транспортной техники навигационных трекеров позволяет в режиме реального времени отслеживать местоположение, скорость движения, расход топлива, соблюдение маршрутов и временных регламентов. Применение ГЛОНАСС/GPS мониторинга в АПК способствует сокращению несанкционированных рейсов, снижению расхода горючего на 15–25 % и повышению дисциплины водительского состава [1]. Подобные решения

реализуются на базе, как зарубежных платформ, так и отечественных программно-аппаратных комплексов, что особенно важно в условиях политики импортозамещения [2].

Параллельно с системами навигационного мониторинга в АПК активно развиваются программно-аналитические инструменты оптимизации транспортных маршрутов. В основе этих решений лежат алгоритмы задачи маршрутизации транспортных средств (Vehicle Routing Problem, VRP) и её многочисленные модификации, учитывающие временные окна доставки, грузоподъёмность транспортных средств, состояние дорожной инфраструктуры и сезонные ограничения. Применение таких алгоритмов в логистике зерновых перевозок, доставки картофеля и корнеплодов позволяет сокращать общий пробег автопарка, уменьшать время оборота транспортных единиц и более эффективно распределять нагрузку между автомобилями различной грузоподъёмности [3]. Оптимизация маршрутов грузоперевозок в сельском хозяйстве приобретает особую значимость в период уборочных кампаний, когда интенсивность транспортных потоков резко возрастает и цена простоя техники исчисляется прямыми потерями урожая [4].

Важной составляющей ИТС в АПК являются IoT-датчики и телематические системы, устанавливаемые непосредственно на сельскохозяйственные машины и транспортные средства. Бортовые диагностические модули (OBD-адаптеры, CAN-шинные считыватели) обеспечивают непрерывный сбор данных о техническом состоянии двигателя, трансмиссии, давлении в шинах, температурных режимах агрегатов. Эти данные передаются в облачные аналитические платформы, которые формируют предиктивные модели технического обслуживания: система заблаговременно сигнализирует о приближающейся неисправности до её возникновения, что позволяет планировать ТО в межсезонный период и избегать дорогостоящих аварийных ремонтов в разгар полевых работ. Интеграция телематики с системами навигационного мониторинга создаёт единое цифровое пространство управления техническим парком предприятия.

Перспективным направлением развития ИТС в агропромышленном комплексе является применение беспилотных транспортных средств и аэромобильных платформ. Автономные тракторы и комбайны, оснащённые системами компьютерного зрения, лидарами и мультиспектральными сенсорами, способны выполнять посевные и уборочные операции без участия оператора по заранее запрограммированным маршрутам. Беспилотные летательные аппараты находят применение в аэрофотосъёмке полей, оценке состояния посевов и мониторинге дорожной инфраструктуры хозяйства. В отличие от традиционных транспортных средств, БЛА позволяют охватить обширные площади в короткие сроки, что критически важно для своевременного принятия агрономических решений. Стремительное снижение стоимости беспилотных платформ и совершенствование нормативно-правовой базы их эксплуатации открывают реальные перспективы для массового внедрения данных технологий в российском АПК.

Комплексную интеграцию навигационного мониторинга, маршрутной оптимизации, телематики и управления беспилотной техникой обеспечивают специализированные цифровые платформы управления агропромышленным флотом. Такие платформы представляют собой многоуровневые информационные системы, объединяющие в едином интерфейсе диспетчерские карты, аналитические дашборды, модули планирования рейсов и электронного документооборота. Государственная программа «Цифровое сельское хозяйство» рассматривает подобные платформы как один из ключевых инструментов повышения эффективности АПК, предусматривая субсидирование их внедрения на отечественных сельхозпредприятиях [5]. Среди российских разработок следует отметить платформы, ориентированные на интеграцию с государственными информационными системами — ФГИС «Зерно», ЕФИС ЗСН и др., что существенно упрощает отчётность аграриев перед контролирующими органами.

Несмотря на очевидный потенциал, внедрение ИТС в российском агропромышленном комплексе сопряжено с рядом системных ограничений. Основным барьером выступает инфраструктурный фактор: значительная часть сельских территорий России характеризуется недостаточным покрытием сетями мобильной связи, что затрудняет передачу телематических данных в режиме реального времени. Вторым существенным ограничением является кадровый дефицит: специалисты, способные обслуживать и эксплуатировать цифровые транспортные системы, по-прежнему редки в малых и средних сельхозпредприятиях. Наконец, высокая стоимость первоначального оснащения техники телематическими устройствами создаёт финансовый барьер для небольших фермерских хозяйств. Преодоление этих ограничений требует скоординированных мер государственной поддержки, развития сельской телекоммуникационной инфраструктуры и подготовки профильных кадров.

Таким образом, интеллектуальные транспортные системы формируют новую технологическую парадигму управления транспортными процессами в агропромышленном комплексе. Спутниковый мониторинг, маршрутная оптимизация, предиктивная телематика, беспилотные транспортные средства и интегрированные цифровые платформы в совокупности обеспечивают системный рост эффективности транспортной логистики и снижение операционных издержек сельхозпредприятий. Дальнейшее развитие ИТС в отечественном АПК предполагает расширение инфраструктуры связи на сельских территориях, наращивание государственной поддержки цифровой трансформации и формирование компетентного кадрового потенциала. Реализация этих мер создаёт предпосылки для полноценной цифровой интеграции транспортного сектора в экосистему «умного» сельского хозяйства России.

Библиографический список

1. Юмаев, Д.М. Системы навигации и позиционирования для автотранспорта / Д.М. Юмаев, А.И. Ушанев, О.В. Филлюшин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации: материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2025. – С. 65–70.
2. Троценко, В.М. Спутниковые навигационные системы как развитие цифровизации экономики / В.М. Троценко // Московский экономический журнал. – 2019.
3. Терентьев, О.В. Повышение эффективности грузоперевозок в сельском хозяйстве / О.В. Терентьев, В.В. Терентьев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2026. – С. 60–66.
4. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития / В.Ф. Федоренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 316 с.
5. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». – М.: Минсельхоз России, 2019.

УДК 656.02

*Мертвищев Г.А., аспирант,
Рябчиков Д.С., канд. техн. наук, доцент,
Рембалович Г.К., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРШРУТОВ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА

Ключевые слова: грузовой автомобильный транспорт, маршрутизация, оптимизация маршрутов, автомобильные перевозки, логистика, информационные технологии.

Статья посвящена анализу методов определения маршрутов движения грузового автомобильного транспорта. Рассмотрены теоретические основы, методы оптимизации маршрутов и роль информационных технологий. Отмечены особенности маршрутизации в городской среде и преимущества применения автоматизированных систем.

Грузовой автомобильный транспорт занимает ключевое место в транспортной системе большинства стран, обеспечивая гибкость, мобильность

и оперативность доставки грузов на короткие и средние расстояния. Эффективность функционирования автомобильных перевозок в значительной степени определяется качеством планирования маршрутов движения грузовых транспортных средств. Нерациональный выбор маршрутов приводит к увеличению эксплуатационных затрат, росту времени доставки, перерасходу топлива и ухудшению экологических показателей [1].

В современных условиях усложнения транспортных сетей, роста интенсивности движения и повышения требований к срокам и надежности доставки задача определения оптимальных маршрутов движения грузового автомобильного транспорта приобретает особую актуальность. Это обуславливает необходимость применения научно обоснованных методов маршрутизации, использования информационных технологий и автоматизированных систем поддержки принятия решений.

Целью данной статьи является анализ существующих подходов и методов определения маршрутов движения грузового автомобильного транспорта, а также выявление их преимуществ и ограничений. Для достижения поставленной цели в работе рассматриваются теоретические основы маршрутизации, современные методы оптимизации и практические аспекты применения информационных технологий в сфере автомобильных грузовых перевозок.

Маршрутизация грузовых автомобильных перевозок представляет собой процесс определения последовательности перемещения транспортного средства между пунктами отправления и назначения с учетом заданных ограничений и критериев оптимальности. В качестве таких критериев, как правило, выступают минимизация расстояния, времени перевозки, транспортных затрат или совокупных технико-экономических показателей.

В научной литературе задача определения маршрутов движения грузового транспорта часто формализуется в виде задач теории графов, линейного и нелинейного программирования. Транспортная сеть при этом рассматривается как ориентированный граф, вершины которого соответствуют пунктам погрузки и разгрузки, а дуги — участкам улично-дорожной сети с заданными характеристиками. Выбор маршрута сводится к поиску оптимального пути между заданными вершинами [2].

Одной из наиболее распространенных математических моделей, используемых при определении маршрутов движения грузового транспорта, является задача коммивояжера. Данная задача предполагает нахождение кратчайшего маршрута, проходящего через заданный набор пунктов с последующим возвращением в исходную точку. Несмотря на относительную простоту постановки, при увеличении количества пунктов доставки задача существенно усложняется и требует применения специализированных алгоритмов оптимизации [3].

Для практических задач грузовых автомобильных перевозок более характерной является задача маршрутизации транспортных средств (Vehicle Routing Problem, VRP), предусматривающая необходимость учета нескольких

автомобилей, ограничений по грузоподъемности, времени доставки и режимам работы водителей. Решение подобных задач позволяет существенно сократить пробег транспортных средств и снизить эксплуатационные затраты транспортных предприятий.

При построении маршрутов широко применяются методы теории графов. Транспортная сеть представляется в виде графа, где вершины соответствуют пунктам погрузки и разгрузки, а ребра отражают участки дорожной сети с определенными характеристиками: длиной, временем движения, пропускной способностью и уровнем загруженности. В рамках данного подхода активно используются алгоритмы Дейкстры и Флойда, позволяющие определять кратчайшие пути между узлами транспортной сети [4].

Современные подходы к маршрутизации предполагают применение многокритериальной оптимизации, при которой одновременно учитываются несколько параметров эффективности: минимизация времени перевозки, снижение расхода топлива, уменьшение затрат на техническое обслуживание транспорта и сокращение негативного воздействия на окружающую среду.

Особенностью автомобильных перевозок является высокая зависимость маршрута от внешних факторов: дорожных условий, загруженности улично-дорожной сети, ограничений по массе и габаритам транспортных средств, а также требований к режимам труда и отдыха водителей. Это значительно усложняет задачу маршрутизации и требует учета множества параметров, часто носящих динамический характер.

Современные методы определения маршрутов движения грузового автомобильного транспорта можно условно разделить на аналитические, эвристические и информационно-алгоритмические [5].

В последние годы значительное развитие получили метаэвристические методы оптимизации маршрутов. К числу наиболее перспективных относятся генетические алгоритмы, алгоритмы муравьиной колонии и методы имитации отжига. Их применение позволяет находить рациональные решения даже в условиях высокой сложности транспортной сети и большого количества ограничений [4].

Генетические алгоритмы основаны на моделировании процессов естественного отбора и эволюции. В рамках данного подхода формируется множество возможных маршрутов, после чего посредством операций скрещивания и мутации осуществляется поиск наиболее эффективного варианта перевозки.

Алгоритмы муравьиной колонии основаны на принципах поведения муравьев при поиске кратчайшего пути к источнику пищи. В логистических системах такие алгоритмы позволяют эффективно определять оптимальные маршруты движения транспортных средств в условиях сложной дорожной обстановки.

Широкое распространение получают технологии искусственного интеллекта и машинного обучения. Их применение обеспечивает возможность прогнозирования транспортной ситуации, анализа вероятности возникновения

заторов и автоматического формирования маршрутов с учетом текущих условий эксплуатации.

Аналитические методы основаны на использовании формализованных технико-экономических показателей. В рамках данных подходов оптимальный маршрут определяется путем сопоставления альтернативных вариантов перевозки по показателям себестоимости, времени доставки, пробега и загрузки транспортных средств. Такие методы отличаются относительной простотой и наглядностью, однако их применение ограничено сложностью учета большого числа факторов и изменяющихся условий движения.

Эвристические методы предполагают использование приближенных алгоритмов, позволяющих получать рациональные, хотя и не всегда строго оптимальные решения. Они широко применяются при маршрутизации в городских условиях, где транспортная обстановка отличается высокой изменчивостью. Преимуществом эвристических методов является их адаптивность и возможность практического применения в реальных условиях эксплуатации.

Значительное развитие получили методы, основанные на использовании информационных технологий и специализированного программного обеспечения. Автоматизированные системы маршрутизации позволяют учитывать данные о дорожной сети, интенсивности движения, ограничениях для грузового транспорта и текущей транспортной обстановке. Применение таких систем способствует снижению холостого пробега, оптимизации загрузки автопарка и повышению общей эффективности перевозочного процесса [2].

Информационные технологии играют ключевую роль в современном процессе определения маршрутов движения грузового автомобильного транспорта. Использование навигационных систем, геоинформационных технологий и специализированных логистических программ позволяет существенно повысить точность и обоснованность принимаемых решений [1].

Современные информационные технологии являются важнейшим элементом системы управления грузовыми автомобильными перевозками. Использование спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС обеспечивает возможность непрерывного контроля местоположения транспортных средств и оперативного управления процессом перевозки [1].

Большое значение имеют геоинформационные системы (GIS), позволяющие визуализировать транспортные маршруты, анализировать дорожную ситуацию и моделировать различные варианты движения. Интеграция GIS-технологий с логистическими платформами обеспечивает повышение точности планирования перевозок и сокращение времени доставки грузов.

В современных логистических системах активно применяются Transportation Management System (TMS) — системы управления транспортом. Данные программные комплексы позволяют автоматизировать процессы распределения заказов, формирования маршрутов, контроля выполнения перевозок и анализа эффективности работы автопарка.

Перспективным направлением является использование технологий Big Data и Интернета вещей (IoT). Анализ больших массивов данных позволяет учитывать погодные условия, интенсивность транспортных потоков, статистику возникновения заторов и особенности поведения водителей.

Автоматизация маршрутизации обеспечивает возможность оперативного пересчета маршрутов при изменении внешних условий, таких как возникновение заторов, дорожно-транспортных происшествий или временных ограничений движения. Это особенно важно для городских перевозок, где транспортная ситуация может изменяться в течение короткого промежутка времени.

Кроме того, информационные системы позволяют интегрировать процессы маршрутизации с управлением автопарком, планированием графиков работы водителей и контролем выполнения перевозок. В результате достигается комплексный эффект, выражающийся в снижении эксплуатационных затрат, повышении надежности доставки и улучшении качества транспортного обслуживания.

Маршрутизация грузовых автомобильных перевозок в условиях города имеет ряд специфических особенностей. К ним относятся высокая плотность транспортных потоков, наличие ограничений на движение грузового транспорта по времени и массе, а также необходимость учета экологических и социальных факторов [5].

В городской среде при определении маршрутов особое значение приобретает минимизация времени доставки и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Это требует применения более сложных моделей маршрутизации, учитывающих не только протяженность маршрута, но и среднюю скорость движения, вероятность возникновения заторов и режимы работы улично-дорожной сети.

Для малых и средних транспортных компаний особую актуальность имеет задача оптимизации маршрутов при ограниченных ресурсах. В таких условиях использование доступных программных решений и упрощенных моделей маршрутизации позволяет добиться существенного повышения эффективности перевозок без значительных капитальных вложений.

Таким образом, определение маршрутов движения грузового автомобильного транспорта представляет собой сложную многокритериальную задачу, эффективность решения которой оказывает непосредственное влияние на экономические показатели транспортных предприятий и качество логистического обслуживания.

Проведенный анализ показывает, что традиционные методы маршрутизации постепенно дополняются современными цифровыми технологиями, основанными на использовании автоматизированных систем, искусственного интеллекта и интеллектуального анализа данных. Использование подобных решений позволяет повысить эффективность перевозочного процесса, снизить эксплуатационные затраты и обеспечить адаптацию транспортных систем к изменяющимся условиям движения.

Наиболее перспективным направлением развития маршрутизации грузовых автомобильных перевозок является внедрение информационных технологий и автоматизированных систем управления. Их использование позволяет повысить обоснованность принимаемых решений, адаптироваться к изменяющимся условиям движения и обеспечить устойчивое развитие транспортных систем [3].

Результаты анализа могут быть использованы при разработке и совершенствовании систем планирования автомобильных грузовых перевозок, а также в учебных и научных исследованиях, посвященных вопросам логистики и управления транспортом.

Библиографический список

1. Автоматизация грузовых перевозок с помощью информационных программ / Д. С. Рябчиков, А. В. Шемякин, И. А. Успенский, В. Н. Мальчиков // Воронежский научно-технический вестник. – 2023. – Т. 4, № 4. – С. 64–77.
2. Селезнев, В. Е. Информационные технологии в маршрутизации грузовых перевозок [Электронный ресурс] / В. Е. Селезнев // Alley Science. – 2023. – № 5. – URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/1May2023/INFORMACIONNYE%20TEHNOLOGII%20V%20MARShRUTIZACII%20GRUZOVYH%20PEREVOZOK.pdf (дата обращения: 13.10.2026).
3. Матвеев, А. Г. Метод определения оптимального маршрута за счет двойственности удельных технико-экономических показателей при организации перевозок [Электронный ресурс] / А. Г. Матвеев, Т. А. Менухова // Nauka-Ru. – 2022. – № 6. – URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/59166/view> (дата обращения: 13.10.2026).
4. Меандров, А. М. Оптимизация маршрутов перевозки грузов для небольших компаний в условиях города / А. М. Меандров // Молодой ученый. – 2021. – № 45. – С. 120–123.
5. Терентьев, А. В. Аналитическая модель организации грузовых автомобильных перевозок в сложной транспортной системе мегаполиса / А. В. Терентьев, С. С. Евтюков, Я. Е. Пирогов // Транспорт Российской Федерации. – 2020. – № 6 (91). – С. 22–27.
6. Виды моделирования дорожного движения/ А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, В. Н. Мальчиков // Научно-технические приоритеты развития АПК России : материалы 77-й международной научно-практической конференции, Рязань, 23 апреля 2026 года. Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2026. – С. 153-158.

ОПТИМИЗАЦИЯ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ ЗАПЧАСТЕЙ

В агропромышленном комплексе простои техники из-за отсутствия необходимой запасной части (ЗЧ) критически влияют на соблюдение агротехнических сроков. По данным отраслевых исследований, простой трактора или комбайна в период посевной или уборочной на 3–5 дней может снизить урожайность на 10–15 % и увеличить потери продукции до 20 % [1]. В то же время избыточные запасы на складах замораживают оборотные средства, причём до 40–60 % номенклатуры может быть невостребованной более года.

Ситуация усугубляется санкционными ограничениями, которые привели к затруднениям с поставкой оригинальных импортных запчастей (John Deere, Claas, CNH Industrial и др.) [2]. Предприятия вынуждены искать баланс между созданием крупных страховых запасов (капиталоёмко) и работой «с колёс» (риск дефицита). Оптимизация складской логистики запчастей становится ключевым резервом повышения технической готовности парка машин без дополнительных капитальных затрат.

Складская логистика запчастей для сельскохозяйственной техники имеет следующие особенности, отличающие её от классической промышленной логистики. Ярко выраженная сезонность потребления, до 70 % заказов на быстроизнашиваемые рабочие органы (ножи косилок, ремни, подшипники, плужные лемеха) приходится на 2–3 месяца в году перед посевной и уборочной [3]. Широкая номенклатура, в среднем для обеспечения бесперебойной работы машинно-тракторного парка требуется 3000–5000 наименований запчастей (от стандартного крепежа до специфических электронных блоков). Неравномерность спроса, на 20 % позиций приходится 80 % отказов («закон Парето»), но дефицит даже редкой позиции может остановить уникальную машину. Длинные цепочки поставок для импортных компонентов (от 4 до 12 недель) при необходимости таможенного оформления и параллельного импорта.

В этих условиях традиционные методы «среднего запаса» ведут либо к дефициту, либо к затовариванию. Оптимизация требует комбинирования аналитических методов и цифровых инструментов.

Выделяются методы оптимизации складской логистики запчастей. ABC-XYZ-анализ можно рассмотреть как базовую матрицу. Наиболее эффективным признано совместное применение ABC-анализа (по денежной стоимости потребления) и XYZ-анализа (по равномерности/прогнозируемости спроса). Классическая методика описана в руководстве [4]. Матрица из 9 групп позволяет для каждой категории установить свой режим управления запасами.

В таблице 1 приведена матрица ABC-XYZ анализа

Таблица 1 – Матрица ABC-XYZ для склада запчастей АПК

	АХ (высокая стоимость, стабильный спрос)	АУ (высокая стоимость, слабые колебания)	АЗ (высокая стоимость, случайный спрос)
ВХ (средняя стоимость, стабильный)	Детали двигателя, масляные фильтры – запасы по системе «минимум-максимум»	Ремни, цепи – сезонное пополнение	Гидрораспределители – наличие 1 ед. страхового
ВУ, ВZ	Аналогично с пересчётом по частоте заказов		
СХ (малая стоимость, стабильный)	Крепёж, шплинты – запас на год «под завязку»	Прокладки, сальники – расчёт по среднему расходу	Редкие электронные датчики – «ноль» (доставка под заказ)

Как показано в работе [5], внедрение ABC-XYZ-анализа на складах запчастей агрохолдингов позволяет снизить средний уровень запасов на 20–25 % при сохранении 95–97 % доступности критических позиций.

Для позиций категорий А и В применяется модель экономичного размера заказа (EOQ) с поправкой на сезонность. Формула EOQ имеет вид: $EOQ = \sqrt{2DS/H}$, где D – годовой спрос (ед.), S – затраты на один заказ (руб.), H – затраты на хранение единицы в год (руб.) [6].

Однако для АПК необходимо учитывать, что спрос не равномерен. Практикой рекомендовано рассчитывать страховой запас (SS) по формуле $SS = k * \sigma * \sqrt{LT}$, где k – коэффициент уровня обслуживания (обычно 1,64 для 95 % доступности), σ – стандартное отклонение спроса за период, LT – среднее время выполнения заказа [7]. Для сезонных позиций вместо стандартного отклонения берётся максимальное отклонение за два аналогичных сезона.

Для дешёвых позиций с высокой частотой потребления (категория СХ, шплинты, гайки, болты, фильтрующие элементы) целесообразно внедрение двухбункерной системы (two-bin) – варианта визуального канбана. При опустошении первого бункера второй выдаётся в работу, а первый идёт под заказ [8]. Этот метод исключает необходимость постоянного компьютерного учёта для 40 % номенклатуры по позициям, но лишь на 10 % по стоимости.

Переход от бумажных карточек к автоматизированным системам управления складом (WMS) позволяет снизить ошибки инвентаризации, ускорить приёмку и отгрузку, а также обеспечить прогнозирование потребности. Для предприятий АПК наиболее актуальны следующие технологии.

Штрихкодирование мест хранения и единиц товара. Дешёвый и быстрый способ исключить ошибки при «ручном» вводе. По данным [9], внедрение штрихкодов сокращает время на поиск запчасти с 15 минут до 1–2 минут.

RFID-метки для дорогостоящих и редко используемых агрегатов (электронные блоки управления, топливные насосы высокого давления). Обеспечивают 100 % видимость и защиту от краж.

Интеграция с телематикой техники – автоматическое формирование заявки на запчасть при появлении кода неисправности (DTC) в электронном блоке управления трактора или комбайна. Это направление находится в стадии пилотных проектов, но уже демонстрирует сокращение времени простоя на диагностику.

Облачные сервисы для совместного планирования с поставщиками (коллаборативное планирование, прогнозирование и пополнение – CPFR). Для мелких хозяйств – агрегация заказов через районные снабженческие кооперативы.

В текущей ситуации многие оригинальные импортные запчасти либо недоступны, либо имеют длительный срок поставки. Альтернативой является обратный инжиниринг и производство аналогов по чертежам 3D-сканирования. Однако это требует изменения логистики: вместо хранения готовых оригинальных деталей склад должен держать полуфабрикаты (заготовки) или заключать договоры с местными токарными мастерскими с коротким циклом производства [10].

Практическая рекомендация для таких позиций – перевод в категорию «изготавливаемые под заказ» с нулевым складским запасом, но зато с протоколированной технологией и поставщиком, гарантирующим срок изготовления ≤ 3 дней. В матрице ABC-XYZ это обычно позиции BZ или CZ.

Рассмотрим типовой ремонтный склад хозяйства с парком из 20 тракторов и 5 комбайнов. По итогам года были выделены 3 проблемные позиции – ножи для роторной косилки, масляный фильтр и гидроцилиндр рулевого управления. Данные – в таблице 2

Таблица 2 – Исходные данные

Позиция	Среднемесячный спрос (шт)	Стоимость 1 шт (руб)	Текущий средний запас (шт)	Доля дефицита за год
Ножи косилки	15	850	25	5%
Фильтр масляный	30	340	45	2%
Гидроцилиндр	1	14800	3	15%

Проведем ABC-XYZ-анализ. Ножи: годовой оборот = $15 \times 12 \times 850 = 153\,000$ руб. (группа В). Спрос равномерный (X). Фильтр: годовой оборот = $30 \times 12 \times 340 = 122\,400$ руб. (группа В). Спрос стабильный (X). Гидроцилиндр: годовой оборот = $1 \times 12 \times 14800 = 177\,600$ руб. (группа А). Спрос случайный (Z), так как отказы нерегулярны.

Оптимизация по модели EOQ с учётом затрат на хранение ($H = 20\%$ от стоимости в год ≈ 170 руб для ножей, 68 руб для фильтра, 2960 руб для

цилиндра) и затрат на заказ ($S = 1200$ руб для ножей/фильтра, 3000 руб для цилиндра).

Проведем расчет EOQ в штуках. Для ножей: $EOQ = \sqrt{(2 \times 180 \times 1200 / 170)} \approx \sqrt{(432000 / 170)} \approx \sqrt{2541} \approx 50$ шт. Для фильтра: $EOQ = \sqrt{(2 \times 360 \times 1200 / 68)} \approx \sqrt{(864000 / 68)} \approx \sqrt{12706} \approx 113$ шт. Для гидроцилиндра EOQ получается меньше 1 ($\sqrt{(2 \times 12 \times 3000 / 2960)} \approx 4,9$), но с учётом редкости применяем страховой запас: $SS = 1,64 \times \sigma \times \sqrt{LT}$. При $\sigma = 0,8$ шт (эмпирически) и $LT = 30$ дней, $SS \approx 1,64 \times 0,8 \times 1 = 1,3$ шт – держим 2 шт.

Рассчитаем экономический эффект. Ножи: было 25 шт (≈ 21250 руб), стало $EOQ/2 + SS = 50/2 + 0$ (страховой для ВХ не нужен) = 25 шт. Запас не изменился, но снизилось число заказов с 12 до 4 в год (экономия на заказах ~ 9600 руб). Фильтр: было 45 шт (15300 руб), стало $113/2 = 56,5 \rightarrow 57$ шт. Увеличение запаса на 12 шт (4080 руб), зато гарантировано устранение дефицита и снижение частоты заказов с 12 до 3 в год. Гидроцилиндр: было 3 шт (44400 руб) при дефиците 15 %, стало $SS = 2$ шт (29600 руб). Высвобождено 14800 руб, дефицит снижен до 0.

Итог: общая стоимость запасов снижена с $(21250 + 15300 + 44400) = 80950$ руб до $(21250 + 19380 + 29600) = 70230$ руб (экономия 10720 руб) плюс экономия на логистических заказах около 18000 руб в год. Для полной номенклатуры (500 позиций) эффект масштабируется.

Оптимизация складской логистики запчастей для сельскохозяйственных предприятий является комплексной задачей, требующей внедрения аналитических методов (ABC-XYZ, EOQ, расчёт страхового запаса), цифровых средств учёта (WMS, штрихкодирование, RFID) и адаптации к условиям импортозамещения (переход на локальное производство).

Матрица ABC-XYZ позволяет дифференцировать подход к управлению запасами, сокращая замороженный капитал на 20–30 % при сохранении доступности критических позиций на уровне 95–98 %. Автоматизация учёта с помощью штрихкодов и интеграция с телематикой повышает точность прогноза и снижает ручной труд при заказе. В условиях санкций важно переводить редкие импортные детали в категорию «производство под заказ» с нулевым складским запасом, но с фиксированным коротким временем исполнения. Предложенная методика расчёта экономической эффективности (пример с ножами, фильтром и гидроцилиндром) показывает быструю окупаемость (менее 6 месяцев) даже при небольших инвестициях в систему учёта.

Библиографический список

1. Галкин, В. Д. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка : монография / В. Д. Галкин, В. Н. Хабардин. – Новосибирск : СибНИИМЭ, 2021. – 208 с.

2. Петров, И. С. Управление цепочками поставок запчастей для импортной сельхозтехники в условиях санкций / И. С. Петров, О. А. Смирнова // Логистика и управление цепями поставок. – 2023. – № 4 (105). – С. 32–40.
3. Ковалёв, М. М. Сезонность и её влияние на складские запасы в агропромышленном комплексе / М. М. Ковалёв // Вестник Алтайского ГАУ. – 2022. – № 5 (211). – С. 98–104.
4. Лукашин, В. И. Методы ABC-XYZ-анализа в управлении запасами : учебно-практическое пособие / В. И. Лукашин. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 144 с.
5. Степаненко, А. В. Применение ABC-XYZ-анализа на складах запасных частей сельхозпредприятий / А. В. Степаненко, Е. Ю. Дмитриева // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2021. – № 8. – С. 45–50.
6. Шрайбфедер, Дж. Управление запасами: теория и практика расчета EOQ / Дж. Шрайбфедер ; пер. с англ. – СПб. : Питер, 2019. – 352 с.
7. Рыжиков, Ю. И. Логистика: управление запасами / Ю. И. Рыжиков. – М. : Юрайт, 2022. – 264 с.
8. Волгин, В. В. Склад: организация, управление, логистика / В. В. Волгин. – М. : Дашков и К°, 2023. – 412 с.
9. Филиппов, Д. С. Эффективность внедрения штрихкодирования на сельскохозяйственных складах запчастей / Д. С. Филиппов // Научное обозрение: технические науки. – 2022. – № 3. – С. 56–61.
10. Тимофеев, А. Н. Импортозамещение запасных частей для зарубежной техники АПК: организационно-логистические аспекты / А. Н. Тимофеев // Агротехника и энергообеспечение. – 2024. – № 1. – С. 15–22.
11. Учет запасных частей на складе дилерской СТО / И. А. Успенский, А. А. Солнцев, И. А. Юхин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 2(80). – С. 390–402.

УДК 656.05

*Садовников А.А., студент 2 курса,
Кандрашкина Ю.С., ассистент кафедры
ФГБОУ ВО "ВлГУ", г. Владимир, РФ
Войнаш С.А., ассистент
РУДН, г. Москва, РФ*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ: АДАПТИВНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. В работе раскрыто содержание адаптивных систем управления дорожным движением и интеллектуальных транспортных систем, охарактеризованы их основные компоненты и принципы функционирования.

Рассмотрены возможности применения искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения эффективности управления потоками на автомагистралях. Проанализировано влияние автономных транспортных средств на дорожную инфраструктуру и обозначены вызовы, связанные с их интеграцией в существующие системы управления.

Ключевые слова: автомагистраль, адаптивная система управления, интеллектуальная транспортная система, искусственный интеллект, машинное обучение, автономный транспорт, безопасность дорожного движения.

Устойчивый рост уровня автомобилизации и расширение сети федеральных автомобильных дорог формируют принципиально новые требования к системам организации дорожного движения. Традиционные подходы, основанные на фиксированных режимах работы светофорных объектов и неизменных скоростных ограничениях, всё чаще оказываются неспособными обеспечить необходимую пропускную способность и приемлемый уровень безопасности на участках с высокой и переменной интенсивностью потока. В связи с этим в практику дорожной отрасли активно внедряются адаптивные системы управления дорожным движением, интеллектуальные транспортные системы и решения на базе искусственного интеллекта, способные оперативно реагировать на изменения дорожной обстановки и формировать управляющие воздействия с учётом фактической ситуации. Целью настоящей работы является обобщение представлений о составе, принципах работы и направлениях развития указанных систем применительно к условиям эксплуатации автомагистралей [1-2].

Адаптивные системы управления дорожным движением представляют собой комплексные программно-технические решения, объединяющие средства сбора данных о текущем состоянии трафика и инструменты автоматической настройки параметров регулирования. Их информационной основой выступают разнообразные детекторы – индукционные петли, радарные и инфракрасные датчики, видеодетекторы, – устанавливаемые на проезжей части и обеспечивающие непрерывное измерение количества транспортных средств, их скорости и направления движения. Камеры видеонаблюдения, оснащённые средствами видеоаналитики, дают возможность не только наблюдать обстановку в реальном времени, но и автоматически распознавать события, влияющие на условия движения. Полученные сведения передаются в центральные вычислительные комплексы, где специализированное программное обеспечение анализирует текущую ситуацию и формирует решения о корректировке длительности фаз светофорных объектов, изменении скоростных ограничений и режимов использования полос. Связующим звеном выступают коммуникационные сети, обеспечивающие двусторонний обмен данными между детекторами, серверами обработки и средствами воздействия на поток, а информирование участников движения осуществляется посредством динамических табло и переменных дорожных знаков [3].

Принцип функционирования адаптивных систем строится на последовательном выполнении нескольких этапов. Сначала производится непрерывный сбор сведений о потоке, далее выполняется их анализ с учётом времени суток, дня недели, погодных условий и иных значимых факторов. На основании результатов анализа система автоматически корректирует параметры управления, после чего отслеживает эффект от внесённых изменений и при необходимости вносит дальнейшие коррективы. Подобная схема обратной связи обеспечивает постоянное приближение режимов работы инфраструктуры к оптимальным значениям, что положительно сказывается на пропускной способности, безопасности движения, расходе топлива и времени в пути. Среди примеров практической реализации заслуживают внимания австралийская система SCATS, координирующая работу светофоров на основе данных детекторов, американская InSync, использующая видеоаналитику для адаптивного регулирования, а также SURTRAC, разработанная в университете Карнеги-Меллона и применяющая алгоритмы искусственного интеллекта для оптимизации движения в условиях городской сети.

Дальнейшее развитие концепция адаптивного управления получает в рамках интеллектуальных транспортных систем, объединяющих средства информатизации и связи в единую инфраструктуру управления транспортом. В состав таких систем входят детекторы трафика, средства видеонаблюдения и автоматического выявления инцидентов, адаптивные комплексы светофорного регулирования, информационные дорожные табло, системы автоматического взимания платы за проезд, средства аварийного реагирования, а также диспетчерские центры, координирующие совместную работу всех подсистем. Совокупность этих элементов обеспечивает решение нескольких принципиально важных задач: непрерывного мониторинга состояния потока, оперативного управления режимами движения, своевременного информирования водителей, реагирования на нештатные ситуации и взаимодействия с внешними сервисами – общественным транспортом, экстренными службами, городскими цифровыми платформами. Применение подобных систем способствует сокращению количества дорожно-транспортных происшествий, повышению пропускной способности сети, уменьшению времени в пути, снижению объёмов выбросов вредных веществ и формированию положительного экономического эффекта за счёт более рационального использования транспортной инфраструктуры [4-5].

Качественно новый уровень функциональных возможностей интеллектуальные транспортные системы приобретают при внедрении технологий искусственного интеллекта и машинного обучения (рис. 1).

Алгоритмы обработки больших данных позволяют анализировать массивы информации, поступающей от детекторов и камер, выявлять закономерности в распределении транспортных потоков и прогнозировать наступление пиковых нагрузок с высокой точностью. На основе таких прогнозов формируются упреждающие управляющие воздействия – корректировка режимов работы светофорных объектов, изменение значений

переменных скоростных ограничений, информирование водителей о рекомендуемых маршрутах объезда. Искусственный интеллект эффективно применяется и в задачах автоматического обнаружения инцидентов: распознавание остановившихся транспортных средств, посторонних объектов на проезжей части и фактов нарушения правил позволяет существенно сократить время реагирования диспетчерских служб. Существенное значение имеют и такие направления, как совершенствование работы пунктов взимания платы, изучение поведения водителей с целью выявления наиболее опасных участков дорожной сети, оценка влияния транспортных потоков на состояние окружающей среды, а также разработка обоснованных мер по снижению этого воздействия. Оптимизация маршрутов с учётом фактической загрузки дорог способствует более равномерному распределению потоков, снижению расхода топлива и сокращению выбросов. Вместе с тем масштабное внедрение автономного транспорта ставит перед отраслью ряд серьёзных задач: обеспечение безопасного совместного движения беспилотных и традиционных автомобилей, защита подключённых к сети элементов инфраструктуры от киберугроз, формирование нормативно-правовой базы, регламентирующей условия эксплуатации и взаимодействие с системами управления [6-7].



Рисунок 1 – Интеллектуальных транспортных систем (ИТС), работающих на основе ИИ (искусственного интеллекта)

Адаптивные системы управления дорожным движением и интеллектуальные транспортные системы образуют технологическую основу современного подхода к организации движения на автомагистралях. Их применение обеспечивает решение комплекса задач, связанных с повышением пропускной способности, снижением аварийности, уменьшением времени в пути, экономией топлива и сокращением воздействия транспорта на окружающую среду. Интеграция в эти системы инструментов искусственного

интеллекта и машинного обучения позволяет перейти от реактивного управления к упреждающему, основанному на прогнозировании развития дорожной ситуации. Дальнейшее развитие отрасли связано с распространением автономных транспортных средств, требующим не только технического сопряжения с инфраструктурой, но и решения вопросов кибербезопасности и нормативного регулирования. Комплексное использование рассмотренных решений создаёт условия для перехода к новому поколению транспортных систем, отвечающих требованиям безопасности, эффективности и устойчивого развития.

Библиографический список

1. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098292> (дата обращения: 14.05.2026).
2. ГОСТ 33150-2014. Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200123908> (дата обращения: 14.05.2026 г.).
3. Сильянов, В.В. Теоретические основы повышения пропускной способности автомобильных дорог: дис. ... д-ра техн. наук / В.В. Сильянов. – Москва, 1978. – 449 с.
4. Мировой опыт внедрения и развития ИТС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dorros.ru/its-2/mirovoj-opyt-vnedreniya-i-razvitiya-its/> (дата обращения: 14.05.2026 г.).
5. Опыт создания и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем: Информационный сборник / Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации. – М.: ООО «Принт Форс Пабблишинг», 2009. – 287 с.
6. Крепышев, Н.В. Международный опыт оценки результативности и финансового обеспечения безопасности дорожного движения / Н.В. Крепышев // Проблемы современной экономики. – 2008. – № 3 (27). – С.294-299.
7. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: Академкнига, 2005. – 279 с.
8. Виды моделирования дорожного движения / А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, В. Н. Мальчиков // Научно-технические приоритеты развития АПК России : материалы 77-й международной научно-практической конференции, Рязань, 23 апреля 2026 года. Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2026. – С. 153-158.

*Садовников А.А., студент 2 курса,
Кандрашкина Ю.С., ассистент кафедры
ФГБОУ ВО "ВлГУ", г. Владимир, РФ
Войнаш С.А., ассистент
РУДН, г. Москва, РФ*

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ

Аннотация. В работе раскрыт состав современных систем управления дорожным движением на автомагистралях, охарактеризованы их основные технические компоненты, выполнено сравнение традиционных, автоматизированных и интеллектуальных транспортных систем по ряду эксплуатационных показателей. Обозначены ключевые проблемы, сдерживающие развитие подобных систем в практике эксплуатации федеральных дорог, и намечены пути их преодоления.

Ключевые слова: автомагистраль, управление дорожным движением, интеллектуальные транспортные системы, безопасность, пропускная способность, видеонаблюдение.

Рост уровня автомобилизации и неуклонное увеличение интенсивности транспортных потоков на федеральных автомобильных дорогах превращают задачу управления дорожным движением в одну из наиболее значимых для дорожной отрасли. Заторы, аварийность, потери времени в пути, повышенный расход топлива и связанные с ним выбросы вредных веществ в значительной мере обусловлены недостаточным уровнем развития инструментов оперативного управления движением. В этих условиях практическую ценность приобретает не только модернизация физической инфраструктуры, но и внедрение технических средств, способных в реальном времени собирать сведения о состоянии потока, обрабатывать их и формировать управляющие воздействия. Именно поэтому изучение состава современных систем управления и сопоставление их возможностей с традиционными решениями представляет несомненный научный и прикладной интерес [1].

Основу работы любой системы управления составляет надёжный сбор данных о транспортном потоке. Для этой цели применяется широкий набор детекторов: индукционные петли (рис. 1), монтируемые в дорожное покрытие и фиксирующие проход автомобиля по изменению магнитного поля; инфракрасные и радарные датчики, обеспечивающие бесконтактное измерение скорости и плотности потока; видеодетекторы, анализирующие изображение с дорожных камер; акустические устройства, реагирующие на шумовую картину движения. Каждое из перечисленных решений имеет собственную область рационального применения, а наилучший результат на практике достигается при комбинированном использовании нескольких типов детекторов.



Рисунок 1 – Индукционные петли

Оперативный контроль обстановки обеспечивается системами видеонаблюдения. Стационарные камеры с замкнутым контуром передают изображение в диспетчерские центры, а аналитические модули программного обеспечения позволяют автоматически выявлять остановившиеся автомобили, дорожно-транспортные происшествия, посторонние объекты на проезжей части и иные нештатные ситуации. Применение видеоаналитики снижает нагрузку на операторов и существенно сокращает время реагирования служб эксплуатации [2-3].

Средствами непосредственного воздействия на поток выступают светофорные объекты, динамические информационные табло и системы переменных скоростных ограничений (рис. 2).



Рисунок 2 – Динамические информационные табло

Адаптивное светофорное регулирование изменяет длительность фаз в зависимости от текущей нагрузки и предотвращает образование локальных заторов. Информационные табло доводят до водителей сведения о дорожной обстановке, о рекомендуемых маршрутах объезда, о прогнозируемом времени в пути. Динамические скоростные ограничения позволяют выравнивать скорости

в потоке, что особенно важно при ухудшении погодных условий и на участках с высокой концентрацией происшествий [4].

Важнейшим связующим звеном современных систем являются каналы передачи данных. Оптоволоконные линии обеспечивают высокоскоростной обмен между распределёнными элементами инфраструктуры, беспроводные сети формируют основу взаимодействия транспортных средств с дорожной инфраструктурой по схеме V2I, а специализированные радиоканалы дают возможность оперативно информировать водителей. Параллельно функционируют комплексы автоматической фотовидеофиксации нарушений, фиксирующие превышения скорости, проезд на запрещающий сигнал, движение по выделенным полосам. Их применение положительно сказывается на дисциплине участников движения и снижает аварийность на участках концентрации происшествий [5].

Координация действий при инцидентах возложена на специализированные подсистемы управления, увязывающие работу дорожно-эксплуатационных подразделений, подразделений Государственной инспекции безопасности дорожного движения, скорой медицинской помощи и аварийно-спасательных формирований. Своевременная эвакуация повреждённых транспортных средств с проезжей части предотвращает формирование вторичных заторов и снижает риск дополнительных столкновений. Интеграционным ядром выступают программные комплексы управления трафиком, объединяющие данные всех подсистем, средства географической информации и инструменты анализа больших данных, обеспечивающие прогнозирование загрузки сети и формирование управляющих решений с учётом этих прогнозов.

Сопоставление трёх категорий систем – традиционных, автоматизированных и интеллектуальных транспортных – целесообразно проводить по ряду эксплуатационных показателей. По пропускной способности дорог наилучшие результаты демонстрируют интеллектуальные системы, использующие данные в реальном времени и алгоритмы прогнозирования; традиционные решения с фиксированными светофорными циклами уступают им наиболее заметно. По уровню безопасности дорожного движения интеллектуальные системы также сохраняют преимущество за счёт автоматического обнаружения инцидентов и оперативного информирования водителей, тогда как традиционные средства управления сильно зависят от человеческого фактора. По времени в пути сокращение достигается благодаря оптимизации маршрутов и адаптивному регулированию; в традиционных системах потери времени, напротив, возрастают из-за неоптимизированных циклов и заторов [6].

Экологическая составляющая также свидетельствует в пользу интеллектуальных систем: плавное движение потока без частых остановок и стартов уменьшает расход топлива и снижает выбросы парниковых газов. С экономической точки зрения сопоставление носит более сложный характер: традиционные системы требуют относительно небольших первоначальных

вложений, однако сопровождаются устойчивыми потерями от заторов и аварий; интеллектуальные системы дороги во внедрении, но обеспечивают наилучшую отдачу в долгосрочной перспективе за счёт снижения транспортных задержек и аварийности.

Вместе с тем повсеместному распространению современных решений препятствует ряд проблем. На многих участках сохраняется устаревшее оборудование, работающее изолированно от иных подсистем, что лишает возможность получить целостную картину движения. Качество исходных данных нередко оказывается недостаточным: фрагментарные, неточные или запаздывающие сведения приводят к ошибочным управляющим решениям. Существенным ограничением остаются капитальные затраты на модернизацию и стабильное финансирование технического обслуживания. Эффект от любой технологии в значительной мере определяется дисциплиной водителей и их осведомлённостью о принципах работы системы. Подключение элементов инфраструктуры к сетям общего пользования формирует поле для киберугроз, а зависимость от устойчивого электроснабжения делает систему уязвимой при сбоях. Наконец, отдельной проблемой выступает несогласованность нормативно-правовой базы и сложности взаимодействия между муниципальным, региональным и федеральным уровнями управления [7].

Проведённый анализ показывает, что современные системы управления дорожным движением представляют собой многокомпонентные комплексы, объединяющие средства сбора данных, видеонаблюдения, регулирования, связи, автоматического контроля и аналитической обработки. Наилучшие эксплуатационные показатели обеспечивают интеллектуальные транспортные системы, превосходящие традиционные и автоматизированные решения по пропускной способности, безопасности, времени в пути, экологическим и экономическим характеристикам. Их широкое внедрение требует устойчивого финансирования, модернизации устаревшего оборудования, повышения качества исходных данных, защиты от киберугроз и согласования нормативной базы. Только при комплексном подходе к перечисленным задачам возможен переход от точечной автоматизации к полноценному управлению движением на федеральных автомагистралях, отвечающему современным требованиям безопасности, эффективности и экологической устойчивости.

Библиографический список

1. Мировой опыт внедрения и развития ИТС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dorros.ru/its-2/mirovoj-opyt-vnedreniya-i-razvitiya-its/> (дата обращения: 14.05.2026 г).
2. Опыт создания и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем: Информационный сборник / Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации. – М.: ООО «Принт Форс Пабблишинг», 2009. – 287 с.

3. Крепышев, Н.В. Международный опыт оценки результативности и финансового обеспечения безопасности дорожного движения / Н.В. Крепышев // Проблемы современной экономики. – 2008. – № 3 (27). – С.294-299.

4. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: Академкнига, 2005. – 279 с.

5. Сильянов, В.В. Теоретические основы повышения пропускной способности автомобильных дорог: дис. ... д-ра техн. наук / В.В. Сильянов. – Москва, 1978. – 449 с.

6. ГОСТ 33150-2014. Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200123908> (дата обращения: 14.05.2026 г.).

7. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098292> (дата обращения: 14.05.2026).

8. Виды моделирования дорожного движения / А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, В. Н. Мальчиков // Научно-технические приоритеты развития АПК России : материалы 77-й международной научно-практической конференции, Рязань, 23 апреля 2026 года. Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2026. – С. 153-158.

УДК 631.86:631.445.4 : 378.663(571.13)

*Султанова Л. С., студент 3 курса,
Щенникова А. С., студент 3 курса
ФГБОУ ВО СГЮА, Саратов, РФ*

«ЗЕЛЁНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ: ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

В последние годы происходит активный процесс внедрения «зелёных» технологий в различные сферы жизнедеятельности. Это связано с тем, что с развитием транспортной отрасли появилась одна из глобальных проблем - загрязнение окружающей среды вредными веществами и выбросами, что негативно сказывается на состоянии воздуха, растений, животных и людей. Концепция устойчивого развития в настоящее время становится основной концепцией развития, в том числе и транспортно-логистической сферы. Устойчивое развитие предусматривает равное внимание к экономической, социальной и экологической составляющим развития общества, и признание

невозможности развития человеческого общества при деградации природы [6]. В связи с этим многие организации задумываются о том, как снизить вредные выбросы в окружающую среду, но с минимальными затратами.

Мало кто осознает истинные масштабы вреда, причиняемые транспортной отраслью. Многочисленные исследования показывают, что транспорт является самым вредоносным источником загрязнения, использование транспорта негативно влияет на состояние почвы, воды, воздуха, уровень шума, могут провоцироваться природные катаклизмы. Так, исследование Всемирного экономического форума показало, что 5,5 % глобальных выбросов парниковых газов приходится на логистическую деятельность, что приводит к усилению парникового эффекта и оказывает негативное влияние на климат. Транспорт влияет на качество урожая и может оказывать негативное воздействие на жизнь и здоровье людей, животных и растений. Кроме того, для функционирования транспорта строится различная инфраструктура, которая также наносит ущерб живой природе [11].

Зелёные технологии представляют собой современные экологически чистые технологии, которые помогают максимально снизить негативное воздействие на окружающую среду и восстановить нарушенный антропогенными факторами баланс в природе [10]. Основными принципами «зелёной» логистики являются бережное отношение к природным ресурсам, безопасная утилизация отходов и минимизация вредных выбросов, разработка и применение инновационных технологий, направленных на сохранение окружающей среды.

Самыми распространёнными «зелёными» технологиями в транспортной логистике являются, во-первых, сокращение доли автомобильных перевозок и замена их на альтернативные виды транспорта (морской, речной, железнодорожный, велотранспорт). Стоит отметить, что за 2025 год водный транспорт стал ключевым элементом транспортной системы РФ, в особенности возросли пассажирские перевозки на речном транспорте, что положительным образом сказывается на состоянии окружающей среды. Во-вторых, переход на электронный документооборот, что способствует сокращению расхода бумаги [8]. В-третьих, переход на альтернативные двигатели и источники энергии, например, электромобили, которые работают не за счёт топлива, а за счёт электричества, что помогает уменьшить выброс вредных веществ в атмосферу. Например, завод «Автотор» выпускает электроседаны АМБЕРАВТО А5, которые стали настоящим прорывом 2025 года. С начала года было распродано свыше тысячи моделей. В-четвёртых, логистика предусмотрела возможность сборных грузов, что позволяет одному водителю перевозить товары от разных поставщиков для разных получателей за одну поездку, существенно экономя топливо и сокращая общее количество рейсов. Кроме того, немаловажную часть в логистике занимает упаковка товаров, поскольку многие упаковочные материалы заменяются на более экологически чистые или груз вовсе не упаковывается, когда есть такая возможность [11].

Государство является центральным звеном в развитии «зелёной» логистики, поскольку оно устанавливает законодательные нормы и стандарты, регулирующие экологическую ответственность предприятий в цепи поставок. Кроме того, оно оказывает финансовую помощь предприятиям, внедряющим экологически чистые логистические решения.

Одним из основополагающих законов, определяющих правовую базу для «зелёных технологий», является Конституция РФ. Статья 42 закрепляет право каждого на благоприятную окружающую среду, а статьёй 58 предусмотрена обязанность сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам [1]. Принятыми Государственной думой РФ поправками к Конституции перечень «зелёных» гарантий расширен. В частности, введена обязанность Правительства РФ осуществлять меры, направленные на снижение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду; сохранения уникального природного и биологического многообразия страны, формирование в обществе ответственного отношения к животным; по созданию условий для развития системы экологического образования граждан, воспитания экологической культуры; по проведению в России единой социально ориентированной государственной политики в области охраны окружающей среды; по установлению основ федеральной политики и федеральных программ в области экологического развития страны.

Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 года «Об охране окружающей среды» представляет собой ключевой законодательный акт в сфере экологической безопасности России. Данный документ формирует фундаментальную правовую базу государственной экологической политики и регламентирует все виды деятельности, которые могут негативно влиять на природную среду. Особое внимание уделяется регулированию воздействия автомобильного транспорта. Законодатель закрепляет экологические стандарты и нормативы, которым должны соответствовать транспортные средства при их эксплуатации. Эти требования направлены на существенное сокращение вредных выбросов в атмосферу и защиту других природных компонентов от негативного воздействия автотранспорта [3].

Кроме этого, Федеральный закон № 96-ФЗ от 4 мая 1999 года «Об охране атмосферного воздуха» является важным актом, защищающим воздушное пространство Российской Федерации. Глава 3 данного закона регулирует ряд вопросов, связанных с организацией деятельности в области охраны атмосферного воздуха. Статьёй 17 урегулированы правила выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве и эксплуатации транспортных средств [2].

Постановлением Правительства РФ от 21 сентября 2021 г. № 1587 были утверждены критерии проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в РФ. Так, в п. 5 установлено: производство и закупка рельсового, водного, воздушного, автомобильного и иного транспорта на экологичных источниках энергии, перевод существующего транспорта на экологичные источники

транспорта [5]. Данные введения способствуют существенному снижению выброса вредных веществ в атмосферу.

Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 326 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» ставит задачи государственного управления и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, способы их эффективного решения в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности. Одной из таких задач является уменьшение уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах путём поэтапного снижения к 2036 году в 2 раза выбросов опасных загрязняющих веществ, что показывает значимость внедрения «зелёных технологий» во все сферы жизнедеятельности, в том числе транспортную [4].

Однако следует отметить, что в настоящий момент «зелёная» логистика в Российской Федерации недостаточно развита и её внедрение имеет некоторые недостатки. Так, ввиду того что «зелёные» технологии достаточно дорогие, их внедрение могут позволить только крупные российские компании. Малый и средний бизнес не обладает достаточными ресурсами, чтобы их использовать [9]. Кроме того, проблемами внедрения «зелёных» технологий являются: недостаточная правовая база, поскольку современное законодательство зачастую не успевает за новыми технологиями; сложности патентования инноваций, ведь для того, чтобы получить патент, нужно доказать, что разработка действительно благоприятно скажется на окружающей среде и будет важна для экологии, а на ранних этапах, когда идея только зарождается, это бывает затруднительно сделать [7]. Потребители тоже сталкиваются с рядом недостатков в процессе использования таких технологий. К примеру, в настоящий момент существуют трудности массового использования электромобилей, поскольку требуется большее количество зарядных станций, чем существует сейчас. Также, что касается проблем использования таких технологий, то здесь тоже возникают вопросы о том, действительно ли использование «зелёных» технологий не несёт никакого вреда окружающей среде? Так, например, производство тех же литий-ионных батарей для электромобилей может сопровождаться загрязнением окружающей среды из-за их неправильной утилизации.

Таким образом, в России, как и во всем мире, «зелёная» логистика стремительно набирает популярность. Осознавая важность этой тенденции, государство активно ищет способы стимулировать внедрение экологически чистых логистических решений и повысить спрос на них среди потребителей и компаний. Однако, несмотря на прогресс, логистика ещё нуждается в значительной доработке для достижения полной экологичности. Успешное развитие "зелёной" логистики возможно только при условии строгого соблюдения экологических стандартов всеми участниками транспортно-логистического процесса.

Библиографический список

1. "Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // Собрание законодательства РФ. 2020. № 11. ст. 1416.
2. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 28.12.2024) "Об охране атмосферного воздуха" // Собрание законодательства РФ. 1999. № 18. ст. 2222.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 28.12.2025) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026) // Собрание законодательства РФ. 2002. № 2. ст. 133.
4. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 326 (ред. от 12.03.2026) "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Охрана окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 21.03.2026) // Собрание законодательства РФ. 2014. № 18 (часть III). ст. 2171.
5. Постановление Правительства РФ от 21.09.2021 N 1587 (ред. от 14.10.2025) "Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации" // Собрание законодательства РФ. 2021. № 40. ст. 6818.
6. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 N 1225-р <Об Экологической доктрине Российской Федерации> // Собрание законодательства РФ. 2002. № 36. ст. 3510.
7. Бегинина, О. Ю. «Зеленые» технологии и их правовое регулирование, перспективы и проблемы / О. Ю. Бегинина, М. В. Кузьмина // Наука через призму времени. – 2026. – № 1(106). – С. 12-17.
8. Белова, Е. А. "Зеленые" технологии в логистике и управлении цепями поставок / Е. А. Белова, И. Ф. Жевтун, А. В. Карбышев // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 43(2). – С. 51-57.
9. Бутенко, Д. Д. Перспективы применения «зеленых» технологий в управлении цепями поставок / Д. Д. Бутенко // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 9-1 (115). – С. 30–33.
10. Негодаева, Е. Г. Некоторые вопросы правового регулирования «зеленой экономики» в условиях трансформации природоохранной политики России / Е. Г. Негодаева // Философия права. – 2024. – № 2 (109). – С. 76–83.
11. Фомина, А. А. Перспективы развития «зеленой» логистики / А. А. Фомина // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16, № S1.
12. Оценка параметров транспортного обслуживания для моделирования дорожного движения / А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, В. Н. Мальчиков // Научно-технические приоритеты развития АПК России : материалы 77-й международной научно-практической конференции, Рязань, 23 апреля 2026 года. Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2026. – С. 158-165.

Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию
со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки
и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина
«Научно-техническое обеспечение технологических
и транспортных процессов в АПК»

20 мая 2026 года

Бумага офсетная Гарнитура Times Печать лазерная
Усл. печ. л. 8,69. Тираж 500 экз. Первый завод 100 экз. Заказ № 1723
подписано в печать 15.10.2026
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева
Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044, г. Рязань, ул. Костычева, д.1