



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



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



ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ



СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ



*Всероссийская научно-практическая конференция,
посвящённая 75-летнему юбилею
инженерного факультета ФГБОУ ВО РГТУ
«Инженерное обеспечение инновационного
развития АПК в условиях современных вызовов»*

29 мая 2025 года
г. Рязань

УДК: 338.436.33(082)
ББК: 65.32-1
И - 66

Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационного развития АПК в условиях современных вызовов», посвящённой 75-летию инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ в рамках десятилетия науки и технологий 29 мая 2025 года. Рецензируемое научное издание. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2025. – 161 с.

Редакционная коллегия:

Шемякин Александр Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО РГАТУ;
Рембалович Георгий Константинович, д-р техн. наук., профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ;
Бачурин Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;
Аникин Николай Викторович, канд. техн. наук, доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;
Борычев Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, профессор РАН, первый проректор, заведующий кафедрой строительство инженерных сооружений и механика ФГБОУ ВО РГАТУ;
Каширин Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой электроснабжения ФГБОУ ВО РГАТУ;
Ульянов Вячеслав Михайлович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технические системы в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ;
Фатьянов Сергей Олегович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой электротехники и физики ФГБОУ ВО РГАТУ;
Терентьев Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент, начальник управления науки, заведующий кафедрой Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО РГАТУ;
Богданчиков Илья Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, заместитель декана инженерного факультета по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ; председатель совета молодых учёных РГАТУ, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, заместитель председателя ВСМУиС по научной работе;
Колошеин Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, заместитель председателя совета молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ;
Чивилёва Ирина Вячеславовна, канд. психол. наук, доцент, начальник информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ;
Князькова Ольга Игоревна, аналитик информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ;
Кутейникова Анастасия Петровна, магистр, секретарь СМУиС Рязанской области, заместитель председателя совета молодых ученых ФГБОУ ВО РГАТУ.

В сборник вошли материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационного развития АПК в условиях современных вызовов», посвящённой 75-летию инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ в рамках десятилетия науки и технологий 29 мая 2025 года.

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

Содержание

Секция 1 «Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК»	5
<i>Богданчиков И.Ю., Юдина А.В., Мяжкова А.И. Результаты исследования зависимости качества измельчения от степени износа ножей соломоизмельчителя</i>	<i>5</i>
<i>Букатов Д.А., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М. Обзор мини-тракторов, выпускаемых в России.....</i>	<i>9</i>
<i>Вязов В.И., Орехова В.И. Инженерно-техническое обеспечение орошаемого земледелия.....</i>	<i>17</i>
<i>Гобелев С.Н., Сметанников В.В. Охлаждение молока как процесс переработки продукции животноводства.....</i>	<i>22</i>
<i>Гобелев С.Н., Аносов К.Р., Елманов И.А. Теоретическое исследование воздействия магнитных полей поля на зерно.....</i>	<i>27</i>
<i>Гобелев С.Н., Аносов К.Р., Еманов И.А. Установки для термообработки зерна</i>	<i>33</i>
<i>Гобелев С.Н., Сметанников В.В. Определение основных параметров охлаждающих систем в АПК</i>	<i>38</i>
<i>Карпенко М.С., Орехова В.И. Влияние климатических изменений на эффективность оросительных систем</i>	<i>43</i>
<i>Левин Д.А., Рембалович Г.К. Анализ техники для уборки картофеля.....</i>	<i>47</i>
<i>Майер М.Е., Бельц А.Ф. Инновационные технологии в обводнении сельскохозяйственных территорий</i>	<i>51</i>
<i>Мурзабулатов Б.С., Алексеев А.А. Инженерно-геодезические изыскания площадки котельного цеха г. Нефтекамск РБ.....</i>	<i>56</i>
<i>Неменуцкая Л.А., Масловский С.А. Техническое и технологическое обеспечение содержания животных в органическом животноводстве.....</i>	<i>62</i>
<i>Тожибоев Ш.И. угли, Кодиров А.Г. угли, Рембалович Г.К. Анализ современных машин для посадки картофеля.....</i>	<i>66</i>
<i>Тожибоев Ш.И. угли, Кодиров А.Г. угли, Рембалович Г.К. Анализ современных сельхозмашин для уборки картофеля.....</i>	<i>70</i>
Секция 2 «Вопросы энергетического обеспечения предприятий АПК».....	75
<i>Загитов Н.М. Лабораторный стенд для исследования энергетических параметров бесколлекторного двигателя постоянного тока.....</i>	<i>75</i>
<i>Зенин Н.А., Мишина Т.О. Проблемы электромагнитной совместимости ЕМС: как проектировать устройства БПЛА с учетом ЕМС и предотвращения помех</i>	<i>79</i>
<i>Ибатуллин И.М., Гилязов М.Ю., Лукманов А.А. Кремний и энергосбережение в АПК.....</i>	<i>83</i>
<i>Леонтьева Е.С., Фатьянов С.О., Морозов А.С. Оптимизация процесса облучения растений светодиодными светильниками с регулируемым спектром излучения.....</i>	<i>90</i>

<i>Самуйленкова А.М., Безрукова В.А., Маракулина С.П.</i> Система остекления с использованием WFG как способ повышения энергоэффективности предприятий АПК.....	96
<i>Нагаев Н.Б., Брюхина Д.О., Никонов С.В., Борин Е.Д., Гурьева А.А.</i> Совершенствование мероприятий по контролю режимов работы сельскохозяйственных электрических сетей.....	102
Секция 3. «Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники»	110
<i>Старунский А.В.</i> Совершенствование методов определения показателей надежности машинно-тракторного парка в условиях эксплуатации.....	110
<i>Сушков В.С., Сперанский С.К., Никитин А.В.</i> Структурное исследование дюралюминия после лазерной термообработки	115
<i>Тимонин М.В.</i> О безопасной эксплуатации транспорта.....	119
<i>Тимонин М.В.</i> Совершенствование логистики грузоперевозок.....	127
<i>Файрушин Ф.И., Закиров Б.Э., Зилеев И.И., Ишбулатов М.Г.</i> Геодезическое обеспечение при строительстве газовых сооружений.....	133
Секция 4. «Вопросы внедрения цифровых технологий на предприятиях АПК»	139
<i>Амиров В.В., Алтынбаев Р.И., Дмитриев Д.А., Мурзабулатов Б.С.</i> BeiDou, Китайская спутниковая система навигации	139
<i>Букатов Д.А., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М.</i> Беспилотные энергосиловые агрегаты на малых фермерских участках	143
<i>Джалагония Н.Г., Орехова В.И.</i> Цифровизация и ресурсосберегающие технологии для устойчивого водопотребления в условиях климатических изменений в Краснодарском крае.....	151
<i>Щеголихина Т.А.</i> Интеллектуальные системы управления свиноводческими предприятиями.....	156

Секция 1 «Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК»

УДК 631.171

*Богданчиков И.Ю., канд. техн. наук,
Юдина А.В.,
Мягкова А.И.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ КАЧЕСТВА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОТ СТЕПЕНИ ИЗНОСА НОЖЕЙ СОЛОМОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

В соответствии со стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, технологии использования соломы в качестве удобрения набирают свою актуальность [1-3], так как позволяет решить одну из задач, связанных с повышением плодородия земель сельскохозяйственного назначения. В первую очередь это обусловлено экономически, так как исключаются затраты по сбору и транспортировке побочной продукции с убираемого поля [4]. Ещё одним важным аспектом в выборе соответствующей технологии является обеспеченность предприятия соответствующим машинно-тракторным парком и сельскохозяйственной техникой. Так, в Рязанской области, по данным Росстата, на начало 2024 года в области 980 зерноуборочных комбайнов, 53 новых, из которых 24 отечественного производства. Более 90% всех зерноуборочных комбайнов эксплуатирующихся в Рязанской области оборудованы соломоизмельчителями.

Качество измельчения соломы определяет интенсивность процесса её разложения (гумификации) в почве, так как при измельчении растительного материала возрастает площадь контакта (взаимодействия) с почвой. Согласно обобщённому анализу агротехнических требований к качеству измельчения соломы, для использования в качестве удобрения [5] должно обеспечиваться содержание частиц измельчённой соломы средней длиной до 100 мм и составлять не менее 90% от общей массы, равномерность распределения измельчённой массы составляет 70% по всей ширине прокоса жатки комбайна.

Наблюдается тенденция по увеличению износа зерноуборочных комбайнов, так как темпы обновления техники отстают от темпов её износа [6]. С начала 2025 года наблюдается резкое снижение объёмов производства зерноуборочных комбайнов, так в январе-феврале было выпущено 951 уборочная машина, что в 1,5 раза меньше, чем за тот же период 2024 года. По данным Росстата, в 2024 году на 1 зерноуборочный комбайн приходится 442 га, а к 2035 году установлена стратегическая цель – снизить до 278 га, тогда как оптимальное значение лежит в пределах 180-200 га [5, 7, 8]. Поэтому вопросы, связанные с оптимизацией работы уборочной техники, в частности способы,

когда измельчение соломы производят не зерноуборочными комбайнами (соломоизмельчитель отключается), а валковыми измельчителями, не теряют своей актуальности [9-10].

Исследования проводили в УНИЦ «Агротехнопарк» Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева в 2023-2024 гг. при уборке зерновых культур. Уборка осуществлялась зерноуборочными комбайнами КЗС-1218 и Acros 595 Plus, солома укладывалась в валок, подбор и измельчение осуществлялся роторным валковым измельчителем с шириной захвата 2,3 м. (МТЗ-82+ВИ-2,3).

Для определения качества измельчения отбирали пробы (не менее 6) измельченной соломы с массой навески 1 кг $\pm$ 1 гр. В каждой отобранной пробе измельченные частицы распределялись по 5 категориям по средней длине: 0-30 мм; 31-50 мм; 51-100 мм; 101-150 мм; более 150 мм. Навеска в каждой категории взвешивалась и определялось процентное содержание от общей массы пробы. При проведении измерений точность опыта считается приемлемой, если отклонение среднеарифметического показателя не превышала 4%. Средневзвешенный размер частиц определяем по формуле:

$$L_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (\frac{l_{\text{н}} + l_{\text{в}}}{2}) \cdot m_i}{m}, \quad (1)$$

где: $L_{\text{ср}}$ – средневзвешенный размер частиц, мм; $l_{\text{н}}$, $l_{\text{в}}$ – нижняя и верхняя размерные границы класса, мм; n – количество категории; m_i – общая масса частичек входящих в i -ый категории, кг; m – масса всей пробы, кг.

Процент износа ножа оценивался по изменению его массы и номинальных размеров от исходных в %. На момент проведения эксперимента у нас были накоплены несколько комплектов ножей с различной степенью износа (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Ножи измельчающего аппарата: 1 – износ 60%; 2 – износ 43%;
3 – износ 0% (новый)

Результаты качества измельчения были усреднены и представлены в виде диаграммы на рисунке 2.

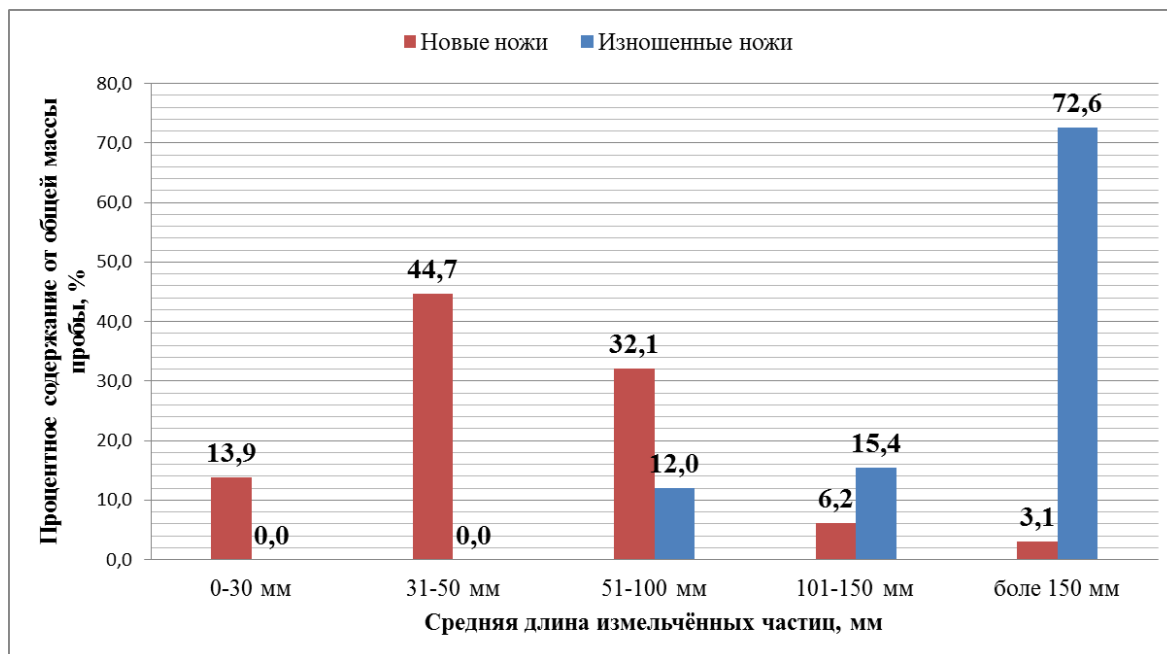


Рисунок 2 – Распределение частиц измельчённой соломы по длине резки с новыми и изношенными ножами

Как видно из диаграммы на рисунке 2, износ ножей приводит к увеличению средневзвешенному размеру частиц измельчённой соломы.

Практический интерес вызывает зависимость износа ножей измельчителя на средневзвешенный размер частиц измельчённой соломы (Рисунок 3).

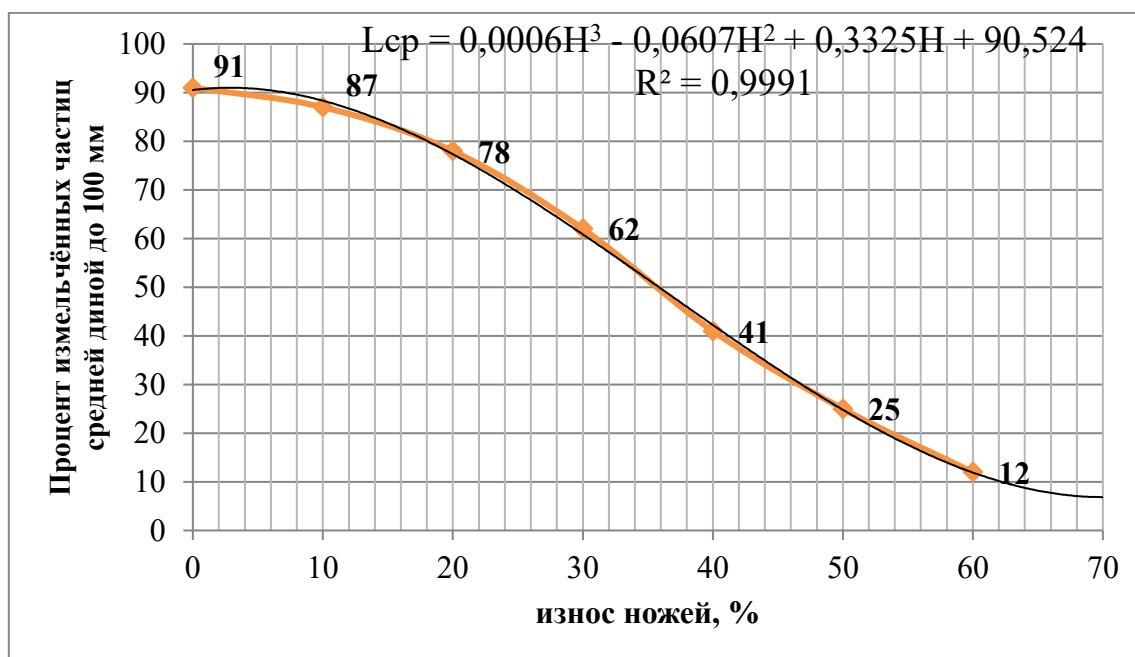


Рисунок 3 – Зависимость средневзвешенный размер частиц измельчённой соломы от износа ножей измельчителя

На основании зависимости (Рисунок 3) получили уравнение регрессии:

$$L_{\text{ср}} = 0,0006 \cdot I_{\text{н}}^3 - 0,0607 I_{\text{н}}^2 + 0,3325 \cdot I + 90,524, \quad (2)$$

где $I_{\text{н}}$ – износ ножа, %.

Видим, что для использования соломы в качестве удобрения важно обеспечить сохранность ножей и не допускать их износа более 10%. Ножи с износом 10-40% могут применяться для подбора и измельчения соломы с целью ее разбрасывания по поверхности поля в виде мульчирующего слоя.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на качество измельчения соломы существенное влияние оказывает износ ножей. Износ ножей более чем на 10% приводит к увеличению средней длины резки измельчённой соломы (содержание частиц размером до 100 мм составляет менее 90%), что не соответствует агротехническим требованиям. На основе проведенного исследования отметим, что в дальнейшем необходимо изучить зависимость износа ножей измельчителя по времени или от объёма выполненной работы.

Библиографический список

1. Труфляк, Е. В. Параметры и режимы работы срезающе-измельчающего аппарата / Е. В. Труфляк, А. Н. Потебня // Инженерные технологии и системы. – 2023. – Т. 33, № 4. – С. 524-541.

2. Роль органических удобрений (соломы, сидератов, пожнивно-корневых остатков) в воспроизводстве и сохранении гумуса в почве / А. Х. Куликова, Е. А. Яшин, Е. А. Черкасов, Е. С. Волкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(60). – С. 53-58.

3. Ахтямова, А. А. агроэкономическое обоснование запашки соломы яровой пшеницы при использовании возрастающих доз минеральных удобрений в лесостепи Зауралья / А. А. Ахтямова, Д. И. Еремин // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 10(199). – С. 121-128.

4. Богданчиков, И. Ю. Сравнение способов утилизации соломы по расходу топлива / И. Ю. Богданчиков, С. В. Митрофанов, Е. П. Ананичева // СМИС-2024. Технологии управления качеством : Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 22–24 мая 2024 года. – Москва: Московский Политех, 2024. – С. 406-412.

5. Ягельский, М.Я. Актуализация агротехнических требований к комбайновым технологиям уборки зерновых культур с измельчением и разбрасыванием незерновой части урожая / М. Я. Ягельский, С. А. Родимцев // Агротехника и энергообеспечение. – 2016. – № 1(10). – С. 28-39.

6. Таран, В. В. Оптимальные направления развития инфраструктуры материально-технического обеспечения агропродовольственной системы России в условиях новых вызовов / В. В. Таран, Х. Н. Гасанова, А. Н. Осипов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2025. – № 3(121). – С. 92-118.

7. Влияние состава машинно-тракторного парка на реализацию технологий (на примере утилизации соломы) / И. Ю. Богданчиков, С. В. Митрофанов, Е. П. Ананичева, А. А. Шевчук // Земля России - 2024 : Сборник материалов Первого национального форума (к 245-летию старейшего агровуза страны - Государственного университета по землеустройству). В 2-х томах, Москва, 29–31 мая 2024 года. – Москва: Государственный университет по землеустройству, 2024. – С. 23-29.

8. Богданчиков, И. Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности / И. Ю. Богданчиков, А. Ю. Богданчикова // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 39-43

9. Повышение конкурентоспособности аграрных предприятий в условиях импортозамещения: Аналитический обзор / В. А. Войтюк [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2024. – 118 с.

10. Юдина, А. В. К вопросу об использовании машинного зрения для оценки биологического урожая зерновых культур / А. В. Юдина, И. Ю. Богданчиков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 116-120.

УДК 631.372

*Букатов Д.А.,
Бачурин А.Н., канд. техн. наук,
Корнюшин В.М., инженер-магистр
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОБЗОР МИНИ-ТРАКТОРОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ В РОССИИ

В данной статье дан обзор мини-тракторов, выпускаемых в России, приведены их параметры и технические характеристики, а также сделаны выводы по их конструктивным особенностям.

Успешное ведение малого фермерского хозяйства невозможно без специализированной техники. Мини-тракторы, компактные и многофункциональные, становятся незаменимыми помощниками в обработке земли, уборке урожая и других сельскохозяйственных задачах. Долгое время на рынке были представлены импортные модели, но в условиях нынешней внешнеполитической обстановки и санкционного давления вопрос

импортозамещения вышел на первый план. Сегодня как никогда актуально развитие отечественного производства, способного предложить фермерам доступную, надежную и адаптированную к местным условиям технику [1, 2].

В данной статье мы рассмотрим существующие российские производства мини-тракторов и их параметры.

Начнём с тракторного завода «РУСИЧ». Модельный ряд Чебоксарского предприятия (Чувашская Республика) состоит из четырёх машин, различающихся по мощности, размерам, а также типом привода.

«Русич Т-15» и «Русич Т-18» (Рисунок 1) по внешнему виду мало отличаются, являются самыми маленькими мини-тракторами из представленного ряда с задним приводом, дизельным четырёхтактным двигателем мощностью 16 и 18 л.с. соответственно. Так как у них установлена одноточечная навесная система и нет вала отбора мощности (ВОМ), то они наиболее подходят для транспортных работ и работ с навесным оборудованием, которое является не механическим или приводимым за счёт вращения ВОМ [2, 3].



Рисунок 1 – Общий вид мини-тракторов «Русич Т-15» и «Русич Т-18»

Более мощные машины «Русич Т-25» и «Русич Т-30» (Рисунок 2) имеют мощность 24 л.с., а последний отличается наличием полного привода. В отличие от вышеперечисленных моделей, они имеют вал отбора мощности (ВОМ) и трёхточечную навесную систему, что позволяет их эксплуатировать с устройствами, для приведения в действие которых необходимо данное оборудование [3].



Рисунок 2 – Общий вид мини-тракторов «Русич Т-25» и «Русич Т-30»

Однако несмотря на то, что данный производитель является крупнейшим в России и соответственно имеет высокий объём выпуска, некоторое количество комплектующих делается в Китае. Так, например, на всех моделях устанавливаются дизельные двигатели производства КНР.

В представленной таблице 1 сосредоточены основные характеристики каждой машины [3].

Таблица 1 – Технические характеристики мини-тракторов тракторного завода «РУСИЧ» (Чувашия)

Параметры тракторов	«Русич Т-15»	«Русич Т-18»	«Русич Т-25»	«Русич Т-30»
Двигатель	JD-16, дизельный	ZS1100, дизельный	ZS1115, дизельный	
Мощность, л.с.	16	18	24	24
Колёсная формула	2х4 (ведущая задняя ось)			4х4 (полный привод)
Коробка передач	механическая, 6 вперёд, 2 назад		механическая, 6 вперёд, 1 назад	
Колёсная база, мм	1200	1400	1500	1400
Навесная система	одноточечная		трёхточечная с ВОМ на 6 шлицов, 540 об/мин	
Ширина колеи, мм	1300-1500		1250-1450	
Габаритные размеры, мм	2400/1350/1300	2600/1350/1400	2450/1350/1670	
Конструкционный вес, кг	600	700	800	
Цена, руб.	237 900	278 900	318 900	420 900

Мини-трактора «Уралец», выпускаемые заводом ООО «Трактор» в г. Еманжелинске Челябинской обл., включают в себя 11 машин, отличающихся друг от друга моделями двигателя, типом привода и наличием кабины.

«Уралец-2200» и «Уралец-250» (рисунок 3) имеют трёхцилиндровый дизельный двигатель КМ-385ВТ мощностью 24 л.с., трёхточечную навеску с

ВОМ. Последний производится как с кабиной, так и без неё, а также отличается от первого коробкой передач и длиной: 2750 и 2840 мм соответственно.

«Уралец-220» (рисунок 3) схож с «Уралец-2200», но имеет меньший размер, и в нём установлен двухцилиндровый дизельный двигатель JD295 на 22 л.с.

«Уралец-300» (рисунок 3) – самый сильный из представленных. В нём установлен трёхцилиндровый дизельный двигатель LL-385В мощностью 30 л.с. В остальном же его параметры совпадают с характеристиками трактора «Уралец-250».

Также у каждой модели есть полноприводная версия: «Уралец-2204», «Уралец-254» (с кабиной и без), «Уралец-224», «Уралец-304» [4, 5].

Основные характеристики для заднеприводных моделей тракторов представлены в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Технические характеристики мини-тракторов «Уралец» завода ООО «Трактор» (Челябинская обл.)

Параметры тракторов	«Уралец-220»	«Уралец-2200»	«Уралец-250» без кабины	«Уралец-250»	«Уралец-300»
Двигатель	JD295, дизельный	КМ-385ВТ, дизельный			LL-385В, дизельный
Мощность, л.с.	22	24			30
Колёсная формула	2х4 (ведущая задняя ось)				
Коробка передач	механическая, 6 вперёд, 2 назад		механическая, 12 вперёд, 3 назад		механическая, 6 вперёд, 2 назад
Колёсная база, мм	1440	1525	1535		
Навесная система	трёхточечная с ВОМ на 6 шлицов, 540 об/мин		трёхточечная с ВОМ на 6 шлицов, 540/1000 об/мин		
Ширина колеи, мм	спереди: 960; сзади: 1000				
Габаритные размеры, мм	2410/1300/1970 с дугой безопасности: 2410/1300/2140	2500/1300/1970 с дугой безопасности: 2500/1300/2140	2500/1300/1950	2500/1300/2423	
Конструкционный вес, кг	915	960	1130	1470	1250
Цена, руб.	560 000	615 000	640 000	949 000	1 150 000

Мини-трактор «Агромаш МТ-110» (г. Новочебоксарск, Чувашская Республика), изображённый на рисунке 4, является самым маленьким, маломощным и, соответственно, дешёвым из всей перечисленной техники. Его мощность составляет всего 13 л.с.



Рисунок 3 – Общий вид мини-тракторов «Уралец-220 (-2200)» и «Уралец-250 (-300)»

В отличие от других, имеет спереди и сзади одноточечную навесную систему, а передача мощности на активное оборудование осуществляется при помощи ременного привода как спереди, так и сзади трактора. Также на его заднюю ось можно установить металлические колёса – грунтозацепы, что улучшает сцепление с грунтом. Тем самым он хорошо подходит для работ в садах и на приусадебных участках [6].

Основные технические параметры мини-трактор «Агромаш МТ-110» представлены в таблице 3, а фото общего вида – на рисунке 4 [6].

Таблица 3 – Технические характеристики мини-трактора «Агромаш МТ-110»

Двигатель	Agromash-188F PRO, бензиновый
Мощность, л.с.	13
Колёсная формула	2х4 (ведущая задняя ось)
Коробка передач	механическая, 2 вперёд, 1 назад
Колёсная база, мм	1040
Навесная система	одноточечная спереди и сзади, ВОМ – ремённая передача (спереди и сзади)
Ширина колеи, мм	680
Габаритные размеры, мм	1670/800/1240
Конструкционный вес, кг	180
Цена, руб.	158 000

Несмотря на активное развитие российских мини-тракторов, на всей описанной в данной статье технике устанавливаются двигатели китайского производства. Это связано с закрытием профильных заводов в 1990-ых годах, а также экономической целесообразностью использования доступных импортных компонентов.

Однако для дальнейшего импортозамещения отечественным производителям важно сосредоточиться не только на сборке, но и на развитии

производства собственных силовых установок, что повысит технологическую независимость и добавит ценности отечественной продукции.



Рисунок 4 – Общий вид мини-трактора «Агромаш МТ-110»

Из данного обзора следует, что для малых фермерских хозяйств самыми бюджетными по цене будут мини-трактора «Агромаш МТ-110» - 158 000 руб. и «Русич Т-15» - 237 900 руб. Наиболее мощные и дорогие будут трактора из серии «Уралец».

По отзывам фермеров, самыми надёжными и универсальными для всех видов с/х работ считаются мини-трактора «Уралец-220», выпускаемые заводом ООО «Трактор» в г. Еманжелинске Челябинской обл.

Мини-трактора «Уралец» - малогабаритная сельхозтехника совместного российско-китайского производства. Используется в частных сельских и фермерских хозяйствах, коммунальной сфере. Необходимо знать, сколько возможностей предоставляет этот универсальный агрегат:

- экономное обслуживание по ремонту и низкозатратная эксплуатация;
- достойная тяговооружённость;

- широкие возможности по коммуникации с сельхозоборудованием и агрегатами коммунального назначения. Все модели отлично сочетаются с более чем 50 наименованиями навесного и прицепного оборудования, которое также предлагается официальными представителями во всех регионах РФ [5, 7-12].

Стоимость трактора «Уралец-220» (560 000 руб.) окупается в течение 1-2 лет, т.к. он используется для разных работ в течение всего года. Этому помогают оптимальные технические характеристики, что очень устраивает фермеров малых хозяйств.

Библиографический список

1. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.
2. Бачурин, А.Н. Сельскохозяйственные машины и агрегаты модульного типа / А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин, И.В. Савоськина // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 137-141.
3. Минитракторы Русич // Тракторный завод РУСИЧ [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn--h1apdhw.xn--placf/minitractor> (дата обращения: 11.04.2025).
4. Собственное производство - Уралец // Уралец - минитракторы и навесное оборудование [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn--80akrsow.xn--plai/product-category/%d0%bc%d0%b8%d0%bd%d0%b8%d1%82%d1%80%-d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%be%d1%80%d1%8b/nashe-proizv/> (дата обращения: 11.04.2025).
5. Классификация средств малой механизации сельскохозяйственных работ / В.М. Корнюшин, Е.О. Кузьмичёв, Б.А. Нефёдов, М.Б. Угланов // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: РГАТУ, 2017. – Часть 2. – С. 96-101.
6. Минитрактор Агромаш МТ-110 // Агромаш Маркет.рф [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn----7sbabmp8amcqvg2alf.xn--plai/> (дата обращения: 11.04.2025).
7. Пат. № 144733, Российская Федерация, МПК⁶ C11B1/10. Установка для подготовки растительного масличного сырья к прессованию: № 2014117990/13: заявл. 05.05.2014: опубл. 27.08.2014 / Н.В. Бышов и др.; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ им. П.А. Костычева – 8 с.: ил.
8. Виноградов, Д. В. Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве ярового рапса / Д. В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 2. – С. 62-64.
9. Филатова, О. И. Масличные культуры в Рязанской области / О. И. Филатова, Е. И. Лупова, В. В. Шидловский // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Часть I. – Рязань, 2018. – С. 397-400.
10. Богданчиков, И. Ю. Анализ обеспеченности Рязанской области сельскохозяйственной техникой / И. Ю. Богданчиков, А. В. Винников, Д. С. Коротаева // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия

Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 17-22.

11. Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / И. Ю. Богданчиков [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 4(34). – С. 5-11.

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

13. Макаров, Р.Р. Состояние и перспективы развития материально-технического обеспечения сельского хозяйства / Р.Р. Макаров, В.С. Конкина // Современная экономика: новые вызовы и решения в меняющемся мире : материалы Национальной студенческой научно-практической конференции. – 2023. – С. 57-61.

14. Лозовая, О. В. Значение современных проблем тракторостроения для АПК РФ и Рязанской области / О. В. Лозовая, Н. В. Барсукова, О. И. Ванюшина // Современные материалы, техника и технологии. – 2023. – № 1(46). – С. 72-79.

15. Юдина, А. В. Совершенствование эксплуатации машинно-тракторного парка в ФГБНУ "ФНЦ пчеловодства" / А. В. Юдина, И. Ю. Богданчиков // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, Рязань, 28 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 36-37.

16. Государственная поддержка технологической трансформации аграрного производства / С. С. Никитин [и др.] // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 70-77.

17. Анализ современного уровня и обоснования эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Голиков, Д. А. Волченков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2012. – С. 35-39.

18. Крыгин, С.Е. Обеспеченность предприятий АПК сельскохозяйственной техникой / С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 72-78.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Орошаемое земледелие является одним из ключевых направлений повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, особенно в регионах с недостаточным или неравномерным увлажнением почвы. В современных условиях изменения климата и увеличения частоты засух актуальность развития систем орошения возрастает. Инженерно-техническое обеспечение орошаемого земледелия включает проектирование, строительство и эксплуатацию водоснабжающих систем, насосных станций, сетей орошения и систем автоматизации, направленных на эффективное и рациональное использование водных ресурсов [1-3].

Системы орошения представляют собой комплекс инженерных сооружений и технических средств, предназначенных для подачи и равномерного распределения воды на сельскохозяйственные территории. Основные типы систем орошения включают поверхностное, капельное, дождевальное и микроспринклерное орошение, выбор которых определяется комплексным анализом агроклиматических условий, видов возделываемых культур, рельефных особенностей местности, а также наличия и характеристик водных ресурсов.

Поверхностные системы орошения основываются на подаче воды по открытым канавам и бороздам, обеспечивая питание растений посредством естественного распределения воды по поверхности почвы. Такие системы целесообразны на равнинных участках с достаточным количеством доступной воды.

Капельное орошение представляет собой высокоэффективную технологию локализованного полива, при которой водораспределение осуществляется непосредственно в прикорневую зону растений с помощью системы трубопроводов, снабжённых эмиттерами или капельницами (Рисунок 1). Такая система обеспечивает строго дозированную подачу влаги, минимизируя испарительные и фильтрационные потери, что особенно актуально в условиях ограниченного водоснабжения и при эксплуатации участков со сложным рельефом.

Дождевальные и микроспринклерные системы орошения имитируют естественные осадки за счёт диспергирования воды в атмосферу в виде мелкодисперсных капель. Данные методы характеризуются высокой универсальностью и применимы к различным типам сельскохозяйственных культур и почвенно-рельефным условиям. Равномерность распределения влаги, достигаемая при использовании данных систем, способствует повышению

эффективности водопользования и снижению рисков переувлажнения или локальных засух в пределах орошаемой площади.



Рисунок 1 – Капельное орошение на открытых территориях

Инженерно-техническое обеспечение систем орошения включает в себя несколько основных этапов:

- Проектирование водозаборных сооружений – производится тщательный анализ водных источников (глубина, дебит, качество воды, сезонные колебания). Проектирование водозаборных пунктов должно обеспечивать устойчивое водоснабжение без негативного воздействия на экосистему.

- Расчет и подбор насосного оборудования – для подачи воды в систему необходимы насосы, обеспечивающие требуемый напор и производительность. При выборе насосного оборудования учитываются гидравлические сопротивления, высота подъема воды, требования к энергетической эффективности и надежности эксплуатации. Оптимальный подбор насосов позволяет минимизировать энергозатраты и повысить долговечность системы.

- Создание распределительных сетей – проектируются трубопроводы, каналы и распределительные устройства, обеспечивающие равномерное распределение воды по орошаемой площади. При этом учитываются гидравлические расчеты для обеспечения необходимого давления и минимизации потерь напора, а также особенности рельефа и плотность посадок культур.

- Внедрение систем автоматизации и мониторинга – современные технологии позволяют использовать датчики влажности почвы, погодные станции и автоматические клапаны для оптимизации режимов полива. Автоматизация способствует значительному снижению расхода воды, улучшению качества орошения и повышению урожайности, а также минимизации человеческого фактора.

Ростовская область является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов Российской Федерации, обладающим значительным потенциалом в

сфере орошаемого земледелия. Климатические условия региона характеризуются континентальным типом с выраженной сезонной засушливостью, что создает существенные вызовы для обеспечения стабильного водоснабжения сельскохозяйственных угодий. В таких условиях инженерно-техническое обеспечение систем орошения приобретает ключевое значение для повышения продуктивности агроэкосистем и обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства [2, 4, 5].

Одним из примеров успешного внедрения комплексных инженерных решений в области орошения является проект реконструкции и модернизации ирригационной системы на территории Кагальницкого района Ростовской области. В рамках данного проекта была проведена капитальная реконструкция насосных станций, включающая замену устаревшего оборудования на высокоэффективные насосные агрегаты, что позволило значительно повысить энергетическую эффективность перекачки воды и снизить эксплуатационные расходы.

Кроме того, в проекте предусмотрено внедрение современных автоматизированных систем управления водоснабжением, основанных на использовании датчиков влажности почвы, метеорологических данных и программируемых логических контроллеров. Автоматизация регулирования подачи воды обеспечивает оптимизацию режимов полива с учетом реальных потребностей растений и погодных условий, что способствует снижению водопотребления и предотвращению избыточного орошения.

Особое внимание уделялось реконструкции и строительству распределительных сетей с применением капельных систем орошения, которые характеризуются высокой точностью и равномерностью подачи влаги непосредственно к корневой зоне растений. Такой подход значительно сокращает испарительные и фильтрационные потери воды, что особенно важно в условиях ограниченных водных ресурсов региона [3, 5].

В результате реализации данного проекта достигнуты значимые положительные показатели: увеличена урожайность основных сельскохозяйственных культур, включая пшеницу, кукурузу и овощные, на 15-20%, что обусловлено улучшением водного режима почвы и снижением стрессовых факторов для растений. Одновременно отмечено снижение потерь воды в системе орошения на 25%, что свидетельствует о повышении общей эффективности использования водных ресурсов.

Данный пример демонстрирует важность применения современных инженерно-технических решений и инновационных технологий в системе орошения для повышения устойчивости сельского хозяйства Ростовской области. Комплексный подход, включающий модернизацию насосного оборудования, автоматизацию управления и внедрение эффективных систем распределения воды, является ключевым фактором для достижения экономической и экологической эффективности в условиях континентального климата с частыми засухами.

Инженерно-техническое обеспечение орошаемого земледелия является фундаментом устойчивого развития сельского хозяйства в условиях изменяющегося климата и ограниченных водных ресурсов. Современные технологии и системный подход позволяют значительно повысить эффективность использования воды, увеличить продуктивность сельскохозяйственных культур и обеспечить экологическую безопасность агропроизводства [1, 2, 4].

Дальнейшее развитие требует интеграции инновационных методов автоматизации, использования возобновляемых источников энергии и совершенствования технических решений в области водоснабжения и мелиорации. Практический опыт российских регионов, таких как Ростовская область, демонстрирует положительное влияние инженерных технологий на повышение конкурентоспособности аграрного сектора и устойчивость природных ресурсов.

Библиографический список

1. Карпенко, М. С. Внедрение современных технологий и методов управления сельскохозяйственными предприятиями / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 305-309.

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

3. Карпенко, М. С. Развитие отрасли виноградарства на основе адаптивных и экологически безопасных технологий в Российской Федерации / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Приоритетные научные исследования в области производства и переработки плодоовощного сырья и винограда : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Махачкала, 12–13 сентября 2023 года. – Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2023. – С. 217-222.

4. Карпенко, М. С. Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 25 апреля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 486-487.

5. Семерджян, А. К. Использование современных образовательных технологий при изучение дисциплины "Основы математического моделирования" / А. К. Семерджян, Е. В. Дегтярева // КАЧЕСТВО современных образовательных услуг - основа конкурентоспособности вуза : сборник статей по материалам межфакультетской учебно-методической конференции / Ответственный за выпуск М. В. Шаталова : Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 62-64.
6. Проблемы агрономии и агрохимии в современном сельскохозяйственном производстве / М. М. Крючков, Д. В. Виноградов, А. А. Соколов [и др.] // Научно-практические инициативы и инновации для развития регионов России. – Рязань, 2015. – С. 102-105.
7. Крючков, М. М. Необходима ли мелиорация аграриям Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова, А. А. Соколов // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля. – Рязань, 2015. – С. 151-154.
8. Крыгин, С. Е. Обеспеченность предприятий АПК сельскохозяйственной техникой / С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 72-78.
9. Of the quality of the results of the state assessment of soil and landscape objects / A. V. Musyal [et al.] // E3S Web of Conferences, Termez, Uzbekistan, 29–30 апреля 2024 года. – Les Ulis Cedex A: EDP Sciences, 2024. – P. 8002.
10. Кистанова, С.А. Рост производительности в аграрном производстве за счет внедрения технологических инноваций / 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. 334-338.
11. Гусев, А.Ю. Перспективы обновления и модернизации основных фондов региона / А.Ю. Гусев, Е.А. Строкова, А.Г. Красников, И.Г. Кошкина // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. - Рязань, 2022. - С. 419-422.
12. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 296-301.

ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА КАК ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Молоко – это скоропортящийся продукт. Для предотвращения порчи продукта его следует своевременно охлаждать путем снижения температуры для всех его компонентов до значения, при котором рост и развитие микроорганизмов замедляется, а в последствие высокой температуры, наоборот, размножаются бактерии и запускаются окислительные процессы. Если молоко своевременно не охлаждать, то в нем запускается процесс образования вредной микрофлоры, не исключаются и стафилококки. Когда температура достигает отметки 18-20⁰С, большая часть патогенных организмов развивается со стремительной скоростью, но более благоприятной температурой является отметка 35-37⁰С. При температуре 4-6⁰С все процессы, которые действуют на молоко в негативном ключе, замедляются, а то и полностью прекращаются.



Рисунок 1 – Схемы охлаждения молока

В связи с требованием ТР ТС 023/2013, после доения скота сырое молоко должно подвергнуться очистке и охлаждению в течение двух часов до $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Молоко, охлажденное до температуры 4-6⁰С, должно храниться не более 12 часов.

Молокоохладители используются для доведения до нужной температуры и хранения для дальнейшей транспортировки с молочных комплексов или ферм с соблюдением всех гигиенических условий.

По способу охлаждения различаются прямое и косвенное (льдоаккумулирующие и чиллеры). Часто встречающимися являются

молокоохладители с прямым охлаждением в танках. Охлаждение продукта осуществляется посредством непосредственного контакта с испарителем, который, в свою очередь, контактирует с внутренней поверхностью резервуара. В качестве хладагента широко применяется фреон, что обусловлено его доступностью и простотой использования. Однако системы прямого охлаждения требуют применения компрессоров высокой мощности из-за отсутствия аккумулятора холода.



Рисунок 2 – Виды охладителей молока

В системах непрямого охлаждения с аккумулярованием льда холодильная установка используется для накопления хладоносителя в теплоизолированном резервуаре. Зачастую устройство аккумулярования льда и емкость для хранения молока объединены в общую конструкцию. По достижении минимального уровня ледяной массы происходит ее постепенное таяние с последующим восстановлением до исходного состояния. Данный метод позволяет значительно уменьшить требуемую мощность компрессорной установки.

С целью повышения энергетической эффективности и снижения потребляемой мощности компрессора практикуется предварительное охлаждение молока посредством пластинчатых или трубчатых теплообменников. Указанные устройства интегрируются в систему водоснабжения и обеспечивают уменьшение температуры молока до 15-17°C.

Использование предварительного охлаждения уменьшает потребление электроэнергии, снижает нагрузки на компрессор и увеличивает срок его эксплуатации. Тем не менее, применение воды ненадлежащего качества обуславливает необходимость регулярного обслуживания пластинчатых теплообменников. Современные производители предлагают широкий спектр охладителей молока с различными техническими характеристиками и конструктивными особенностями. Закрытые танки обладают такими преимуществами, как низкое потребление электроэнергии и высокая производительность, обусловленные их конструкцией и эффективной теплоизоляцией. Они широко используются благодаря простоте обслуживания, автоматизации рабочих процессов и наличию доступных электронных систем управления. Эффективное охлаждение молока способствует оптимизации процессов переработки и сокращению издержек, что обуславливает целесообразность применения охладителей для фермерских хозяйств, ориентированных на развитие и рост производства.

Библиографический список

1. Четвертаков, А. А. К вопросу энергоэффективности охлаждающих устройств / А.А. Четвертаков, С. Н. Гобелев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всеросс. студ. науч.-практ. конф., посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 114-118.

2. Гобелев, С. Н. Анализ фильтровых защит электрифицированного оборудования, используемого в сельской промышленности / С. Н. Гобелев, А. В. Данилкин, Е. Н. Кузнецова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академик МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 215-220.

3. Гобелев, С. Н. Тепловая модель электропривода / С. Н. Гобелев, Е. Н. Кузнецова, А. В. Данилкин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 221-226.

4. Гобелев, С. Н. Выбор эффективного режима работы установки для очистки молока / С. Н. Гобелев, А. А. Понкратов, А. М. Улымов // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиков МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

5. Гобелев, С. Н. Исследование работы сети 10 Кв при однофазном замыкании / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-42.

6. Гобелев, С. Н. Оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной междунар. науч.-практ. конф., Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 67-72.

7. Гобелев, С. Н. Энергосберегающая технология оптоэлектронного устройства контроля процесса доения молока / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Инновационные инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 82-87.

8. Гобелев, С. Н. Режимное обоснование температурной обработки сои гидротермическим способом / С. Н. Гобелев, К. А. Кононов, А. А. Клименков // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2024. – № 3(22). – С. 41-46.

9. Гобелев, С. Н. Автономное электроснабжение удаленных сельскохозяйственных потребителей / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2024. – № 3(22). – С. 46-50.

10. Гобелев, С. Н. Получение электрической энергии из соломы зерновых культур / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2024. – № 3(22). – С. 51-55.

11. Гобелев, С. Н. Способы обнаружения мест повреждений на линиях 10 КВ / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2024. – № 3(22). – С. 56-60.

12. Пикушина, М.Ю. Современные подходы к анализу затрат на производство молока / М.Ю. Пикушина, О.А. Ваулина, Г.Н. Бакулина // Актуальные вопросы устойчивого развития государства, общества и экономики: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Курск, 2022. - С. 296-301.

13. Евсенина, М. В. Российский рынок молока и молочной продукции: состояние и тенденции развития / М. В. Евсенина, Л. В. Черкашина // Мировой опыт и экономика регионов России. – Курск, 2020. – С. 122-125.
14. Инновационные направления развития отрасли молочного скотоводства / В. С. Конкина, Н. В. Бышов, Е. Н. Правдина, Д. В. Виноградов // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК. – Минск, 2017. – С. 29-33.
15. Кутейникова, А. П. Снижение энергопотребления холодильного процесса продуктов питания инновационным теплообменником-экономайзером / А. П. Кутейникова, В. Н. Туркин // Инновационные технологии пищевых производств : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию ФГБОУ ВО "Донского государственного аграрного университета", пос. Персиановский, 21–22 сентября 2020 года. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВПО "Донской государственный аграрный университет", 2020. – С. 95-97.
16. Каширина, Л. Г. Ветеринарно-санитарная оценка козьего молока, полученного под влиянием антиоксидантных препаратов / Л. Г. Каширина, Л. А. Павлова // Вестник РГАТУ. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 19-28.
17. Тимашова, М.Ю. Направления стратегического развития молочного скотоводства / М.Ю. Тимашова, А.Г. Красников // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2022. - С. 149-154.
18. Эффективность производства продукции животноводства: инженерно-технический аспект / А. Б. Мартынушкин [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 203-210.
19. Каширин, Д. Е. Повышение энергоэффективности оборудования для охлаждения молока / Д. Е. Каширин, Н. Б. Нагаев, А. А. Калмыков // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 109-115.
20. Состояние и тенденции производства молока в регионе / О. В. Соколов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 7. – С. 181-187.
21. Патент № 2115304 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/04. Доильный аппарат : № 97108417/13 : заявл. 20.05.1997 : опубл. 20.07.1998 / В. Ф. Некрашевич, В. А. Захаров, В. М. Ульянов, В. В. Утолин ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им.проф. П.А.Костычева.
22. Организационно-технологическое обоснование производства кисломолочных продуктов / С.А. Кистанова и др. // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : Материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 93-99.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПОЛЯ НА ЗЕРНО

Поддержание оптимальных температурных режимов является критически важным аспектом при обработке зерновых культур, поскольку отклонения от установленных параметров могут негативно сказаться на сроках хранения и потребительских качествах продукции. Регулирование температурного режима возможно посредством применения микроволновой (СВЧ) технологии, что обуславливает необходимость разработки и верификации соответствующих математических моделей. Данные модели служат инструментом для прецизионного контроля процессов нагрева и охлаждения зерна в условиях СВЧ-облучения.

В контексте аналитического исследования динамики температурных изменений в зерновых культурах при воздействии СВЧ-поля для моделирования использовалась программа MATLAB. На начальном этапе была исследована кинетика нагрева зерна при однократном СВЧ-воздействии. Критически важным является поддержание температуры внутри и на поверхности зерна ниже 55°C для обеспечения достоверности измерений интервалов. Процесс измерения параметров зерна включал в себя анализ исходной температуры, принятой за максимальную в предыдущем СВЧ-моделировании, с последующей генерацией отчета, с результатами математического моделирования воздействия температуры в режиме СВЧ-генерации.

Результаты научных изысканий указывают на непосредственную взаимосвязь между однородностью нагрева зерновых культур под воздействием микроволновой энергии и их позиционированием относительно генератора микроволн. С целью математического моделирования процессов теплообмена в зерне были сформулированы краевые задачи, базирующиеся на дифференциальных уравнениях, которые с высокой степенью достоверности отражают динамику нагрева и охлаждения.

Осуществлен обзор существующих вычислительных методов решения упомянутых дифференциальных уравнений для определения наиболее оптимальных подходов к прецизионному описанию температурного профиля внутри зерна, подвергаемого микроволновому облучению. Применение краевых задач позволяет учитывать как геометрические параметры зерна, так и характеристики микроволнового поля, что обеспечивает более высокую точность моделирования по сравнению с общепринятыми методами.

Анализ методов решения дифференциальных уравнений ориентирован на минимизацию вычислительных ресурсов при сохранении необходимой степени детализации моделирования, что имеет решающее значение для практической реализации в технологических процессах обработки зерна.

В целях упрощения вычислительной модели, зерновая единица рассматривается как сферическое тело, разделенное на три коаксиальные области, характеризующиеся различным, но при этом гомогенным уровнем влажности в пределах каждой области. Из-за этого можно провести анализ закономерности перераспределения влаги в процессе. Вследствие изотропности теплопроводности в каждой из зон, температурное поле будет демонстрировать однородное распределение вдоль кольцевых сечений, ориентированных перпендикулярно центральной оси зерна.

В силу осевой симметрии процесса теплопереноса задача может быть редуцирована к исследованию теплопроводности эквивалентного цилиндрического тела. При условии поддержания постоянной температуры со всех сторон цилиндра обмен теплом замедляется, что упрощает задачу анализа цилиндра с адиабатической боковой поверхностью.

Перед тем как решать данную задачу установим начальные и максимальные значения. Начало системы координат располагается в крайней левой точке центрального круга, лежащей на продольной оси.

Для первого участка возьмем условие:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q_1}{\partial \tau} = a_1^2 \frac{\partial^2 \theta_1}{\partial x^2} + \frac{Q_{v1}}{\rho_1 c_1}, & 0 < x < 2R_1, \quad 0 < \tau < +\infty \\ Q_1(x, 0) = \theta_{01} \\ \theta_1(0, \tau) = \theta_1(2R_1, \tau) = \frac{\theta_1(\tau) + \theta_2(\tau)}{2} = \theta_{ГР1}(\tau) = G_1(\tau) \end{cases}, \quad (1)$$

Далее даем условное обозначение:

$$\frac{Q_{v1}}{\rho_1 c_1} = P_{уд1}, \quad \frac{\partial^2 Q_1}{\partial x^2} = Q_{1xx} \quad (2)$$

Обозначим коэффициенты и индексы аргументов нумерацией зон зерновки.

При помощи уравнения Лапласа сделаем преобразование краевых задач. После чего τ задача примет вид:

$$\begin{cases} a_1^2 \theta_{1xx}(x, p) - p\theta(x, \tau) + P_{уд1} + \theta_{01} = 0, & 0 < x < 2R_1 \\ \theta_1(0, p) = G_1(p), \quad \theta_1(2R_1, p) = G_1(p), & 0 < x < \infty. \end{cases} \quad (3)$$

Преобразовав условие, получим уравнение разности температур. С использованием коэффициентов с учетом постоянных параметров уравнение будет выглядеть так:

$$\Theta_{1\text{СВЧ}}(x, \tau) = \Theta_{01}(1 + (K_1 + K_5)\tau + P_{\text{уд1}}\tau(1 - K_2 - K_6) + (\Theta_{02} + \Theta_{01}) \cdot K_3\tau + (P_{\text{уд1}} + P_{\text{уд2}})K_4\tau), \quad (4)$$

где $\Theta_{1\text{СВЧ}}(x, \tau)$ – температура в центральной зоне зерновки с СВЧ;

Моделирование осуществлялось с использованием программного обеспечения MATLAB. На первом этапе применялся однократный нагрев для повышения точности моделирования. Визуализация процессов нагрева и охлаждения зерновки представлена на рисунке 1.

Таким образом, представленная модель учитывает как физические процессы теплопередачи в зерне, так и электромагнитное воздействие СВЧ поля, а также неоднородность влажности в различных зонах зерновки. Использование MATLAB позволило реализовать численные методы решения уравнений и получить визуальное представление результатов.

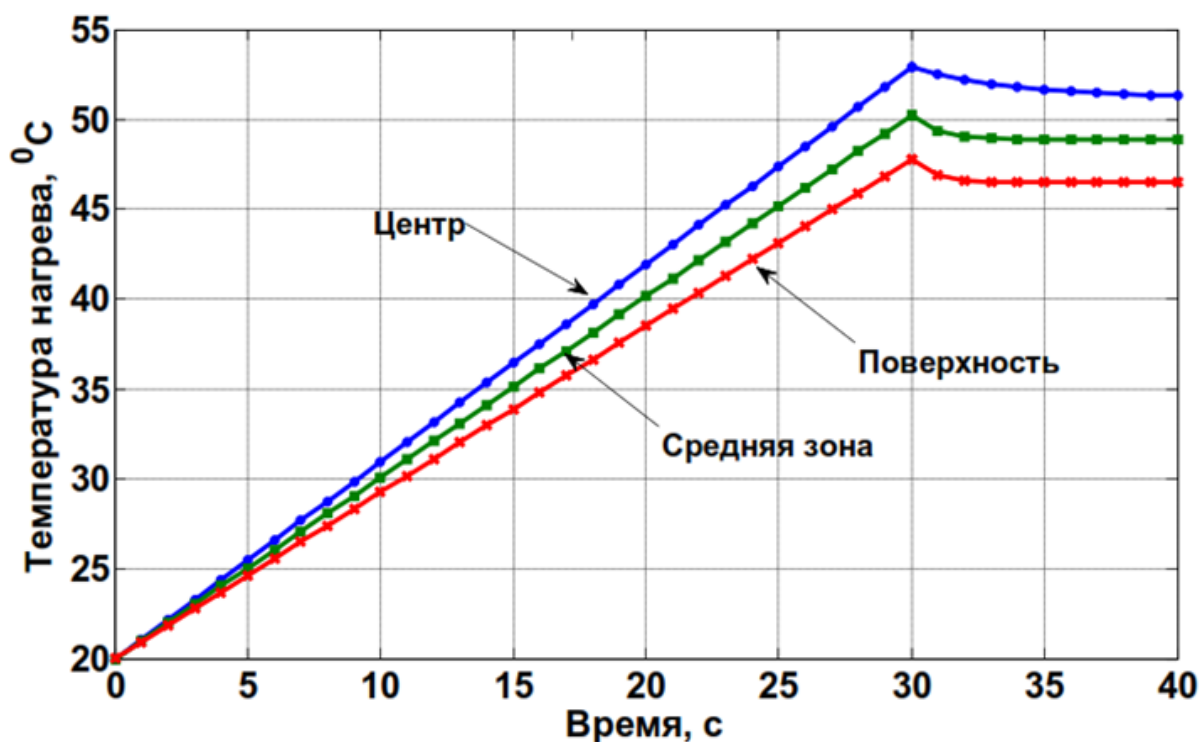


Рисунок 1 – Результат моделирования последовательно проходящих процессов СВЧ-нагрева зерновки и её остывания

Моделирование показало, что СВЧ поле действует на разные зоны зерновки по-разному неравномерно. Даже с различной долей влаги в зерновке можно рассчитать, как СВЧ поле действует при технико-механической обработке. По получившимся кривым можно спрогнозировать качественные показатели зерна при СВЧ обработке.

Библиографический список

1. Четвертаков, А. А. К вопросу энергоэффективности охлаждающих устройств / А. А. Четвертаков, С. Н. Гобелев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 114-118.
2. Гобелев, С. Н. Анализ фильтровых защит электрифицированного оборудования, используемого в сельской промышленности / С. Н. Гобелев, А. В. Данилкин, Е. Н. Кузнецова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 215-220.
3. Гобелев, С. Н. Тепловая модель электропривода / С. Н. Гобелев, Е. Н. Кузнецова, А. В. Данилкин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 221-226.
4. Гобелев, С. Н. Выбор эффективного режима работы установки для очистки молока / С. Н. Гобелев, А. А. Понкратов, А. М. Улымов // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.
5. Гобелев, С. Н. Исследование работы сети 10 Кв при однофазном замыкании / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-42.
6. Гобелев, С. Н. Оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 67-72.
7. Гобелев, С. Н. Энергосберегающая технология оптоэлектронного устройства контроля процесса доения молока / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Инновационные инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 82-87.

8. Гобелев, С. Н. Режимное обоснование температурной обработки сои гидротермическим способом / С. Н. Гобелев, К. А. Кононов, А. А. Клименков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 41-46.

9. Гобелев, С. Н. Автономное электроснабжение удаленных сельскохозяйственных потребителей / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 46-50.

10. Гобелев, С. Н. Получение электрической энергии из соломы зерновых культур / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 51-55.

11. Гобелев, С. Н. Способы обнаружения мест повреждений на линиях 10 КВ / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 56-60.

12. Кривова, А.В. Оценка влияния факторов на прибыль от реализации зерна / А.В. Кривова, М.Ю. Пикушина, О.А. Ваулина // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: Материалы 13-й Международной научно-практической конференции. - Курск, 2024. - С. 351-355.

13. Патент на полезную модель № 208372 U1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Устройство для стимулирования семян к прорастанию : № 2021123277 : заявл. 02.08.2021 : опубл. 15.12.2021 / Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова, В. А. Грязин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

14. Патент № 2758599 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Способ стимулирования роста и развития семян ярового рапса : № 2020143014 : заявл. 24.12.2020 : опубл. 01.11.2021 / Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

15. Технология и оборудование для получения и подготовки пророщенного зерна на корм животным : монография / С. В. Вендин, Ю. В. Саенко, К. В. Казаков [и др.]. – Москва; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-книготорговый центр "Колос-с", 2021. – 204 с.

16. Игнатов, В. Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В. Д. Игнатов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 34-38.

17. Современное техническое оборудование для борьбы с вредителями семенного зерна / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенко, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 225-230.

18. Руденко, С. Р. Проблемы и перспективы использования альтернативных источников энергии в зерновом производстве / С. Р. Руденко, О. В. Петрушина // Экономика России в условиях глобальных вызовов : материалы III Международной научно-практической конференции, Курск, 02 декабря 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2025. – С. 165-173.

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

20. Экономика зернового комплекса: перспективные направления развития / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, М.А. Чихман, М.В. Евсенина // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 120-126.

21. Красников, К.А. Стратегическое планирование развития зернового производства / К.А. Красников, А.Г. Красников // Юность и Знания - Гарантия Успеха – 2024 : Сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. - Курск, 2024. - С. 119-123.

22. Каширина, Л. Г. Переваримость питательных веществ рационов коровами при обработке зерновой части разными способами / Л. Г. Каширина, Л. А. Кузьменко, Д. Н. Бышова // Научные приоритеты современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 18 марта 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 114-118.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ЗЕРНА

На основе анализа условий, требуемых для термообработки зерна, рассматривались устройства и технологические процессы, которые в большем спектре взаимодействуют со сверхчастотным электрическим полем.

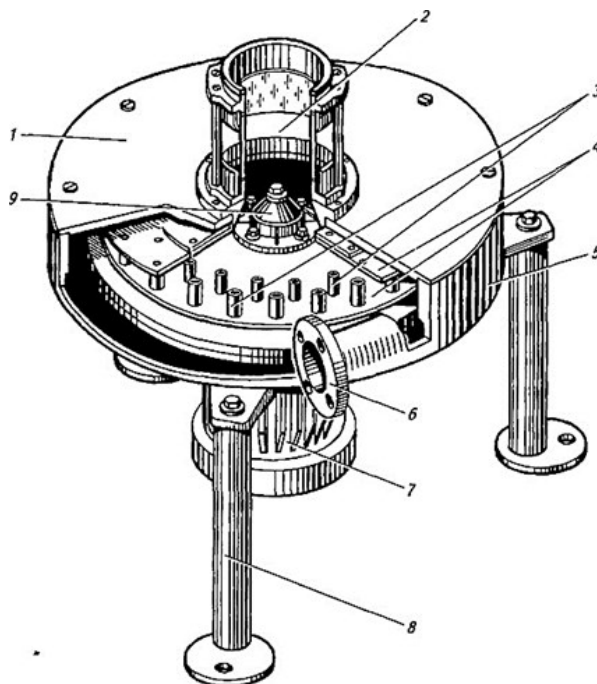


Рисунок 1 – Машина шелушильно-сушильная

Для снижения потребления электроэнергии при термомеханической обработке зерновых культур рассмотрим варианты, которые помогут повысить качество продукции на выходе.

Шелушильно-сушильная установка для зерна с СВЧ (шелушитель) устроена следующим образом: в рабочую зону через загрузочный патрубок попадает зерно между вращающимися кругами, которые обеспечивают интенсивное трение о цилиндр, находящийся в неподвижном положении, тем самым верхние оболочки зерна отделяются, оставляя чистое сырье на микронизацию и последующую выгрузку из аппарата.

Сверхвысокочастотный частотный энтолейтор состоит из двух дисков, между которыми находятся блоки с генератором СВЧ, которые обеспечивают обеззараживающую обработку зерновых культур от пыли, личинок и шелухи.

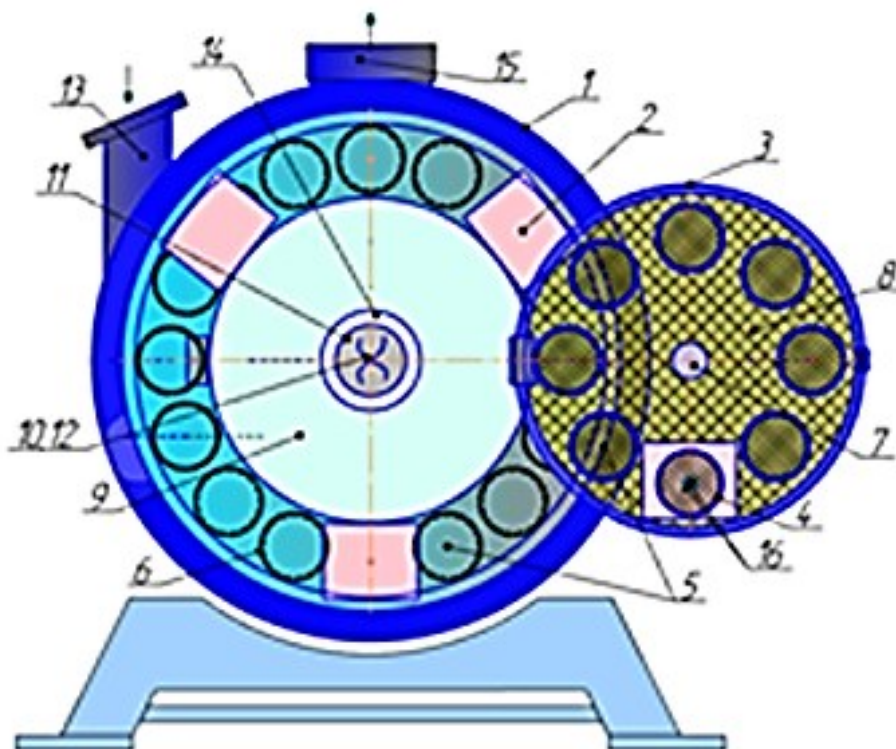


1 – крышка корпуса; 2, 6 – патрубки приемный и выпускной; 3 – втулки ротора; 4 – диски;
5 – корпус; 7 – электродвигатель; 8 – стойка; 9 – конус направляющий

Рисунок 2 – Устройство энтолейтора

В качестве альтернативного технического решения рассматривается интегрированная система, предназначенная для измельчения зерна с одновременной санитарной обработкой. В основе функционирования лежит дезинтеграционный принцип, реализуемый посредством двух разнонаправленно вращающихся роторов, оснащенных ударными элементами различной конфигурации, или бичевого ротора, состоящего из двух коаксиальных дисков, как это описано в патенте РФ №2203587. В процессе обработки зерно подвергается многократному воздействию со стороны элементов конструкции, что обеспечивает его диспергирование, однако эффективность обеззараживания остается ограниченной.

В данной работе предлагается принципиально новая конструктивная схема, обеспечивающая одновременную дезинфекцию и измельчение зерновых материалов посредством воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) (Рисунок 3). Согласно результатам исследований, например, опубликованным Ивановым и соавторами (2018), применение ЭМП СВЧ позволяет достичь более высокого уровня санитарной обработки зерна по сравнению с традиционными механическими методами (Иванов и др., 2018). Данный подход обеспечивает не только измельчение, но и эффективную дезактивацию микроорганизмов, повышая безопасность и качество конечного продукта.



1 – экранирующий корпус на станине; 2 – СВЧ генеративный блок с излучателем в диэлектрической втулке; 3 – дверь; 4 – сферическая часть резонаторной камеры; 5 – цилиндрическая часть резонаторной камеры; 6 – штифты; 7 – первый мотор-редуктор; 8 – ротор-диск малого диаметра; 9 – ротор-диск большого диаметра; 10 – шнек-дозатор; 11 – корпус шнека – запердельный волновод; 12 – второй мотор-редуктор; 13 – приемный бункер; 14 – кольцевое отверстие; 15 – патрубок для выгрузки

Рисунок 3 – Установка для измельчения и обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты

Рассмотрев некоторые установки для микронизации зерна, можно сделать вывод, что есть необходимость создать машину комбинированного действия, которая будет сочетать в себе все достоинства данных аппаратов, что снизит эксплуатационные затраты на обеззараживание и термотехническую обработку зерновых культур.

Для эффективной санитарной обработки и экструзии зерновых культур в промышленных масштабах целесообразно использование электромагнитных полей с контролируемой направленностью. Однако реализация данной технологии в непрерывном производственном цикле представляет собой сложную задачу.

Проанализированы различные варианты ввода энергии в систему с целью минимизации энергопотребления и повышения качественных характеристик конечного продукта. Исследования базируются на современных достижениях в области СВЧ-технологий и направлены на оптимизацию режимов обработки для достижения максимальной эффективности и сохранения качества зерна.

Библиографический список

1. Четвертаков, А. А. К вопросу энергоэффективности охлаждающих устройств / А. А. Четвертаков, С. Н. Гобелев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 114-118.
2. Гобелев, С. Н. Анализ фильтровых защит электрифицированного оборудования, используемого в сельской промышленности / С. Н. Гобелев, А. В. Данилкин, Е. Н. Кузнецова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 215-220.
3. Гобелев, С. Н. Тепловая модель электропривода / С. Н. Гобелев, Е. Н. Кузнецова, А. В. Данилкин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 221-226.
4. Гобелев, С. Н. Выбор эффективного режима работы установки для очистки молока / С. Н. Гобелев, А. А. Понкратов, А. М. Улымов // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.
5. Гобелев, С. Н. Исследование работы сети 10 Кв при однофазном замыкании / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-42.
6. Гобелев, С. Н. Оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 67-72.
7. Гобелев С. Н. Энергосберегающая технология оптоэлектронного устройства контроля процесса доения молока / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Инновационные инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 82-87.

8. Гобелев, С. Н. Режимное обоснование температурной обработки сои гидротермическим способом / С. Н. Гобелев, К. А. Кононов, А. А. Клименков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 41-46.

9. Гобелев, С. Н. Автономное электроснабжение удаленных сельскохозяйственных потребителей / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 46-50.

10. Гобелев, С. Н. Получение электрической энергии из соломы зерновых культур / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 51-55.

11. Гобелев, С. Н. Способы обнаружения мест повреждений на линиях 10 КВ / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 56-60.

12. Кривова, А.В. Оценка производства зерна в ООО "Орион" / А.В. Кривова, М.Ю. Пикушина, О.А. Ваулина // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: Материалы 13-й Международной научно-практической конференции. - Курск, 2024. С. 345-351

13. Патент № 2762090 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Способ предпосевной обработки семян озимого рапса : № 2020144367 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 15.12.2021 / Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов, К. Д. Сазонкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

14. Патент № 2818928 С1 Российская Федерация, МПК А01G 22/40. способ стимулирования роста и развития при выращивании сои и гороха : № 2023120750 : заявл. 07.08.2023 : опубл. 07.05.2024 / Д. В. Виноградов, М. В. Евсенина, Е. И. Лупова, М. И. Голубенко ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

15. Куликов, А. А. Способы обеззараживания семян сельскохозяйственных крупяных культур / А. А. Куликов, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007) , Рязань, 12 ноября 2021 года – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 86-91.

16. Красников, К.А. Стратегическое планирование развития зернового производства / К.А. Красников, А.Г. Красников // Юность и Знания - Гарантия

Успеха – 2024 : Сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. - Курск, 2024. - С. 119-123.

17. Голубина, А. С. Инновационные технологии в переработке зерна / А. С. Голубина, Н. В. Барсукова, О. И. Ванюшина // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 55-59.

18. Нагаев, Н. Б. Повышение эффективности предпосевной обработки зерна путем облучения ультрафиолетовой светодиодной установкой в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, С. Н. Гобелев, А. А. Жильцова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 214-219.

19. Особенности возделывания сельскохозяйственных культур в регионе / О. С. Фомин, К. В. Штоколова, Е. В. Скрипкина [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 9. – С. 216-221.

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

УДК 621.434

*Гобелев С.Н., канд. техн. наук,
Сметанников В.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОХЛАЖДАЮЩИХ СИСТЕМ В АПК

Для определения важных параметров при выборе систем охлаждения устройств, использующихся в сельскохозяйственном секторе, рассмотрим некоторые охладители.

С точки зрения физики тепловых процессов, определим выгоду и целесообразность использования. Для этого обратимся к формуле расчета количества теплоты:

$$Q = c * m * (t_2 - t_1), \quad (1)$$

Выразим закон сохранения энергии для системы замкнутого типа:

$$Q_1 = Q_2; \quad (2)$$

$$c_1 * m_1 * (t_1 - t_1') = c_2 * m_2 * (t_2 - t_2'); \quad (3)$$

Отсюда найдем разность температур:

$$t_1 - t_1' = \frac{c_2 * m_2 * (t_2 - t_2') + Q_{вн}}{c_1 * m_1} ; \quad (4)$$

Взаимодействие с внешней средой обуславливает теплообмен ($Q_{вн}$), измеряемый в Джоулях, который может быть как положительным (получение тепла), так и отрицательным (отвод тепла).

Крайне важно учитывать, что значительные значения $Q_{вн}$ способны оказать негативное воздействие на функциональность всей системы. Ограничение тепловых потерь в окружающее пространство, как правило, реализуется посредством применения термоизоляционных веществ с малым значением коэффициента теплопроводности, либо посредством использования рефлексивных оболочек, минимизирующих абсорбцию тепловой энергии. Действенность теплоизоляции определяется мощностью употребляемого субстрата и его теплофизическими свойствами.

В современной технике широко применяются системы охлаждения, основанные на полупроводниковых термоэлектрических преобразователях, известных как элементы Пельтье, а также компрессионные холодильные установки.

Для оценки тепловой нагрузки, которую способен абсорбировать термоэлектрический полупроводниковый охладитель, используют следующее выражение:

$$Q_{сРе} = a * I * T_c - \frac{1}{2} * I^2 * R_{ре} - \left(\frac{\lambda_{ре} * S_{ре}}{X_{ре}} \right) * (T_{4h} - T_{4c}), \quad (5)$$

В данном уравнении, произведение $a * I * T_c$ отражает предельную холодопроизводительность, основанную на эффекте Пельтье, где 'a' представляет собой коэффициент Зеебека, характеризующий термоэлектрические свойства материала.

Слагаемое $\frac{1}{2} * I^2 * R_{ре}$ описывает генерацию тепла, обусловленную протеканием электрического тока через полупроводниковый материал, выраженную в ваттах (Дж/с).

Выражение $\left(\frac{\lambda_{ре} * S_{ре}}{X_{ре}} \right) * (T_{4h} - T_{4c})$ соответствует теплопроводности охладителя Пельтье, определяемой как количество тепла, проходящего через материал в единицу времени, на единицу площади, при градиенте температуры в 1 К/м. Здесь $\lambda_{ре}$ - коэффициент теплопроводности, $S_{ре}$ - площадь, $X_{ре}$ - толщина полупроводника.

Для определения количества теплоты, отобранной охладителем с хладогеном-компрессорный охладитель используем формулу:

$$Q_{0ст} = \frac{Q_0 * (qv_{ст} * \lambda_{ст})}{qv * \lambda}, \quad (6)$$



Рисунок 2 – Общий вид компрессорного охладителя

Рассмотренные ранее системы охлаждения демонстрируют способность обеспечивать необходимую холодопроизводительность в разнообразных приложениях. При выборе наиболее подходящего типа охладителя ключевым фактором является оценка его холодильной мощности, определяющей энергопотребление и требуемую разницу температур.

В частности, для полупроводниковых охладителей, вследствие теплопроводящих свойств материала, достижение существенного температурного перепада в рамках одного модуля имеет конструктивные ограничения. Тем не менее, для достижения ультранизких температур в ограниченном пространстве, термоэлектрические охладители, основанные на эффекте Пельтье, представляют собой простое и надежное решение. Последовательное каскадирование модулей, где один модуль выполняет охлаждение другого, позволяет нивелировать ограничения, связанные с температурным градиентом. Несмотря на снижение общей энергоэффективности, данная конфигурация отличается простотой реализации и высокой степенью надежности.

Холодильные установки, в которых используются хладагенты, характеризуются значительной холодопроизводительностью, однако конструктивно не способны обеспечивать сверхнизкие температуры, достигаемые элементами Пельтье. Данное ограничение связано с температурой кипения применяемого хладагента. Разработка каскадных систем, использующих различные хладагенты, теоретически возможна, но влечет за собой значительное увеличение стоимости и сложности конструкции. Несмотря на потенциально высокую энергетическую эффективность таких систем, затраты на перекачку хладагента оказывают существенное влияние на общие эксплуатационные издержки.

Библиографический список

1. Четвертаков, А. А. К вопросу энергоэффективности охлаждающих устройств / А. А. Четвертаков, С. Н. Гобелев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 114-118.
2. Гобелев, С. Н. Анализ фильтровых защит электрифицированного оборудования, используемого в сельской промышленности / С. Н. Гобелев, А. В. Данилкин, Е. Н. Кузнецова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 215-220.
3. Гобелев, С. Н. Тепловая модель электропривода / С. Н. Гобелев, Е. Н. Кузнецова, А. В. Данилкин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 221-226.
4. Гобелев, С. Н. Выбор эффективного режима работы установки для очистки молока / С. Н. Гобелев, А. А. Понкратов, А. М. Улымов // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.
5. Гобелев, С. Н. Исследование работы сети 10 Кв при однофазном замыкании / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-42.
6. Гобелев, С. Н. Оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной междунар. науч.-практ. конф., Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 67-72.
7. Гобелев, С. Н. Энергосберегающая технология оптоэлектронного устройства контроля процесса доения молока / С. Н. Гобелев, Ю. А. Горностаева // Инновационные инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 82-87.
8. Гобелев, С. Н. Режимное обоснование температурной обработки сои гидротермическим способом / С. Н. Гобелев, К. А. Кононов, А. А. Клименков //

Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 41-46.

9. Гобелев, С. Н. Автономное электроснабжение удаленных сельскохозяйственных потребителей / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 46-50.

10. Гобелев, С. Н. Получение электрической энергии из соломы зерновых культур / С. Н. Гобелев, Н. А. Попов, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 51-55.

11. Гобелев, С. Н. Способы обнаружения мест повреждений на линиях 10 КВ / С. Н. Гобелев, Н. И. Соболев, У. С. Вылегжанина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 56-60.

12. Исследование топографии температурного поля облака генератора горячего тумана / М. Ю. Костенко, И. Н. Горячкина, В. С. Мельников [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3(27). – С. 65-69.

13. Безопасность жизнедеятельности / А. В. Щур, Д. В. Виноградов, В. П. Валько [и др.]. – Могилев-Рязань, 2018. – 328 с.

14. Кутейникова, А. П. Снижение энергопотребления холодильного процесса продуктов питания инновационным теплообменником-экономайзером / А. П. Кутейникова, В. Н. Туркин // Инновационные технологии пищевых производств : Материалы международной науч.-практ. конф., посвященной 180-летию ФГБОУ ВО "Донского государственного аграрного университета", пос. Персиановский, 21–22 сентября 2020 года. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВПО "Донской государственный аграрный университет", 2020. – С. 95-97.

15. Яровой, М. Н. Современные системы для создания микроклимата на животноводческих фермах / М. Н. Яровой, А. Д. Лабунский, Н. Е. Лузгин // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ 2024. – С. 119-123.

16. Эффективность свиноводства и его место в структуре агропроизводства в регионах Черноземья / А. В. Мусьял [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 6.

17. Каширин, Д. Е. Повышение энергоэффективности оборудования для охлаждения молока / Д. Е. Каширин, Н. Б. Нагаев, А. А. Калмыков // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 109-115.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Начиная с середины 1970-х годов, среднегодовая температура воздуха в России повышается приблизительно на $0,43^{\circ}\text{C}$ за десять лет, что в 2,5 раза превышает глобальный показатель прироста ($0,166^{\circ}\text{C}/\text{десятилетие}$) и свидетельствует о более остром климатическом потеплении в стране по сравнению с остальным миром. Одновременно с этим наблюдается усиление потенциального испарения из-за роста температуры и дефицита парциального давления водяного пара, что способствует возрастанию потребности растений в воде и увеличению потерь влаги через испарение с открытых поверхностей [1, 2].

Изменчивость режима осадков в России проявляется не только в колебаниях годовых сумм осадков, которые в западных регионах увеличиваются в среднем на 16,8 мм каждые десять лет, но и в растущей частоте экстремальных метеорологических явлений – проливных дождей и продолжительных засух. Эти колебания нарушают равномерное наполнение водохранилищ и резервуаров, а также влияют на сроки весеннего половодья и летних паводков, что усложняет планирование подачи воды.

Исследования показывают, что фактические заборы воды для орошения в будущем способны значительно измениться в зависимости от выбора водной политики и внедрения технологий управления водными ресурсами. Одним из ключевых направлений является переход к высокоэффективным низкоуглеродным методам орошения, который, по оценкам, может снизить энергозатраты на 50% и выбросы CO_2 на 90% в сравнении с традиционными системами [2, 3].

В Краснодарском крае, где преобладает умеренно-континентальный и субтропический климат, за последние десятилетия также зафиксирован рост среднегодовой температуры и тенденция к увеличению осадков в холодный период при одновременном риске летних засух. Традиционные оросительные каналы региона, потерявшие до 30–40% воды на инфильтрацию и испарение, в условиях более высоких летних температур демонстрируют снижение коэффициента полезного действия ниже экономически оправданного уровня.

Для повышения устойчивости оросительных комплексов к изменяющимся климатическим условиям и уменьшения потерь ирригационной воды предлагается следующий набор научно обоснованных мероприятий:

1) Капельное и точечное орошение позволяют локализовать подачу воды непосредственно в зоне корнеобитания растений, что существенно снижает испарительные потери и инфильтрацию за пределы корневой зоны (Рисунок 1).

Коэффициент полезного действия таких систем достигает 80–90%, по сравнению с 50–65% у традиционных бороздовых и затопительных методов. Прецизионная подача воды через капельные эмиттеры обеспечивает равномерность распределения (коэффициент вариации менее 10%), что дополнительно повышает эффективность использования ресурса и снижает стресс растений.

2) Применение автоматизированных систем с датчиками влажности почвы, атмосферных условий и программными модулями прогнозирования водопотребления обеспечивает оперативное регулирование расхода воды в зависимости от фактических потребностей посевов. Современные тензорезистивные, емкостные и радарные датчики демонстрируют точность измерений влажности до $\pm 2\%$ объёмной доли воды. Передача данных в облачные SCADA-системы позволяет применять алгоритмы машинного обучения для прогнозирования водного баланса на уровне поля с горизонтом до 7–10 дней.



Рисунок 1 – Капельное орошение в полях

3) Линейная изоляция оросительных каналов с применением композитных геомембран или бетонных покрытий снижает фильтрационные потери до 5–10% от объёма поданной воды вместо 30–40% у незащищённых земляных каналов (Рисунок 2). Анализ полевых испытаний показал, что применение гидроизоляционных материалов позволяет уменьшить среднюю скорость инфильтрации в каналах до 0,02 м/сутки, что улучшает подачу воды и снижает затраты на дополнительный забор из водоисточников.

4) Разработка и внедрение чётких правил распределения водных квот на основе реестра мелиоративных объектов и цифровых карт орошения позволяет оптимизировать потребление и стимулировать пользователей к внедрению ресурсосберегающих технологий. Дополнительным инструментом является субсидирование закупки оборудования для прецизионного полива и бесплатное

обучение персонала, что обеспечивает рост квалификации специалистов и снижение эксплуатационных рисков.



Рисунок 2 – Линейная изоляция оросительных каналов
(пример бетонных покрытий)

Немаловажной является нормативно-правовая поддержка: разработка чётких механизмов распределения водных квот и стимулирование инновационной деятельности в мелиорации создаёт экономические условия для широкого внедрения ресурсосберегающих технологий. Кроме того, повышение квалификации специалистов через сертифицированные программы, способствует росту профессионализма в вопросах устойчивого управления ирригацией и снижению нерациональных водозаборов [3-5].

Таким образом, учитывая продолжающееся потепление климата и нестабильность водного режима, модернизация оросительных систем посредством технических инноваций, цифровых решений и нормативных инициатив является критически важной для обеспечения экологической безопасности и стабильного развития сельскохозяйственного производства в России.

Библиографический список

1. Карпенко, М. С. Развитие отрасли виноградарства на основе адаптивных и экологически безопасных технологий в Российской Федерации / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Приоритетные научные исследования в области производства и переработки плодоовощного сырья и винограда : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Махачкала, 12–13 сентября 2023 года. – Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2023. – С. 217-222.

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

3. Карпенко, М. С. Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 25 апреля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 486-487.

4. Карпенко, М. С. Переработка твердых отходов для улучшения экологии городской среды / М. С. Карпенко, А. К. Семерджян // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 16 апреля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 106-110.

5. Карпенко, М. С. Прогнозирование воздействия фильтрата полигонов твердых бытовых отходов на окружающую среду / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Краснодар, 20 марта 2023 года / Отв. за выпуск Н.В. Третьякова. – Краснодар: Новация, 2023. – С. 180-185.

6. Крючков, М. М. Необходима ли мелиорация аграриям Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова, А. А. Соколов // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля. – Рязань, 2015. – С. 151-154.

7. Современные тенденции в сельском хозяйстве / Е. М. Зайцев, К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов, А. В. Ручкина // Научно-исследовательские решения высшей. – Рязань, 2023. – С. 105-106.

8. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 296-301.

9. Стратегические подходы и методы отраслевого и территориального планирования аграрного сектора / Н. Г. Барышников [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 1(403). – С. 90-94.

АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, требующей своевременной и бережной уборки для минимизации потерь. Современные технологии позволяют механизировать этот процесс, повышая его эффективность. В связи с этим актуальным является анализ существующей техники для уборки картофеля, ее преимуществ и недостатков.

Классификация и конструктивные особенности картофелеуборочной техники

Картофелекопатели

Наиболее простой и доступный тип техники, применяемый преимущественно в небольших хозяйствах.

- Примеры моделей:
 - КKM-1 (Россия) – однорядный навесной картофелекопатель, подходит для легких и средних почв.
 - Grimme GL 34 (Германия) – более совершенная модель с регулируемой глубиной копки.
- Регионы применения:
 - Нечерноземная зона России, Беларусь, где преобладают небольшие фермерские хозяйства.

Навесные и полунавесные картофелеуборочные комбайны

Обеспечивают не только выкапывание, но и частичную очистку клубней от почвы.

- Примеры моделей:
 - КПК-2-01 "Палессе" (Беларусь) – двухрядный комбайн с элеваторной сепарацией, подходит для тяжелых почв.
 - Grimme SE 75-20 (Германия) – отличается высокой производительностью (до 1,5 га/ч) и минимальным повреждением клубней.
- Регионы применения:
 - Центральное Черноземье (Россия), Украина, Польша – зоны с высокой культурой картофелеводства.

Самоходные картофелеуборочные комбайны

Наиболее производительные машины, обеспечивающие полный цикл уборки.

- Примеры моделей:
 - Grimme Varitron 470 (Германия) – оснащен системой автоматического контроля глубины копки и сепарации.
 - Агромаш 6220 (Россия) – адаптирован для работы в сложных почвенных условиях.

- Deere 2200 (США) – применяется в крупных агрохолдингах с высокой степенью автоматизации.
- Регионы применения:
 - Южные регионы России (Краснодарский край), Западная Европа (Германия, Нидерланды), США – зоны с интенсивным картофелеводством.

Таблица 1 – Сравнительный анализ производительности и потерь

Модель	Тип	Производительность, га/ч	Потери, %	Применяемость
ККМ-1	Картофелекопатель	0,3-0,5	5-10	Малые фермерские
КПК-2-01	Навесной комбайн	0,7-1,2	4-8	Средние
Grimme	Полунавесной	1,0-1,5	3-6	Интенсивное картофелеводство
Grimme	Самоходный	2,0-3,0	1-3	Крупные

Влияние почвенно-климатических условий на выбор техники

- Легкие и средние почвы (Нечерноземье, Беларусь):
 - Оптимальны навесные комбайны (КПК-2-01) и картофелекопатели.
- Тяжелые и переувлажненные почвы (Северо-Запад России, Полесье):
 - Требуются комбайны с усиленной сепарацией (Grimme SE 75-20).
- Регионы с высокой интенсивностью производства (Краснодарский край, Европа):
 - Применяются самоходные комбайны с электронным управлением.

Экономическая эффективность использования техники

- Малые хозяйства: Ручные и маломеханизированные методы (картофелекопатели) экономически оправданы.
- Средние и крупные хозяйства: Самоходные комбайны окупаются за 3–5 лет за счет снижения потерь и увеличения скорости уборки.

Методика расчета окупаемости

Для оценки экономической целесообразности применения техники использовались следующие показатели:

- Капитальные затраты (стоимость техники, доставка, настройка).
- Эксплуатационные расходы (ГСМ, обслуживание, зарплата оператора).
- Снижение потерь урожая (разница между ручной и механизированной уборкой).
- Производительность (га/час, объем убранного картофеля за сезон).

Формула срока окупаемости:

$$T = K \Delta P \cdot Q - C T = \Delta P \cdot Q - C K$$

где:

- TT – срок окупаемости (лет),
- KK – капитальные затраты,
- $\Delta P \Delta P$ – снижение потерь (в денежном выражении),

- QQ – объем уборки (тонн/год),
- CC – годовые эксплуатационные расходы.

Таблица 2 – Сравнительный анализ моделей

Модель	Стоимость, млн руб.	Эксплуатационные расходы, руб./га	Снижение потерь, %	Срок окупаемости, лет
ККМ-1	0,3-0,5	800-1200	5-10	1-2
КПК-2-01	2,5-3,0	2500-3500	15-20	3-4
Grimme SE	8,0-10,0	5000-6000	25-30	4-5
Grimme	25,0-30,0	8000-10000	30-40	5-7

Примечание: Расчеты приведены для хозяйств с площадью посадки картофеля 100–200 га.

Практический опыт хозяйств

Пример 1: Фермерское хозяйство (Ленинградская область)

- Характеристики: Площадь – 50 га, почвы – суглинки.
- Используемая техника: Навесной комбайн КПК-2-01 "Палессе".
- Результаты:
 - Снижение потерь с 12% (при ручной уборке) до 6%.
 - Производительность – 0,8 га/ч.
 - Окупаемость – 3 года.

Пример 2: Агрохолдинг (Краснодарский край)

- Характеристики: Площадь – 500 га, почвы – черноземы.
- Используемая техника: Самоходный комбайн Grimme Varitron 470.
- Результаты:
 - Снижение потерь с 20% (при использовании устаревшей техники) до 5%.
 - Производительность – 2,5 га/ч.
 - Окупаемость – 6 лет (с учетом масштаба производства).

Пример 3: Кооператив (Республика Беларусь)

- Характеристики: Площадь – 150 га, почвы – торфяники.
- Используемая техника: Полунавесной комбайн Grimme SE 75-20.
- Результаты:
 - Снижение потерь с 15% до 7%.
 - Производительность – 1,2 га/ч.
 - Окупаемость – 4 года.

Оптимизация выбора техники: рекомендации

1. Для малых хозяйств (до 50 га):
 - Картофелекопатели и малые навесные комбайны (ККМ-1, Grimme GL 34).
 - Минимальные капитальные затраты, быстрая окупаемость.
2. Для средних хозяйств (50–200 га):
 - Навесные и полунавесные комбайны (КПК-2-01, Grimme SE 75-20).

- Баланс между стоимостью и производительностью.
- 3. Для крупных агрохолдингов (200+ га):
- Самоходные комбайны (Grimme Varitron, Deere 2200).
- Максимальная автоматизация, снижение зависимости от ручного труда.

Проведенный анализ показывает, что выбор картофелеуборочной техники должен основываться не только на технических характеристиках, но и на экономических расчетах. Практический опыт хозяйств подтверждает, что даже дорогостоящая техника может быть окуплена за 5–7 лет за счет снижения потерь и повышения производительности. Для достижения наилучших результатов рекомендуется:

Проводить предварительные расчеты окупаемости.

Учитывать почвенно-климатические условия региона.

Внедрять современные технологии (автоматизированные системы управления).

Библиографический список

1. Smith, J. Potato Harvesting Machinery: Efficiency and Innovations // Agricultural Engineering International, 2022. — Vol. 24. — P. 45-58.
2. Отчет СПК «Колос» (Ленинградская область) *«Эффективность использования комбайна КПК-2-01 в 2022 году»*. — 2023.
3. Агрохолдинг «КубаньКартофель». «Внедрение самоходных комбайнов Grimme Varitron: экономический анализ». — Краснодар, 2023.
4. Исследование НИИ картофельного хозяйства (Беларусь) «Сравнение потерь при разных способах уборки картофеля». — Минск, 2021.
5. Grimme Landmaschinenfabrik. Картофелеуборочная техника: каталог моделей 2023. — Германия, 2023.
6. АО «Агромашхолдинг». Техническое описание комбайнов серии «КПК». — Россия, 2022.
7. John Deere. Самоходные картофелеуборочные комбайны: руководство по эксплуатации. — США, 2023.
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. Анализ современного уровня и обоснования эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Голиков, Д. А. Волченков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. — Рязань: РГАТУ, 2012. — С. 35-39.

10. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК A01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

11. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 8. – С. 22-24.

12. Оценка перспективной технологической схемы картофелеуборочного комбайна / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1(49). – С. 262-269.

13. Анализ современных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Д. М. Ликучев, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 196-200.

УДК 631.63

*Майер М.Е.,
Научный руководитель: Бельц А.Ф., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБВОДНЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Обеспечение достаточного водного ресурса для сельского хозяйства является одной из важнейших задач современного общества, особенно в условиях изменяющегося атмосферного климата и растущего населения. Традиционные методы обводнения часто оказываются неэффективными, дорогими и ресурсоемкими. Поэтому разработка и внедрение инновационных технологий приобретают первостепенное значение. Статья рассматривает наиболее перспективные направления в этой области.

1. Управление водными ресурсами

- Современные системы мониторинга: Сенсоры и спутниковые технологии позволяют отслеживать уровень грунтовых вод, влажность почвы и осадки в реальном времени (Рисунок 1). Это помогает прогнозировать

потребность в воде и оптимизировать орошение, минимизируя потери и повышая эффективность использования водных ресурсов [1, 3, 5, 6].



Рисунок 1 – Схема работы интеграции спутниковых данных, сенсоров и цифровых технологий для мониторинга

- Прогнозирование засух и наводнений: Дистанционное зондирование и климатические модели позволяют точно предсказывать эти явления, что помогает своевременно защищать сельскохозяйственные угодья.

- Системы управления водопользованием представляют собой комплекс инженерно-технических и программных решений, направленных на рациональное распределение и использование водных ресурсов в агропроизводстве. Такие системы функционируют с учетом агробиологических потребностей различных сельскохозяйственных культур, метеорологических условий и состояния почвенной влаги, что позволяет существенно снизить потери воды, обусловленные испарением и нерациональным поливом.

2. Технологии орошения

- Капельное орошение представляет собой метод высокоточного полива, при котором вода с растворёнными в ней питательными веществами подается непосредственно в прикорневую зону растений через сеть трубопроводов и дозирующих капельниц. Данная технология существенно снижает потери влаги на испарение и обеспечивает равномерное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы, способствуя эффективному водопотреблению и повышению урожайности. Современные системы капельного орошения могут быть интегрированы с автоматизированными модулями управления, что позволяет динамически регулировать объем и режим подачи воды в зависимости от текущих условий.

- Дождевание осуществляется с применением механизированных дождевальных установок, которые имитируют естественные осадки, равномерно распределяя воду по поверхности поля. Инновационные модели

таких систем оснащаются сенсорами и программным обеспечением, позволяющим адаптировать интенсивность и продолжительность полива к конкретным метеоусловиям и фазам роста растений (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Пример применения дождевальной установки

- Использование вторичных водных ресурсов включает предварительную очистку сточных вод различного происхождения с последующим их применением в аграрном водоснабжении. Такой подход позволяет существенно сократить потребление пресной воды, снижает нагрузку на природные источники и способствует устойчивому развитию агроэкосистем.

- Подземное орошение, данный метод минимизирует потери воды на испарение, снижает риск образования поверхностной корки и засоления почвы, однако требует высокой точности проектирования и регулярного технического обслуживания.

3. Повышение эффективности использования воды

- Селекция засухоустойчивых сортов - разработка новых сельскохозяйственных культур, устойчивых к дефициту воды.

4. Экономические и социальные аспекты

Внедрение инновационных технологий требует значительных инвестиций, но высока их экономическая эффективность. Увеличение урожайности и снижение затрат на воду приводят к росту прибыли фермеров. Эти технологии также улучшают качество жизни, обеспечивая доступ к чистой воде и стабильным урожаям. Поддержка государства в виде субсидий и программ обучения имеет ключевое значение для успешного внедрения. [2,4,5]

Примеры успешного внедрения водосберегающих технологий в сельском хозяйстве России:

1. Агрофирма «Агро-Отечество» (Краснодарский край): Внедрение систем капельного орошения при выращивании овощных и ягодных культур обеспечило равномерное распределение влаги в прикорневой зоне. Это

способствовало увеличению урожайности на 30–40% и сокращению объема потребляемых водных ресурсов до 50% по сравнению с традиционными методами полива.

2. Фермерское хозяйство в Алтайском крае: Применение беспилотных летательных аппаратов, оснащённых мультиспектральными камерами, позволило проводить детальный агромониторинг состояния посевов и почвенной влажности. На основе полученных данных была реализована адаптивная стратегия орошения, что обеспечило снижение водопотребления на 15–20% без потери продуктивности культур.

3. Агропромышленные парки (Сибирский федеральный округ): Комплексные проекты по рекуперации и повторному использованию очищенных сточных вод в системах сельскохозяйственного орошения позволили сократить потребление пресной воды на 40%.

Для эффективного функционирования современных систем автоматического полива и мониторинга необходима развитая инфраструктура, квалифицированный персонал и постоянное методическое сопровождение, что не всегда возможно в условиях сельской местности или в регионах с ограниченными ресурсами.

Не менее значимыми являются социально-организационные барьеры, включая недостаточный уровень информированности фермеров о преимуществах и механизмах использования инновационных технологий, а также отсутствие доступных программ обучения и консалтинговой поддержки. Это порождает инерционность в принятии решений и сдерживает переход к современным моделям управления водными ресурсами.

Существуют также экологические риски, связанные с нерациональным или некорректным применением новых методов орошения. В частности, чрезмерное увлажнение почвы, нарушение гидрологического баланса или использование недостаточно очищенной воды могут привести к деградации почв, их засолению, загрязнению водных объектов и нарушению функционирования локальных экосистем.

Наконец, важным препятствием остаются политико-правовые факторы, включая фрагментарность нормативно-правового регулирования, отсутствие комплексной государственной стратегии в сфере рационального водопользования и недостаточную поддержку со стороны профильных органов власти.

В условиях нарастающего влияния климатических изменений и роста продовольственной нагрузки обеспечение устойчивого водоснабжения аграрного сектора становится приоритетной задачей. Интеграция инновационных технологий орошения, повторного использования водных ресурсов и цифровых систем управления водопользованием обладает высоким потенциалом повышения эффективности аграрного производства. Однако реализация этих возможностей требует устранения обозначенных барьеров через разработку и реализацию государственной поддержки, развитие правовой базы, а также системную подготовку кадров для аграрной отрасли.

Библиографический список

1. Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции, Казань, 09–10 февраля 2021 года. Том 2. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – 350 с.
2. Фролов, А. В. Изменения водных ресурсов в условиях потепления климата и их влияние на приток к крупным водохранилищам России / А. В. Фролов, В. Ю. Георгиевский // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 6. – С. 67-76.
3. Ларин, С. А. Современные технологии капельного орошения и их внедрение / С.А. Ларин // Международный журнал агрономии. – 2021. - 25(4). – С. 15-22.
4. Карпенко, М. С. Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 25 апреля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 486-487.
5. Информационные системы и технологии ИСТ-2022 : Сборник материалов XXVIII Международной научно-технической конференции, Нижний Новгород, 23–24 апреля 2022 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2022. – 486 с.
6. Коваленко, Е. В. Анализ эффективности метода капельного орошения земель / Е. В. Коваленко, А. Ф. Бельц // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 620-622.
7. Современное состояние АПК Рязанской области / К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов, Н. Н. Пашканг, С. В. Никитов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань, 2023. – С. 374-379.
8. Применение мелиорантов из местного сырья для оптимизации кислотности почвы / А. А. Кунцевич, А. А. Соколов, Д. В. Лебедев, О. Н. Капитулина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии. – Рязань, 2025. – С. 221-225.
9. Дрожжин, К. Н. Факторы, определяющие сток воды и смыв почвы при снеготаянии / К. Н. Дрожжин, Ю. М. Евсенкина // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе: Сборник научных статей по итогам научно-исследовательской работы агрономического факультета Рязанской ГСХА. Том Выпуск 2. – Рязань: НПЦ "Информационные технологии", 2003. – С. 27-28.

10. Интегральная оценка технологического развития пространственно локализованных агросоциохозяйственных систем региона / Д. И. Жиликов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2025. – № 3(333). – С. 44-47.

11. 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: ЮЗГУ, 2024. - С. 136-140.

12. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть III. – Рязань: РГТУ, 2021. – С. 296-301.

УДК 528.48

*Мурзабулатов Б.С., канд.с.-х. наук,
Алексеев А.А.
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, РФ*

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПЛОЩАДКИ КОТЕЛЬНОГО ЦЕХА Г. НЕФТЕКАМСК РБ

В соответствии со ст. 3 Федерального закона от 30 декабря 2015 г. N 431-ФЗ "О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" используются следующие основные понятия:

1. Геодезия – область отношений, возникающих в процессе научной, образовательной, производственной и иной деятельности по определению фигуры, гравитационного поля Земли, координат и высот точек земной поверхности и пространственных объектов, а также изменений во времени указанных координат и высот [1];

2. Пространственные данные – данные о пространственных объектах, включающие сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе представленные с использованием координат;

3. Масштаб – отношение длины отрезка на карте к действительной длине этого отрезка на местности;

4. Геодезическая сеть – совокупность геодезических пунктов, используемых в целях установления и распространения предусмотренных настоящим Федеральным законом систем координат;

5. Государственная нивелирная сеть – совокупность нивелирных пунктов, используемых в целях установления или распространения государственной

системы высот.

Важным нормативно-правовым полем при выполнении инженерно-геодезических изысканий является Свод Правил (далее – СП) СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 [2].

Изыскательские работы делятся на три этапа: подготовительный; полевой; камеральный.

В данной статье рассмотрим инженерно-геодезические изыскания площадки котельного цеха г. Нефтекамск РБ (Рисунок 1).

Состав и объемы выполненных работ.

В состав инженерно-геодезических изысканий входят:

- 1) Мониторинг наличия изысканий прошлых лет;
- 2) Рекогносцировка исходных пунктов для привязки и обследование территории объекта;
- 3) Топографическая съемка площадки в масштабе 1:500 с сечением рельефа 0.5 м при I категорий сложности на застроенной территории;
- 4) Обследование надземных и подземных инженерных коммуникаций (теплотрасса, канализация, электроснабжение, газоснабжение и т.д.);
- 5) Координирование основных элементов съемки;
- 6) Камеральная обработка полевых измерений и отрисовка топографического плана;
- 7) Формирование технического отчета по инженерно-геодезическим изысканиям.



Рисунок 1 – Местоположение объекта изысканий

При выполнении инженерно-геодезических работ в соответствии с техническим заданием принято: система координат – МСК-02 (зона 1); система высот – Балтийская; высота сечения рельефа – 0.5 м.

Инженерно-геодезические работы проводились геодезическим оборудованием – тахеометром как TrimbleTS635 [3].

Виды и объемы выполненных работ представили в таблице 1.

Таблица 1 – Виды и объемы выполненных работ

Наименование выполненных работ	Объем работ
Составление программы производства работ	2 программы
Топографическая съемка в масштабе 1:500, I категории сложности, при высоте сечения рельефа 0,5 м, на застроенной территории (съемка текущих изменений)	1,60га
Съемка подземных коммуникаций с помощью трубокабелеискателя САТ4 + Genny4	45
Составление ЦММ и топографического плана масштаба 1: 500 с сечением рельефа 0,5 м	30 дм ²
Составление отчета	2

Краткая физико-географическая характеристика района работ.

В административном отношении непосредственно площадка котельного цеха расположена в восточной части в 3-м микрорайоне города Нефтекамск Республики Башкортостан.

Рельеф на участке равнинный, с уклоном до 1⁰, абсолютные отметки изменяются от 102,21 до 102,82м. Опасные природные и техногенные процессы отсутствуют.

Климат континентальный, лето тёплое, зима умеренно холодная (самая низкая зарегистрированная температура зима 1962 г. –52 °С) Средняя температура января –13,7 °С, максимальная –22,8 °С; июля +19,3 °С, максимальная +42,3 °С. Среднегодовая температура воздуха +3,2 °С. Среднее количество осадков – 577 мм.

Строительные характеристики.

Глубина промерзания почвы в г. Нефтекамск: для суглинков и глин 1,7м; для супесей, песков мелких и пылеватых 2,1м; для песков гравелистых, крупных и средней крупности 2,2м; для крупнообломочных грунтов 2,5м. Ветровой режим характеризуется преобладанием ветров южного направления со средней скоростью 3,5 м/сек. Наибольшее число дней с сильным ветром (более 15 м/сек.) отмечается в октябре и декабре (до 12 дней). Наибольшая скорость ветра возможна 1 раз в 20 лет (5% обеспеченности), которая достигает 25 м/сек

Топографическая изученность района работ

На территории объекта была выполнена топографическая съемка, масштаб съемки 1:500, сечение рельефа 0.5 м. Материалов изысканий предыдущих лет на данный участок строительства отсутствуют.

Планово-высотное обоснование.

- Система координат: МСК-02.
- Система высот: Балтийская

Съемочное обоснование создано проложением теодолитного хода и представляет собой систему одиночного хода. Точки съемочной геодезической сети, на время производства работ, закреплены деревянными кольями.

Исходными данными послужили пункты государственной геодезической сети (ГГС), а именно: Ташкиново Северный, Придорожный, Аэропорт, Кутерем, Якимково. Пунктами планово-высотным обоснованием послужили репера на площадке: Вр.РП-1, Вр.РП-2.

Теодолитный ход уравнен на ПК в программе «Credo DAT 5». Угловые, высотные измерения и длины линий в ходах измерялись электронным тахеометром TrimbleTS635 одним полным приемом.

Съемка текущих изменений выполнена геодезическим прибором TrimbleTS635.

Перед началом работ на участках съемки текущих изменений проводился детальный осмотр местности, определялся характер участка работ.

Количество пикетов, определенных при планово-высотной съемке, достаточно для полного отражения ситуации и рельефа местности на плане.

Высотные отметки пикетов Нп, м, вычислялись автоматически.

Топографический план М 1:500 с сечением рельефа 0.5м отрисован автоматизированным программным комплексом Autodesk Civil 3D 2023 на бумажной основе и в цифровом виде).

Выполнен необходимый объем вычислительных работ по предварительной обработке полученных материалов и данных для обеспечения контроля их качества, полноты и точности.

Составлен каталог координат временной геодезической сети.

Обследование и съемка подземных коммуникаций.

Работа по съемке и обследованию существующих подземных коммуникаций включала в себя:

- сбор и анализ имеющихся материалов о подземных сооружениях (исполнительных чертежей, инженерно-топографических планов);
- рекогносцировочное обследование (отыскание на местности подземных сооружений по внешним признакам, определение участков для поиска подземных коммуникаций);
- поиск и съемка подземных сооружений с помощью трубокабелеискателя;
- составление плана сетей подземных сооружений (на топографической основе);

Поиск подземных коммуникаций производился на местности с помощью трубокабелеискателя САТ4 + Genny4 при импульсном режиме генератора с фиксацией точек планового положения отыскиваемой трассы через расстояния не более чем через 20 м на прямолинейных участках и не более чем через 3 м на углах поворота. Одновременно с фиксацией точек планового положения отыскиваемой трассы определялось ее заглубление. Точки фиксации

закреплялись на местности с помощью штырей и вешек для последующей их съёмки.

Съёмка подземных коммуникаций производилась по фиксированным точкам.

По результатам полевых работ были выполнены камеральные работы, которые включали в себя:

1. Составление каталога координат и высот пунктов съёмочного обоснования.
2. Составление топографических планов масштаба 1:500 в бумажном и цифровом виде.
3. Составление технического отчета.

Камеральные работы по расчету координат и высот выполнены в программе «Credo-DAT 5».

Плотность точек временной съёмочной геодезической сети и точность определения их планово-высотного положения соответствуют выбранному масштабу (не менее 2 точек временного закрепления на планшет). Средняя погрешность в плановом положении скрытых точек подземных сооружений, определенных трубокабелеискателем относительно ближайших зданий и точек съёмочного обоснования не превышает 0,4 мм в масштабе плана. Средняя погрешность съёмки рельефа относительно ближайших точек съёмочного обоснования не превышает предельно допустимого значения (при углах наклона поверхности до 2 градусов – $\frac{1}{4}$).

Точность инженерно-топографических планов оценивалась по величинам средних расхождений положений предметов и контуров, точек подземных сооружений, а также в высотах точек, рассчитанных по горизонталям, с данными полевых измерений (Рисунок 2).

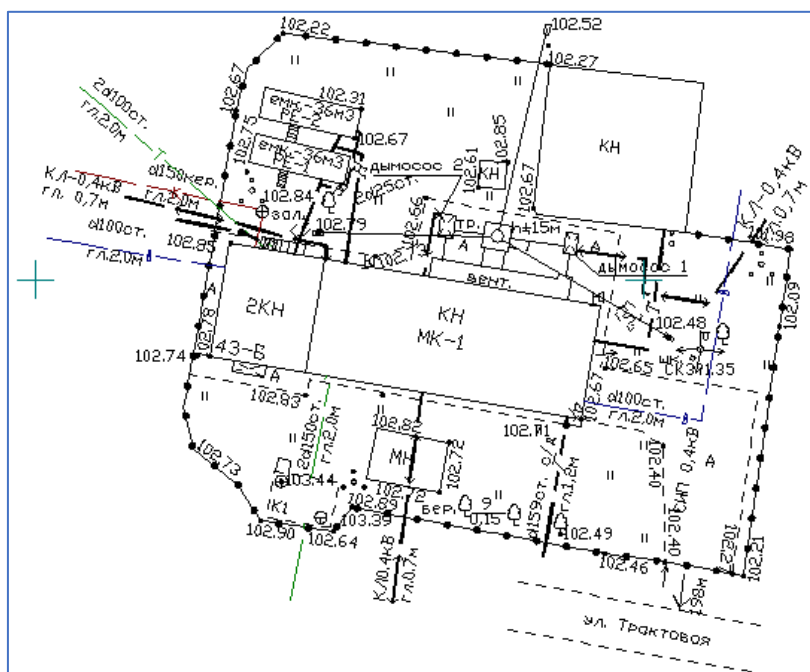


Рисунок 2 – Фрагмент топографического плана

Предельные расхождения не превышают удвоенных значений средних погрешностей. Работы по составлению плана выполнены в программах Credo_Dat, AutoCAD. Топографический план вычерчен согласно издания: «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:500-1:5000», ФГУП «Картгеоцентр» Москва, 2005 г.

Вывод: Топографическая съемка нужна для создания точной карты или плана земельного участка-площадки, на котором подробно отображены границы, рельеф, объекты и коммуникации. Это может быть полезно для различных целей, таких как строительство, градостроительство и дизайн, а также для оценки стоимости земли. Она помогает понять особенности местности, что в свою очередь позволяет более точно спланировать строительство или другие проекты. В результате произведенных полевых и камеральных инженерно-геодезических изысканий получены данные, необходимые для выполнения проектных и строительных работ на объекте:

Материалы изысканий полностью соответствуют требованиям, действующим инструкциям и нормативным документам.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 13.07.2015 N 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]: (ред. от 08.08.2024) // Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

2. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 [Электронный ресурс] // Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

3. Инструкция к электронному тахеометру TrimbleTS635 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rusgeocom.ru/products/taheometr-trimble-ts635?ysclid=maqlk2gx4p269106477>.

4. Современное состояние АПК Рязанской области / К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов, Н. Н. Пашканг, С. В. Никитов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань, 2023. – С. 374-379.

5. Богданчиков, И. Ю. Способ мониторинга изменения рельефа сельскохозяйственных полей / И. Ю. Богданчиков // Ломоносов - 2021 : материалы Международного молодежного научного форума, Москва, 12–23 апреля 2021 года. – Москва: ООО "МАКС Пресс", 2021.

6. Отношение сельскохозяйственных культур к известкованию почв / К. Д. Сазонкин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань, 2022. – С. 176-181.

7. Экологические проблемы почвоведения и земледелия / И. В. Дудкин [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 4. – С. 72-77.

ТЕХНИЧЕСКОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ В ОРГАНИЧЕСКОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Вопросам содержания животных и птицы посвящена значительная часть положений органических стандартов. Согласно имеющимся требованиям, запрещается содержание животных на привязи, а птицы – в клетке. У водоплавающей птицы обязательно должен быть доступ к водоёму. Нормативными документами определены требования к размеру помещений и выгулов, типу напольного покрытия, наличию и размерам насестов и гнезд [1].

Перспективным направлением для реализации агробιοтехнологий в содержании сельскохозяйственных животных и птицы является обработка животноводческих помещений и подстилок специальными биопрепаратами. В качестве примеров можно привести разработки, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Микробиологические препараты для обеспечения санитарных норм содержания сельскохозяйственных животных и птицы [1, 2]

Название, производитель	Элементы состава			Направления использования							Форма	
	Другие БАВ (ферменты, аминокислоты, пробиотики, минералы, микроэлементы)	Сорбенты (каолин, диатомит, микрокристаллическая целлюлоза)	Микроорганизмы	Глубокая подстилка	Места выращивания и содержания	Поверхности	Обработка навозных стоков, хранилищ	Санация	Устранение неприятных запахов	Биодетрадации в промышленных и муниципальных системах очистки сточных вод	Сухая	Жидкая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Многофункциональный препарат ЭМ-Вита ООО Приморский ЭМ-Центр	+		+	+	+		+		+			+
Микробиологический препарат Феркон®П ООО ПО «Сиббиофарм»			+	+	+	+		+	+		+	
Биопрепарат Декоман ООО «АМ ГРУПП»			+	+	+		+	+	+		+	+
Препарат Multibac Active ГК «Терра Экология»			+	+			+	+	+	+		+
Биологическое средство для глубокой несменяемой подстилки свиноферм ВВ-NP025	+		+	+				+	+		+	

Название, производитель	Элементы состава			Направления использования							Форма	
	Другие БАВ (ферменты, витамины, аминокислоты, пробиотики, минералы, микроэлементы)	Сорбенты (каолин, диатомит, микрокристаллическая целлюлоза)	Микроорганизмы	Глубокая подстилка	Места выращивания и содержания	Поверхности	Обработка навозных стоков, хранилищ	Санация	Устранение неприятных запахов	Биопреградации в промышленных и муниципальных системах очистки сточных вод	Сухая	Жидкая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Компания БиоБак												
Теплая ферментационная (несменяемая) подстилка для коров Бактериальный активатор глубокой несменяемой подстилки для коров (0,5 кг) Скотный двор® НПП ООО «Живые бактерии» с использованием технологий Bioelements Ltd. (Англия)		+	+				+	+	+		+	

Как показывает анализ данных таблицы 1, в основе всех представленных биопрепаратов состоят микроорганизмы, иногда с дополнительными добавками. Распространенная препаративная форма – сухой порошок, препараты многофункциональные. После их применения улучшается состояние животноводческих помещений и самих животных, нивелируется проблема утилизации навоза. Бактерии, входящие в состав некоторых препаратов, могут разогревать подстилку, снижая затраты на отопление и способствуя эффективному животноводству даже в суровом климате. Обновление подстилки требуется гораздо реже, что сокращает производственные затраты. Отработанную подстилку можно использовать в качестве органического удобрения, грунтов или субстратов.

Агробиотехнологии играют ключевую роль в реализации важного аспекта экологичного содержания сельскохозяйственных животных и птицы – переработке образующихся навоза и помета [3]. Ученые ИАЭП – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ установили, что наилучшие показатели удельных капитальных и эксплуатационных затрат на утилизацию отходов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы имеют технологии активного компостирования в буртах и внесения твердых органических удобрений, а также биоферментации в установках камерного типа и внесения твердых органических удобрений, последняя рекомендована к применению как наилучшая доступная технология (НДТ) для птицеводческих предприятий.

В таблице 2 приведены примеры других перспективных технологий переработки навоза и помета [4, 5].

Таблица 2 – Перспективные технологии переработки отходов животноводства

Название, разработчик	Краткая характеристика, положительный эффект
1	2
Вермикомпостирование ВГБОУ ВО Оренбургский ГАУ	Экологически чистое, энергосберегающее, улучшающее почвенное плодородие производство.
Технологии ускоренного компостирования ГК «АБОНО»	Разработаны и внедрены уникальные системы компостирования ABONO® основанные на НДТ, которые позволяют быстро и эффективно обезвреживать органические отходы и получать из них высококачественные удобрения.
Технология приготовления органических удобрений с выработкой биогаза из навозных стоков ФГБОУ ВО Самарский ГАУ	Обеспечивает сокращение сроков приготовления органических удобрений; получение жидких и твердых удобрений, биогаза. Для каждого участка технологической линии переработки стоков разработаны и запатентованы новые технические средства.
Технологии переработки отходов ООО «Биокомплекс»	Применяется разделение навоза на фракции, их обеззараживание и внесение. Обеспечивает сокращение более чем в 2 раза объема выделений вредных газов, уменьшение в 1,5 раза площади санитарно-защитной зоны, увеличение в 2-4 раза нормы внесения органики. Твердая фракция применяется для производства в вертикальных биореакторах животноводческой подстилки.
Технология компостирования ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ	В основе сложного компоста полуперепревший навоз КРС и фосфогипс в соотношении 7:1.
Технология Сибирского ФЦ агробιοтехнологий РАН (СФНЦА РАН)	Основу удобрения составляет птичий помет после воздействия поточной стерилизации и добавления пробиотиков.
Технология многоцелевого компоста ВНИИМЗ – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»	В основе технологии аэробная ферментация разнообразного органического сырья (навоза, помета и др.) в специальных камерах-биоферментаторах. Совокупность свойств получаемого компоста позволяет отнести его к категории высококачественных органических удобрений.
Технология с применением биопрепарата Декоман ООО АМ ГРУПП	В основе технологии воздействие на навоз и помет инновационного биопрепарата. Обеспечивает полное исчезновение запаха, осушение, отсутствие гниения, быстрое самопрессование, значительное снижение уровня патогенных микроорганизмов, экономию ресурсов.
Технология с применением биопрепарата Мефосфон ФГБОУ ВО Казанском ГАУ	Отходы перерабатываются в удобрение и биогаз с добавлением препарата Мефосфон. Позволяет существенно снизить сухую массу обрабатываемого органического отхода и уменьшить содержание патогенных микроорганизмов <i>Salmonella spp.</i> и <i>Enterococcus spp.</i> , бактериофага ΦХ174, <i>Ascarissuumova</i> . Выход биогаза увеличивается до 25% по сравнению с использованием контрольного субстрата без применения препарата.

Название, разработчик	Краткая характеристика, положительный эффект
1	2
Технология производства восстановленной подстилки ФГБОУ ВО Вятский ГАУ	Реализуется в биореакторных установках, позволяющих разделять навозные стоки на жидкую и твердую фракции с последующим высушиванием последней при температуре 65-75°C в условиях аэрации. Позволяет значительно снизить общее количество микроорганизмов, уничтожить патогенов.
Технология производства биологически активных грунтов нового поколения ЗАО «Агрокомплекс «Оредеж» ООО «Биозем Оредеж»	В основе производства технологии ускоренной биоферментации. Обеспечивает гарантированное обеззараживание помета или навоза без использования химикатов и превосходит по совокупности качеств исходное сырье в 2-4 раза. За период производственной деятельности технология многократно усовершенствована. Разработчик технологии – Россельхозакадемия.
Ускоренная переработка твердого навоза ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИС	Реализуется с помощью специального оборудования. Включает в себя подкисление, флокуляцию и разделение навоза на фракции в декантерной центрифуге, ректификацию жидкой фракции, пассивное компостирование твердой фракции, длительное выдерживание жидкой фракции. Позволяет получать твердое органическое удобрение, концентрированную жидкость (аммиачную воду) и жидкость для удобрительных поливов. Внедрение помогло снизить эмиссии в атмосферу на 10% за счет сохранности азота, сократить эксплуатационные затраты на транспортировку органического удобрения на 47% посредством концентрации питательных веществ в меньшем объеме, повысить плодородие почв с помощью удобрительных поливов.

Анализ данных таблицы 2 подтверждает перспективность производства удобрения из образующихся при содержании сельскохозяйственных животных и птицы навоза и помета, в том числе для хозяйств реализующих технологии органического животноводства. Внедрение представленных агробiotехнологий будет содействовать более эффективному использованию ресурсов и положительно отразится на развитии органического сельского хозяйства.

Библиографический список

1. Инструменты повышения эффективности ведения органического сельского хозяйства: аналит. обзор / Ю.В. Бочкарева и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 92 с.

2. Биопрепараты для обработки подстилки сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sibbio.ru/catalog/zhivotnovodstvo/ferkon/?ysclid=mazb9zirm5307458997>, https://microbio.pro/decoman?utm_source=yandex-direct&utm_medium=cpc&utm_campaign=dekoman&utm_term=%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D0%B4%D0%B%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B

B%D0%BA%D0%B8&yclid=11279520892349841407, <https://terra-ecology.ru/katalog-produkcii/biopreparaty/biopreparaty-dlya-nefteproduktov/biopreparat-dlya-ochistki-stochnyx-vod-multibac-active/>, <https://biobac.ru/blog/obzor/biopreparaty-dlya-zhivotnovodstva-glubokaya-nesmenyaemaya-podstilka-dlya-svinoferm/?ysclid=mazck3qlz6931665790>, <https://live-bacteria.ru/blog/obzory-tovarov/teplaya-fermentatsionnaya-nesmenyaemaya-podstilka-dlya-korov/?ysclid=mazda637kj101071104> (дата обращения: 04.06.2025).

3. Мордовия экспорт. Первые органические продукты [Электронный ресурс]. – URL: <https://mordoviaexport.ru/success-stories/pervye-organicheskie-produkty-iz-mordovii-gotovy-otkryt-evropu-i-aziyu/> (дата обращения: 04.06.2025).

4. Перспективные экологически безопасные технологии рециклинга животного сырья: аналит. обзор / Л.А. Неменуца и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 84 с.

5. Богданчиков, И. Ю. Сельское хозяйство будущего / И. Ю. Богданчиков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 24-28.

УДК 631.3

*Тожибоев Ш.И. угли,
Кодиров А.Г. угли,
Рембалович Г.К., д-р. техн. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МАШИН ДЛЯ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ

Картофелепосадочные машины – это специализированная сельскохозяйственная техника, предназначенная для механизированной посадки клубней картофеля с соблюдением заданной глубины, расстояния между растениями и ширины междурядий. Их использование значительно повышает производительность труда, снижает затраты и обеспечивает равномерность всходов [1-7].

Классификация картофелесажалок

По типу высевающего аппарата

Ложечные (чашечные) – используют вращающиеся ложки или чаши, которые захватывают клубни из бункера и сбрасывают их в борозду.

Преимущества: Подходят для средних и крупных клубней, меньше повреждают посадочный материал.

Недостатки: Требуют калибровки картофеля.

Плоскоремные – клубни подаются с помощью резиновых лент с ячейками.

Преимущества: Более точный высев, меньше пропусков.

Недостатки: Возможны повреждения клубней.

Гнездовые (пневматические) – применяют вакуумные или наддувные системы для захвата и высадки клубней.



Рисунок 1 – Ложечная картофелесажалка

Преимущества: Высокая точность, возможность работы с мелкими клубнями.

Недостатки: Сложная конструкция, высокая стоимость.



Рисунок 2 – Гнездовая картофелесажалка

По способу агрегатирования:

Навесные – крепятся к трактору через трёхточечную навеску.

Полунавесные – частично опираются на собственные колёса.

Преимущества: Компактность, манёвренность.

Недостатки: Меньшая производительность.

Прицепные – полностью автономные, с собственным ходовым механизмом.

Преимущества: Высокая производительность, возможность работы с большими объёмами.

Недостатки: Требуют мощного трактора.

По количеству рядов:

Однорядные – для небольших хозяйств, малых тракторов.

Двухрядные – наиболее распространённый вариант.

Четырехрядные и более – для крупных агрохолдингов, требуют мощной тяги.

Таблица 1 – Современные модели техники

Модель	Тип	Кол-во рядов	Особенности
Grimme GL 420	Полунавесная	4	Пневматический высев, бункер 5 т
АС-4	Навесная	4	Ложечный высев, простота конструкции
Kverneland Optima 4	Прицепная	4	Электронное управление, точный высев
КС-1	Навесная	1	Бюджетный вариант для малых хозяйств

Современное картофелеводство активно развивается, внедряя инновационные методы и технологии, направленные на повышение эффективности, снижение затрат и минимизацию воздействия на окружающую среду.

1. Автоматизация и цифровизация

Будущее посадки картофеля связаны с глубокой интеграцией цифровых технологий. Умные картофелесажалки, оснащённые системами GPS-навигации и автоматического управления, позволяют добиться высокой точности высева, оптимального распределения клубней и минимизации человеческого фактора. Датчики контроля глубины, влажности почвы и качества посадки в реальном времени помогают корректировать процесс, повышая равномерность всходов.

2. Роботизация и автономная техника

Разрабатываются автономные роботизированные платформы, способные выполнять посадку без участия оператора. Такие машины используют компьютерное зрение и искусственный интеллект для анализа состояния почвы, определения оптимальных мест высадки и даже отбраковки повреждённых

клубней. Это особенно актуально для малых и средних хозяйств, где нецелесообразно использовать крупногабаритную технику.

3. Прецизионные технологии и адаптивные системы

Совершенствуются методы точного земледелия, позволяющие учитывать неоднородность поля. Модульные картофелесажалки с изменяемой геометрией посадки подстраиваются под тип почвы, рельеф и агрофон. Развиваются системы дифференцированного высева, когда норма посадки автоматически регулируется в зависимости от зональной плодородности, что снижает перерасход семенного материала.

4. Экологизация процессов

Внедряются ресурсосберегающие технологии, такие как No-Till и Strip-Till, минимизирующие нарушение почвенного покрова. Использование биodeградируемых мульчирующих материалов и покровных плёнок помогает сохранять влагу и подавлять сорняки без применения гербицидов. Также развиваются комбинированные агрегаты, совмещающие посадку с локальным внесением органических удобрений и биопрепаратов.

5. Гибридные и электрические машины

В условиях роста цен на топливо и ужесточения экологических норм появляются картофелесажалки с гибридными и полностью электрическими двигателями. Это снижает выбросы и эксплуатационные расходы, особенно в тепличных и органических хозяйствах.

6. Селекция и адаптация посадочного материала

Современные сорта картофеля становятся более требовательными к условиям посадки, что стимулирует разработку специализированных машин. Например, для мини-клубней и семенного материала с проростками создаются щадящие системы высева, а для клонального микроразмножения – высокоточные автоматические линии.

Технологии посадки картофеля движутся в сторону автономности, точности и экологичности. В ближайшие годы можно ожидать массового внедрения роботизированных систем, интеллектуального управления и устойчивых агроприёмов, что позволит увеличить урожайность при сокращении ресурсопотребления. Это особенно важно в условиях глобальных климатических изменений и растущего спроса на продовольствие.

Библиографический список

1. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области / Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68.

2. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Т. К. Рембалович [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 3. – С. 6-8.

3. Анализ современного уровня и обоснования эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Голиков, Д. А. Волченков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 35-39.

4. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.

5. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

6. Перспективы картофелеводства в Рязанском АПК / Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, Г. К. Рембалович, А. А. Желтоухов // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 17-18.

7. Бачурин, А. Н. Механизация сельского хозяйства : методические рекомендации / А. Н. Бачурин, А. И. Мартышов, И. Ю. Богданчиков. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 50 с.

8. Повышение конкурентоспособности аграрных предприятий в условиях импортозамещения : Аналитический обзор / В. А. Войтюк [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2024. – 118 с.

УДК 631.3

*Тожибоев Ш.И. угл.,
Кодиров А.Г. угл.,
Рембалович Г.К., д-р. техн. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СЕЛЬХОЗМАШИН ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Современные сельскохозяйственные машины для уборки картофеля играют ключевую роль в повышении эффективности агропромышленного комплекса. В условиях импортозамещения актуальность их использования обоснована следующими факторами [1-7].

Картофель остается одной из важнейших сельскохозяйственных культур в мире, особенно в России, где он входит в число основных продуктов питания. Увеличение потребления требует оптимизации процессов уборки, чтобы минимизировать потери и повысить урожайность.

Современные картофелеуборочные комбайны оснащаются системами автоматизации, GPS-навигацией, датчиками контроля качества уборки. Анализ их работы позволяет выявить наиболее эффективные модели и технологии для разных типов почв и хозяйств. Качественные уборочные машины уменьшают повреждение клубней, что напрямую влияет на товарный вид и срок хранения картофеля. Анализ современных моделей помогает выбрать технику с наименьшим процентом потерь.

Новые модели сельхозмашин разрабатываются с учетом экологических требований: снижение расхода топлива, уменьшение уплотнения почвы, применение электрических и гибридных двигателей.

Фермеры и агрохолдинги, использующие передовую технику, получают преимущество на рынке за счет высокой производительности и качества продукции.

Современные технологии уборки картофеля включают в себя различные типы машин, которые обеспечивают высокую производительность, минимизацию повреждения клубней и снижение трудозатрат. Основные виды техники:

Картофелекопатели используются для частичной механизации уборки – подкапывают кусты и выкладывают клубни на поверхность для дальнейшего ручного сбора. Существуют следующие типы:

Однорядные и многорядные – в зависимости от ширины захвата.

Вибрационные (грохотные) – оснащены вибрирующей решеткой для отделения клубней от почвы.

Транспортерные – имеют ленту для подачи картофеля в тару или на сортировку.

Примеры моделей:

Grimme GL 34 (Германия)

АКК-3 (Россия)

Картофелеуборочные комбайны полностью автоматизируют процесс уборки: подкапывают кусты, отделяют клубни от ботвы и почвы, сортируют и загружают в бункер или транспорт.

Типы:

Прицепные – агрегируются с трактором.

Самоходные – более мощные и производительные.

Ключевые технологии в современных комбайнах:

Сепарирующие системы (барабаны, элеваторы, роликовые столы) – для очистки клубней от земли и растительных остатков.

Оптические сортировщики – удаляют поврежденные и зеленые клубни.

GPS-навигация – для точного вождения и учета урожая.

Примеры моделей:

Grimme SE 150-60 (Германия) – самоходный, с бункером до 8 тонн.

Рора Euro-Tiger (Германия) – мощный, с системой защиты от повреждений.



Рисунок 1 – Grimme GL 34

Агромаш 6224 (Россия) – прицепной, для средних хозяйств.

Самоходные и навесные картофелесортировщики

Используются для послеуборочной обработки: очистки, калибровки и сортировки клубней.

Примеры:

Grimme CS 150 – автоматическая сортировка по размеру.

КСП-15Б – для малых и средних ферм.



Рисунок 2 КСП-15Б

Роботизированные и электрические машины [8-9]:

Автономные комбайны (например, AgXeed) – работают без оператора.

Электрические картофелекопатели – экологичные решения для органического земледелия.



Рисунок 3 – Автономный комбайн AgXeed

Анализ современных сельскохозяйственных машин для уборки картофеля демонстрирует их ключевую роль в повышении эффективности агропромышленного комплекса. Сегодняшний рынок предлагает широкий спектр техники – от простых картофелекопателей до высокотехнологичных самоходных комбайнов с системами автоматизации и сортировки.

Дальнейшее совершенствование картофелеуборочной техники будет направлено на увеличение энергоэффективности, внедрение искусственного интеллекта для анализа качества урожая и расширение возможностей автономной работы. Внедрение таких решений позволит сельхозпредприятиям повысить конкурентоспособность на рынке и обеспечить стабильно высокие показатели урожайности.

Таким образом, выбор оптимальной техники должен основываться на анализе почвенно-климатических условий, масштабов производства и экономической целесообразности, чтобы обеспечить максимальную эффективность уборочного процесса.

Библиографический список

1. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области / Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68.

2. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Т. К. Рембалович [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 3. – С. 6-8.

3. Анализ современного уровня и обоснования эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Голиков, Д. А. Волченков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 35-39.

4. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.

5. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

6. Перспективы картофелеводства в Рязанском АПК / Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, Г. К. Рембалович, А. А. Желтоухов // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 17-18.

7. Бачурин, А. Н. Механизация сельского хозяйства : методические рекомендации / А. Н. Бачурин, А. И. Мартышов, И. Ю. Богданчиков. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 50 с.

8. Региональная система мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Рязанской области / Д. О. Олейник, Ю. В. Якунин, Н. А. Етко, М. А. Есенин // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 145-151.

9. Экспериментальная оценка эффективности функционирования разработанного опытного образца бортового навигационно-связного устройства на платформе ГЛОНАСС / В. В. Елистратов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-12. – С. 2541-2548.

10. Повышение конкурентоспособности аграрных предприятий в условиях импортозамещения : аналитический обзор / В. А. Войтюк [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2024. – 118 с.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Современные тенденции развития электротехники и энергетики связаны с активным внедрением высокоэффективных электрических машин, среди которых особое место занимают бесколлекторные двигатели постоянного тока (БДПТ). Данные устройства, благодаря отсутствию механического коммутатора, обладают повышенной надежностью, энергоэффективностью и возможностью работы в широком диапазоне скоростей, что делает их незаменимыми в таких областях, как электромобилестроение, робототехника, авиационная техника и системы возобновляемой энергетики. Однако проектирование и оптимизация БДПТ требуют глубокого понимания их энергетических и динамических характеристик, что обуславливает необходимость разработки специализированных лабораторных комплексов для их исследования.

В условиях академического образования, особенно на кафедрах электрических машин и электрооборудования, формирование у студентов компетенций в области анализа и управления современными электроприводами становится критически важным. Традиционные учебные программы зачастую ограничиваются теоретическим изучением принципов работы БДПТ, что не позволяет в полной мере освоить методы экспериментального определения их параметров и оценки эффективности. В этой связи создание лабораторного стенда, ориентированного на исследование энергетических характеристик БДПТ, приобретает особую актуальность. Такой стенд не только дополняет теоретическую подготовку, но и обеспечивает практическое знакомство с методиками измерений, обработкой данных и интерпретацией результатов, что соответствует требованиям современных образовательных стандартов.

Целью данной работы является разработка лабораторного стенда для изучения энергетических параметров БДПТ, предназначенного для использования в учебном процессе энергетического факультета. Стенд позволяет исследовать ключевые показатели, такие как коэффициент полезного действия (КПД), потребляемая мощность, механическая и регулировочная характеристики, динамические переходные процессы, а также тепловые режимы двигателя. Конструкция стенда включает в себя базовые компоненты: исследуемый БДПТ, систему управления на основе микроконтроллера с ШИМ-регулятором, измерительные модули (датчики тока, напряжения, скорости,

момента), нагрузочное устройство с регулируемым моментом инерции и программное обеспечение для сбора и визуализации данных.

Важным аспектом разработки является модульность стенда, обеспечивающая гибкость при проведении экспериментов. Студенты могут изменять конфигурацию системы, подключать дополнительные датчики, варьировать алгоритмы управления и анализировать влияние этих изменений на энергетические показатели. Это способствует развитию навыков проектирования и оптимизации электроприводов.

Практическая значимость стенда заключается в его интеграции в лабораторный практикум дисциплин «Электрические машины», «Электропривод» и «Энергоэффективные технологии». Он позволяет реализовать цикл экспериментов — от базовых измерений параметров холостого хода и нагрузки до сложных исследований динамических режимов и энергетического баланса. Кроме того, использование современной элементной базы и программных инструментов (например, MATLAB/Simulink) обеспечивает преемственность между учебными задачами и реальными инженерными решениями.

Внедрение подобного стенда в образовательный процесс способствует повышению качества подготовки специалистов, формируя у них не только теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для работы с инновационными энергетическими системами. Дальнейшее развитие проекта может быть связано с расширением функционала стенда за счет интеграции элементов интеллектуального управления и моделей возобновляемых источников энергии, что соответствует глобальным трендам цифровизации и устойчивого развития.

Таким образом, представленный лабораторный комплекс служит эффективным инструментом для углубленного изучения БДПТ, сочетая образовательные, исследовательские и прикладные аспекты в рамках подготовки инженеров-энергетиков нового поколения.

Лабораторный стенд для исследования энергетических параметров бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ) разработан с учётом требований образовательных стандартов и необходимости обеспечения гибкости экспериментальных исследований. Основу стенда составляет трёхфазный БДПТ мощностью 500 Вт с номинальным напряжением 24 В, оснащённый датчиками Холла для определения положения ротора. Система управления построена на базе микроконтроллера STM32, генерирующего ШИМ-сигналы для управления силовыми MOSFET-транзисторами. Это позволяет регулировать частоту коммутации и ток статора, имитируя различные режимы работы двигателя.

Для измерения энергетических параметров в стенд интегрированы:

- тензометрический датчик момента (диапазон 0–5 Н·м, погрешность $\pm 0,5\%$) на валу двигателя;
- оптический энкодер (разрешение 1000 импульсов/оборот) для контроля скорости вращения;

- токовые шунты и дифференциальные усилители для регистрации фазных токов;
- термодатчики типа К, установленные на статоре и корпусе, для мониторинга тепловых режимов.

Нагрузочное устройство реализовано в виде магнитного порошкового тормоза с электронным управлением, что обеспечивает плавное регулирование момента сопротивления. Сбор данных осуществляется через плату National Instruments USB-6009 с частотой дискретизации 10 кГц, а обработка результатов выполняется в среде MATLAB с использованием алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ) и регрессионного анализа.

Стенд внедрён в лабораторный практикум дисциплин «Электрические машины» и «Электропривод» энергетического факультета. Студенты выполняют следующие работы:

- эксперимент 1: Снятие механической характеристики $M=f(\omega)$ при постоянном напряжении;
- эксперимент 2: Анализ потерь в обмотках при изменении частоты коммутации;
- эксперимент 3: Оценка влияния температуры на КПД двигателя.

Каждый эксперимент сопровождается заданиями по построению графиков в MATLAB, расчёту погрешностей и формулировке выводов. Например, при изучении регулировочных характеристик студенты определяют оптимальный диапазон скоростей для минимальных энергопотерь.

Для повышения функциональности стенда предложены:

- интеграция с LabVIEW для создания виртуальных приборов с автоматизированным протоколом испытаний;
- добавление режима рекуперации энергии через обратимый источник питания, что актуально для изучения энергоэффективности;
- внедрение IoT-модулей для удалённого доступа к данным экспериментов через облачные платформы.

Разработанный лабораторный стенд для исследования энергетических параметров бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ) представляет собой универсальный инструмент, объединяющий образовательные, исследовательские и прикладные задачи. Конструкция стенда, основанная на современных компонентах – микроконтроллере STM32, тензометрическом датчике момента, оптическом энкодере и системе сбора данных National Instruments – обеспечивает точность измерений и гибкость экспериментов. Модульность системы позволяет студентам изменять параметры управления, подключать дополнительные датчики и анализировать влияние внешних факторов на энергоэффективность двигателя. Это способствует формированию навыков проектирования, оптимизации и анализа электроприводов, что особенно важно в условиях цифровизации и перехода к устойчивым энергетическим технологиям.

Практическая значимость стенда проявляется в его интеграции в учебный процесс на кафедре электрических машин и электрооборудования.

Лабораторные работы, включая изучение механических характеристик, анализ потерь в обмотках и оценку влияния температуры на КПД, позволяют студентам применять теоретические знания на практике, обрабатывать экспериментальные данные с использованием MATLAB и формулировать научно обоснованные выводы. Кроме того, стенд соответствует требованиям современных образовательных стандартов, обеспечивая преемственность между академической подготовкой и реальными инженерными задачами.

Перспективы развития проекта связаны с внедрением интеллектуальных функций: интеграцией с LabVIEW для автоматизации испытаний, добавлением режима рекуперации энергии и IoT-модулей для удаленного доступа к данным. Эти улучшения не только расширят функционал стенда, но и приблизят его к требованиям «умных» энергосистем и промышленного интернета вещей. Таким образом, представленный комплекс становится эффективным средством подготовки инженеров-энергетиков, способных решать задачи энергоэффективности и цифровой трансформации в реальном мире.

Библиографический список

1. Андреев, М.И. Разработка лабораторного стенда для исследования характеристик бесколлекторных двигателей / М.И. Андреев, А.В. Беляев // *Электричество*. – 2021. – № 3. – С. 45–52.
2. Васильев, К.П. Цифровизация образовательного процесса в технических вузах: новые подходы / К.П. Васильев, Т.А. Смирнова // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29, № 5. – С. 112–120.
3. Гордеев, А.Н. Энергоэффективные технологии в электроприводах: современные тенденции и перспективы / А.Н. Гордеев, О.В. Лебедев // *Энергосбережение и водоподготовка*. – 2022. – № 4. – С. 78–85.
4. Дмитриев, А.А. Методы измерения тепловых характеристик электродвигателей в лабораторных условиях / А.А. Дмитриев, И.С. Петров // *Теплоэнергетика*. – 2019. – № 7. – С. 60–67.
5. Зиновьев, А.А. Применение MATLAB/Simulink в анализе энергетических параметров электроприводов / А.А. Зиновьев, В.В. Коваленко // *Информационные технологии в проектировании и производстве*. – 2021. – № 2. – С. 33–40.
6. Карпов, А.В. Интеграция IoT-модулей в системы управления лабораторным оборудованием / А.В. Карпов, Д.Е. Соколов // *Автоматизация в промышленности*. – 2023. – № 1. – С. 22–29.
7. Федоров, В.Н. Образовательные лаборатории как инструмент формирования инженерных компетенций / В.Н. Федоров, А.С. Чистяков // *Инновации в образовании*. – 2020. – № 10. – С. 88–96.
8. Ануши, М. И. Анализ способов защиты асинхронных двигателей / М. И. Ануши, С. Н. Афиногенова, С. О. Фатьянов // *Энергосбережение и эффективность в технических системах : Материалы IV Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов*,

Тамбов, 10–12 июля 2017 года / Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. – С. 264-265.

9. Безопасность жизнедеятельности / А. В. Щур [и др.]. – Могилев-Рязань, 2018. – 328 с.

10. Аванесов, В. Л. Электродвигатели в сельском хозяйстве / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Т. Я. Никитин // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 249-250.

11. Мусьял, А. В. Формирование инвестиционного климата региона / А. В. Мусьял // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2016 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2016. – С. 94-97.

12. Каширин, Д. Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор - асинхронный электродвигатель / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 34-35.

13. Каширин, Д. Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 91-95.

14. Анализ систем и стратегий обслуживания электрооборудования, а также методов оценки его состояния / Л. В. Романова, Т. О. Мишина, А. И. Денисов, И. С. Никушкин // Молодежь и XXI век - 2025 : сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 20–21 февраля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 213-217.

УДК 621.311

*Зенин Н.А.,
Мишина Т.О.,
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ*

ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЕМС: КАК ПРОЕКТИРОВАТЬ УСТРОЙСТВА БПЛА С УЧЕТОМ ЕМС И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОМЕХ

Электромагнитная совместимость (ЭМС) – это способность оборудования функционировать должным образом в заданной электромагнитной обстановке, не создавая при этом недопустимых помех для другого оборудования. Проще говоря, это умение устройств "ладить" друг с другом, не мешая работе соседа по сети или эфиру [1].

История ЭМС берет начало в эпоху развития радиосвязи, когда стало очевидно, что искры зажигания и промышленные разряды могут глушить радиосигналы. Первые шаги по регулированию помех были предприняты в начале XX века, но настоящим толчком к развитию ЭМС стали послевоенные годы, когда электроника стала проникать во все сферы жизни.

С ростом количества электронных устройств и усложнением электромагнитной обстановки, требования к ЭМС становятся все более жесткими. Сегодня ЭМС – это не просто техническая характеристика, а важнейший фактор безопасности и надежности функционирования современной техники.

На Рисунке 1 показана сущность ЭМС.



Рисунок 1 – Электромагнитная совместимость

Проблемы ЭМС возникают из-за возрастающей плотности электронных устройств, радиочастотных источников и усложнения электрических сетей. Приведем некоторые примеры.

1. Большое содержание высших гармоник. Это может привести к пиковым нагрузкам и просадке напряжения в сети, которые сильно отличаются от нормальных значений. Возникающие пики напряжения в экстремальных случаях могут привести к разрушению подключённых приборов.

2. Воздействие молнии. Высокая сила тока молнии и её быстрое изменение вызывают сильные изменения магнитного поля. Это может привести к тому, что даже за встроенной защитой от перенапряжения при неблагоприятных условиях могут возникнуть недопустимые повышенные напряжения.

3. Электростатические разряды. При неблагоприятных сочетаниях материалов и низкой влажности воздуха могут возникать напряжения до 30 кВ.

При разряде возникают очень быстрые импульсные токи, которые могут вызывать помехи.

Для решения проблем ЭМС используются различные технические мероприятия: фильтрация, экранирование, создание специальных схем защиты от помех. На ранних этапах проектирования учитывают соответствующую требованиям ЭМС компоновку платы, фильтрацию, заземление [2].

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) всё шире применяются в различных сферах, от сельского хозяйства до обороны. Однако, их эксплуатация сопряжена с проблемой электромагнитной совместимости (ЭМС). БПЛА, будучи сложными электронными устройствами, генерируют электромагнитные помехи, которые могут нарушать работу других систем, включая собственные.

Основными источниками электромагнитных помех являются бортовые радиоэлектронные системы, двигатели, системы управления и передачи данных. Несоответствие требованиям ЭМС может приводить к сбоям в работе навигационного оборудования, систем связи и управления, что, в свою очередь, угрожает безопасности полетов и выполнения задач.

Для проектирования устройств БПЛА с учётом электромагнитной совместимости (ЭМС) и предотвращения помех рекомендуется следующее:

1. Экранирование и заземление. К компонентам БПЛА можно применить экранирующие материалы, такие как проводящие покрытия или металлизированные листы, для ограничения электромагнитного излучения. Также важно обеспечить надлежащее заземление всех электрических компонентов и систем.

2. Фильтрация и подавление. Фильтры и компоненты подавления можно встроить для ограничения количества проводимых и передаваемых электромагнитных помех. Фильтры могут применяться к линиям электропередачи, линиям передачи данных и сигналам управления.

3. Проверка электромагнитной устойчивости. Иммуитет БПЛА проверяется путём воздействия на них электромагнитных полей в лабораторных условиях, чтобы воспроизвести реальные условия и посмотреть, как они поведут себя в условиях помех.

4. Анализ диапазона частот. Для исследования полос частот, используемых БПЛА, необходимы анализаторы спектра и тестовые приёмники электромагнитных помех.

5. Наземные и лётные испытания. Тестирование БПЛА на наличие электромагнитных помех должно проводиться как на земле, так и в полёте.

6. Регулярный мониторинг и техническое обслуживание. Регулярный мониторинг излучений и восприимчивости БПЛА к электромагнитным помехам позволит обнаружить любые изменения или отклонения в электромагнитных характеристиках БПЛА [3-7].

Важно проводить испытания БПЛА на соответствие стандартам ЭМС на всех этапах разработки и эксплуатации.

Испытания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на электромагнитную совместимость (ЭМС) – критически важный этап разработки и сертификации. Они направлены на подтверждение устойчивости БПЛА к воздействию внешних электромагнитных полей и исключение создания им помех для других электронных устройств.

Цели испытаний ЭМС: Обеспечение безопасной и надежной работы БПЛА в условиях реальной электромагнитной обстановки, предотвращение сбоев в работе бортового оборудования, навигационных систем и систем управления, соответствие нормативным требованиям и стандартам.

Основные виды испытаний: Испытания на устойчивость к кондуктивным и излучаемым помехам, испытания на излучение электромагнитных помех.

Стандарты ЭМС: ГОСТ Р 58071.1-2018, EN 61000-4-3, MIL-STD-461.

Результаты испытаний: Оценка соответствия БПЛА требованиям стандартов ЭМС, выявление слабых мест в конструкции и схемотехнике, разработка рекомендаций по улучшению электромагнитной совместимости.

Библиографический список

1. Рябчицкий, М.В. Силовая электроника / М.В. Рябчицкий - М.: МЭИ, 2024. – 210 с.

2. Кечиев, Л.Н. ЭМС и информационная безопасность в системах телекоммуникаций / Л.Н. Кечиев. – Издательский Дом "Технологии", 2024. – 79 с.

3. Калугин, Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций / Н.Г. Калугин. - Москва: Академия, 2024. – 542 с.

4. Юдина, А. В. К вопросу определения времени полета БПЛА в зависимости от массы поднимаемого груза / А. В. Юдина, А. Д. Крылова, И. Ю. Богданчиков // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года , Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань : РГАТУ2023. – С. 77-78.

5. Крылова, А. Д. К вопросу об использовании БАС в УНИЦ "Агротехнопарк" ФГБОУ ВО РГАТУ / А. Д. Крылова, А. В. Юдина, И. Ю. Богданчиков // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, Рязань, 28 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 10-11.

6. Богданчиков, И. Ю. Вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка применимые для БПЛА в условиях АПК / И. Ю. Богданчиков // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года. – Рязань: ргат, 2021. – С. 68-72.

7. Есенин, М. А. К вопросу использования беспилотных летательных аппаратов в технологиях утилизации незерновой части урожая в качестве

удобрения / М. А. Есенин, И. Ю. Богданчиков, А. Н. Бачурин // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года, 2020. – С. 88-94.

8. Туркин, В. Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК / В. Н. Туркин, А. В. Шемякин, А. П. Кутейникова // Сетевой научный журнал РГАТУ. – 2025. – № 1(7). – С. 7-21.

9. Петрушина, О. В. Организационно-экономические аспекты сохранения земельного потенциала приграничных регионов / О. В. Петрушина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 9. – С. 240-246.

УДК 631.811.93

*Ибатуллин И.М.,
Гилязов М.Ю., д-р с.-х. наук,
ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, г. Казань, РФ
Лукманов А.А., д-р с.-х. наук
ФГБУ «ЦАС «Татарский», г. Казань, РФ*

КРЕМНИЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АПК

Энергия представляет собой единую меру различных форм движения и взаимодействия материи, поэтому закон сохранения энергии действует во всех сферах человеческой жизнедеятельности [1]. Энергетические ресурсы часто бывают ограниченными, поэтому рациональное использование энергии является важным фактором экономического развития во всем мире [2]. В условиях возрастания энергозатрат вопрос энергоэффективности и энергосбережения играет ключевую роль и в сельском хозяйстве [3]. Основными ресурсами, потребляемыми в АПК, являются газ, электрическая, тепловая энергия, горюче-смазочные материалы. Их бесконтрольное использование ведет не только к финансовым затратам и удорожанию сельскохозяйственной продукции, но и негативно влияет на климат и среду обитания. В частности, на сферу АПК приходится четвертая часть выбросов парниковых газов [4]. Поэтому столь большое значение приобретает совершенствование существующих и разработка новых энергосберегающих технологий в этой отрасли [5]. В последнее время возросло внимание к роли кремния в АПК, пишутся статьи, проводятся конференции на заданную тему [6]. Помимо традиционного взгляда на Si как элемент питания, представляет интерес его рассмотрение с точки зрения энергоэффективности, что схематично показано на рисунке 1.

На текущей стадии развития аграрной науки применение удобрений и средств защиты растений является наиболее широко распространенным приемом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур [7]. Это

сопряжено с высокими энергозатратами, прежде всего, на транспортировку удобрений с пунктов производства и хранения до мест внесения на полях. Для компенсации выноса макроэлементов растениями в агроценозах агрономы чаще всего используют азотные и комплексные удобрения (в твердом и жидком виде) [8]. Однако удобрения поглощаются растениями не полностью, и часто более половины внесенных питательных веществ остаются неиспользованными [9], впоследствии смываясь осадками в водоемы, вызывая эвтрофикацию и другие экологические проблемы. Ассимиляция растениями элементов питания зависит от многих факторов: pH, культуры, увлажненности, физических характеристик почвы и др. Повышение усвоения питательных веществ из удобрений позволяет сократить их дозы внесения при сохранении планируемой урожайности. Известно, что кремний оказывает положительное воздействие на азотный, фосфорный и калийный обмены [10], увеличивая коэффициент использования указанных макроэлементов сельскохозяйственными культурами. Поэтому внесение кремнийсодержащих соединений позволяет снизить дозы традиционных удобрений. Это, в свою очередь, дает возможность значительно сократить энергетические затраты на указанную процедуру. Помимо воздействия на три основных макроэлемента, кремний также повышает усвоение Ca, Mg, B и многих других мезо- и микроэлементов, что позволяет сократить или в отдельных случаях отказаться от внесения соответствующих микроудобрений и повысить энергоэффективность в сфере АПК.

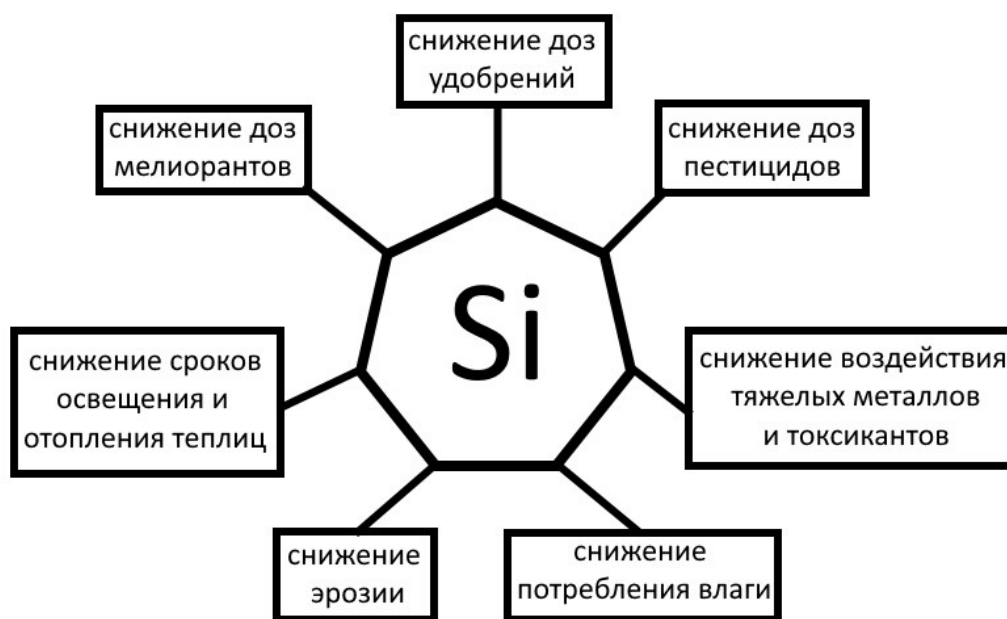


Рисунок 1 – Кремний и пути энергосбережения в АПК

Другим важным вопросом в сельском хозяйстве является защита растений от насекомых-вредителей, патогенных грибов, сорняков и других природных факторов. Для этой цели используют пестициды [11], что связано с большими прямыми и косвенными энергетическими затратами на их транспортировку и непосредственное применение. При этом известно, что и кремний

обеспечивает механическую, физиологическую и биохимическую защиту сельскохозяйственных культур от различных стрессовых факторов [12]. Поэтому использование кремниевых соединений в виде предпосевной обработки семян, корневого и листового внесения позволяет значительно снизить пестицидную нагрузку. С учетом того, кремнийсодержащие препараты значительно менее энергоемки по сравнению с традиционными удобрениями и средствами защиты растений, их использование является шагом в сторону энергосбережения.

Помимо защиты растений и внесения удобрений, для улучшения качества сельскохозяйственных земель и защиты их от деградации необходимо проведение мелиоративных мероприятий [13], что требует задействования значительных энергетических ресурсов. С учетом того, что 1 тонна сухого вещества растений выделяет в почву около 5 килограмм-эквивалентов водорода и большинство минеральных удобрений являются физиологически кислыми, рН почвенного раствора со временем понижается. Поэтому одним из наиболее востребованных приемов мелиорации является известкование [14]. С учетом того, что для кислых почв дозы извести измеряются в тоннах на гектар, энергозатраты на указанный агроприем весьма велики. Отдельные исследователи отмечают, что по эффективности кремниевые мелиоранты превосходят традиционные известковые материалы [15], поэтому их можно применять для повышения рН кислых почв. С учетом относительно невысокой стоимости и широкого распространения кремниевых почвенных мелиорантов, которыми могут выступать как природные материалы (цеолиты, диатомиты, трепела, сапропели и др.), так и отходы промышленности (металлургические шлаки, зола бурых углей, цементная пыль), энергетические затраты на их производство и транспортировку могут быть значительно ниже таковых при сравнении с более распространенными химическими мелиорантами (кальцит, доломит, известняк).

Существенным фактором ухудшения состояния почв является переуплотнение и эрозионные процессы [16]. Противоэрозионные мероприятия энергоемки и часто сопряжены с весомыми финансовыми затратами. Известно, что помимо повышения рН, высококремниевые мелиоранты улучшают и физические свойства почв (агрегатированность, буферность, ёмкость катионного обмена и др.). Эта их способность позволяет простым и энергоэффективным способом скреплять частицы почвы, за счет чего противостоять ветровой и водной эрозии [17].

Для получения устойчивых урожаев большое значение имеет влагообеспеченность почвы [18]. При отсутствии должного количества почвенной влаги необходимо осуществлять одну из самых энергоемких операций – полив. Полив применяется как для культур открытого грунта (прежде всего пропашных и технических, иногда с созданием сложных ирригационных и субиригационных систем [19]), так и тепличных растений [20]. Известно, что кремний повышает влагоёмкость почв и устойчивость растений к засухе. Это достигается за счет улучшения почвенной структуры,

увеличения объема корней и уменьшения диаметра дыхательных устьиц листьев, накопления запаса влаги в растении и других механизмов [21]. Это позволяет снизить расход воды на полив, сэкономив тем самым энергоресурсы. Включение кремниевых соединений (например, силиката калия) в состав питательных растворов при гидропонике или автоматизированном поливе почвенной смеси позволяет защитить растения от заражения плесневыми грибами [22] и сократить энергетические и финансовые затраты, связанные с использованием фунгицидов.

Загрязнение почв, особенно тяжелыми металлами, является большой проблемой, вызывая падение урожайности, ухудшая качество продукции или делая ее непригодной к употреблению в пищу [23]. В такой ситуации необходим дорогостоящий и энергозатратный комплекс рекультивационных мероприятий, после которых очищенные от тяжелых металлов земли допустимо снова использовать в сельском хозяйстве. Известно, что кремний снижает поступление и токсическое действие тяжелых металлов на растения [24], что позволяет продолжать использовать агроценозы или уменьшать энергетические и иные расходы на восстановление загрязненных земель. Это же относится к энергосбережению на ремедиацию земель, загрязненных нефтепродуктами, радионуклеидами и другими ксенобиотиками за счет уменьшения кремнийсодержащими веществами токсичного действия указанных загрязнителей.

При промышленном выращивании растений в тепличных хозяйствах необходим обогрев, на который расходуются немалые энергетические ресурсы [25]. При этом сокращение сроков созревания сельскохозяйственных культур, очевидно, уменьшает время отопления и, таким образом, способствует энергосбережению. Еще Либих [26] в середине XIX века отмечал, что кремний стимулирует рост, развитие и созревания культур, что повышает по указанной выше причине энергоэффективность выращивания в закрытом грунте.

При тепличном выращивании зелени и овощных культур в ряде случаев применяют искусственное освещение [27], на что расходуется электроэнергия. За счет повышения фотосинтетической активности [28] и усиления ростовых процессов под влиянием кремния созревание растений ускоряется, а значит, потребление энергоресурсов на освещение сокращается.

Без сомнения, вопрос рационального использования энергии в сфере АПК является одним из приоритетных. Постоянно будут апробироваться и внедряться новые более совершенные методы, процессы и технологии энергосбережения [29]. К их числу можно отнести применение кремния в сельском хозяйстве, что позволяет оптимизировать потребление энергии по разным направлениям. Из-за множества различных взаимосвязанных видов энергии и большого количества факторов, влияющих на энергоэффективность, сложно оценить в процентах эффект от кремния в энергосбережении для отрасли АПК. Ключевым фактором энергообеспечения кремний не является, но свой вклад в рациональное использование энергии в сельском хозяйстве вносит.

Библиографический список

1. Черкина, М. В. О законе сохранения энергии в термодинамике, педагогике и жизни / М. В. Черкина // Химия в школе. – 2009. – № 4. – С. 2-4.
2. Минат, В. Н. Энергоэкономический фактор роста и развития промышленного производства некоторых стран мира / В. Н. Минат // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 35-45.
3. Нестеров, Д. Н. Пути снижения энергетических затрат в сельском хозяйстве / Д. Н. Нестеров // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 2. – Казань: Казанский ГАУ 2022. – С. 240-244.
4. Шарафиева, Р. И. Сельское хозяйство и защита климата / Р. И. Шарафиева // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 81-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 07–08 февраля 2023 года. Том 7. – Казань: Казанский ГАУ, 2023. – С. 473-480.
5. Энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, Н. М. Латышенок, О. О. Максименко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2024. – Т. 16, № 3. – С. 171-177.
6. Кремний - значение и использование в живом организме / М. В. Лаушкина, Р. У. Бикташев, Д. А. Хузин, Г. Н. Нигматулин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 247, № 3. – С. 113-119.
7. Юльtimiрова, А. Б. Влияние минеральных удобрений и ризоторфина на продуктивность гороха в условиях выщелоченного чернозема / А. Б. Юльtimiрова // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 318-323.
8. Эффективность жидких азотных, жидких и твердых комплексных удобрений при возделывании гибридов рапса в Алтайском крае / О. И. Антонова [и др.]. – Барнаул : Алтайский ГАУ, 2021. – 52 с.
9. Плотников, А. М. Коэффициенты использования питательных веществ удобрений в зернопаровом севообороте / А. М. Плотников // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) науч.-практ. конференции, Курган, 24 февраля 2022 года. – Курган: КГСХА, 2022. – С. 580-585.
10. Алешин, Н.Е. Кремниевое питание риса / Н.Е. Алешин // Сел. хоз во за рубежом. Растениеводство. - 1982. - № 6. - С. 9-14.
11. Гилязов, М. Ю. Экология агрохимикатов : Методические указания по выполнению практических работ и организации самостоятельной работы / М. Ю. Гилязов, А. А. Лукманов. – Казань : Казанский ГАУ, 2023. – 48 с.
12. Самсонова, Н. Е. Роль цеолита и минеральных удобрений в формировании урожайности яровой пшеницы / Н. Е. Самсонова // Научное

обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сборник материалов Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Соленое Займище, 10–12 августа 2021 года / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Соленое Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. – С. 383-387.

13. Галимзянова, Л. В. Мелиорация земель и ее экономическая эффективность на сельскохозяйственном предприятии в Республике Татарстан / Л. В. Галимзянова // Проблемы аграрной экономики в условиях импортозамещения : Материалы международной науч.-практ. конференции, Казань, 16–17 мая 2017 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 162-165.

14. Дегтярева, И. А. Микробиологические индикаторы при известковании кислых почв / И. А. Дегтярева, Е. А. Прищепенко // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 126-130.

15. Keeping, M. G. Liming an acid soil treated with diverse silicon sources: effects on silicon uptake by sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids) / M. G. Keeping, N. Miles, R. S. Rutherford // Journal of Plant Nutrition. - 2017. - Т. 40. - №. 10. - С. 1417-1436.

16. Мухаметшин, И. С. Анализ агротехнических способов борьбы с эрозионными процессами и переуплотнением почв / И. С. Мухаметшин, А. Р. Валиев // Инновационные технологии в АПК: Теория и практика : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института экономики, Казань, 19–20 апреля 2021 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 108-114.

17. Яцинин, Н.Л. Коллоидно-высокомолекулярные системы солонцов Северного Казахстана : автореф. дисс. докт. хим. наук / Н.Л. Яцинин. - Ташкент, 1994.

18. Калибровка датчиков влажности почвы для назначения автоматического полива / А. Х. Абделфаттах, Р. Ф. Сабилов, И. М. Гомаа, С. А. Семичев // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы : Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2019. – С. 6-13.

19. Абдумуминов, Б. А. Влияние способа полива субиригацией хлопчатника в гидроморфных условиях почв на урожай хлопка-сырца / Б. А. Абдумуминов, С. Х. Исаев, Д. Г. Ахмеджонов // Молодой ученый. – 2015. – № 14(94). – С. 672-675.

20. Автоматизированная система управления полива теплиц / Б. Л. Иванов, А. И. Рудаков, Р. Ф. Шарафеев, А. Х. Абделфаттах // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации : Научные труды I-ой Международной науч.-практ. конференции, Казань, 06–07 февраля 2020 года. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 306-309.

21. The role of silicon in higher plants under salinity and drought stress / D. Coskun, D. T. Britto, W. Q. Huynh, H. J. Kronzucker // *Front. in plant sci.* - 2016. - Vol. 7.
22. Silicon-mediated maize resistance to macrospora leaf spot / C. Hawerroth et al. // *The journal of Tropical Plant Pathology*. 2018. Vol. 44. Pp. 192-196.
23. Садовская, Л. К. Содержание тяжелых металлов в почвах Республики Татарстан и экологическая роль регуляторов роста при возделывании картофеля [Эффективность применения никфана, циркона, эпина, ЖУСС] / Л.К. Садовская, К.В. Владимиров, А.А. Лукманов, Р.И. Бектимиров // *Плодородие*. - 2014. - № 3. - С. 45-47
24. Ермолаев, А.А. Кремний в сельском хозяйстве/ А.А. Ермолаев // *Химия в сел. хоз-ве*. - 1987. - № 6. - С. 45-47.
25. Иматдинов, Д. Р. Обогрев земли в теплицах кабелем / Д. Р. Иматдинов // *Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 79-ой студенческой (региональной) национальной научной конференции, Казань, 09–10 февраля 2021 года. Том 2. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 60-64.*
26. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию / Ю. Либих. - СПб., 1864. - 443 с.
27. Михайлова, М. Ю. Микрозелень - кладезь витаминов, минералов, антиоксидантов / М. Ю. Михайлова // *Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК : Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, Нальчик, 27–28 апреля 2022 года. – Нальчик: ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 136-140.*
28. Physiological roles of silicon in photosynthesis and dry matter production in rice plants / S. Agarie, W. Agata, F. Kubota, P.B. Kaufman // *Japan J. Crop Sci.* - 1992. - V. 61. - P. 200-206.
29. Мудрова, А. А. Энергосберегающие процессы в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мудрова, А. Г. Мудров // *Сельский механизатор*. – 2009. – № 9. – С. 26-27.
30. Использование возобновляемых источников энергии в АПК / П. А. Сашенкова [и др.] // *Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 152-156.*
31. Социально-экономическое развитие сельских территорий с учетом принципов «зеленой» экономики / С. О. Новосельский [и др.] // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2023. – № 7. – С. 216-224.
32. Энергетические установки в агропромышленном комплексе / Н. В. Чижков, М. В. Поляков, М. Ю. Афанасьев [и др.] // *Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ2024. – С. 334-338.*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ СВЕТОДИОДНЫМИ СВЕТИЛЬНИКАМИ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СПЕКТРОМ ИЗЛУЧЕНИЯ

В условиях большинства территорий России наблюдается недостаток светового воздействия, обеспечивающего желаемый фотосинтез растений за период их роста [1]. Поэтому является актуальным дополнительное облучение растений в целях повышения их урожайности.

Энергия, излучаемая на длине волны в пределах 370-710 нм, считается фотосинтетически активной радиацией (ФАР) [2]. С количественной стороны эта энергия характеризуется в расчете на метр площади, т.е. имеет размерность Вт/м².

Одной из важных характеристик облучения растений считается спектральная облученность $e\lambda$, вычисляемая по формуле:

$$e\lambda = \frac{\Delta E}{\Delta \lambda}, \quad (1)$$

где ΔE – облученность участка спектра $\Delta \lambda$.

В настоящее время установлено, что наиболее эффективна при развитии растений часть спектра, обозначенная на рисунке 1.

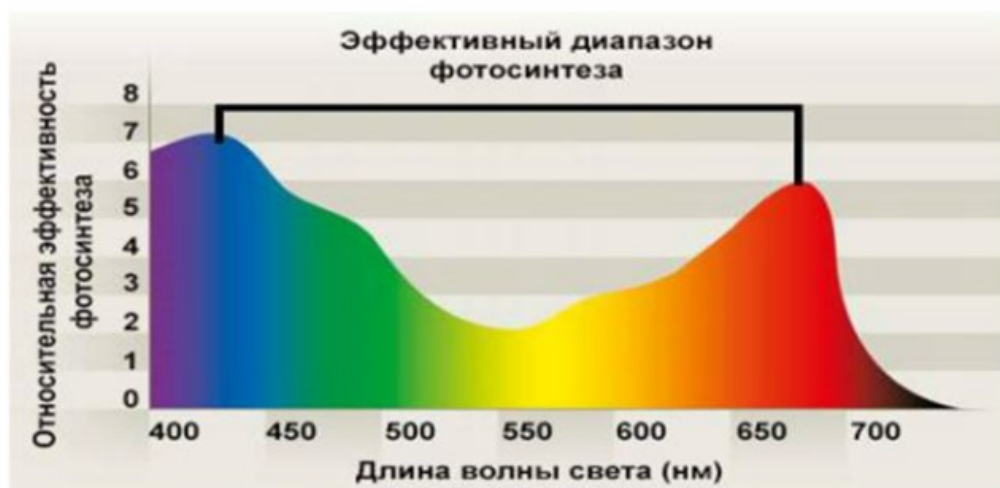


Рисунок 1 – Эффективный диапазон фотосинтеза зеленого листа растения

Большое влияние на рост растения оказывает и время светового воздействия различной длины волны. Так, например, красный диапазон краткое время способствует интенсивному росту листьям огурца, а при длительном облучении может их сжечь [3].

В разные периоды развития растений требуются световые лучи различного диапазона длин волн [4, 5]. Время воздействия и его интенсивность зависит от стадии развития растения, которых можно выделить как рассаду и взрослое растение.

Доза облучения D_{100} рассчитывается по формуле:

$$D_{100} = E_{\text{опт}} \cdot t_{100}, \quad (2)$$

где индекс 100 означает облученность равную 100 Вт/м^2 .

При этом допускается значение дозы, попадающее в интервал:

$$D_{\text{опт}} \leq D_{100} \leq 1,2 D_{\text{опт}}, \quad (3)$$

где $D_{\text{опт}}$ – оптимальное значение дозы.

Различные участки спектра оказывают влияние на разные показатели растений:

- «синий» участок (380-500 нм) отвечает за фотосинтез, толщину и плотность тканей и структур растения;
- «зеленый» участок (500-600 нм) обеспечивает фотосинтез нижних более плотных листьев;
- «красный» участок (600-700 нм) благотворно влияет на рост стебля растения и его плодоношение.

В качестве оптических источников используются тепловые (лампы накаливания, галогенные лампы); люминесцентные (газоразрядные лампы высокого и низкого давления); светодиодные источники [6]. Наиболее перспективными являются последние. Они позволяют относительно легко регулировать мощность излучения и его спектральный состав в соответствии с временем развития растения, начиная со стадии рассады. Малое тепловое воздействие светодиодов позволяет уменьшать расстояние между облучателем и растением [7, 8]. Большую роль играет направленность излучения светодиода, охватывающего $120-140^\circ$. При размещении линейки светодиодов в центральной части светильника по прямой, а концы линейки с загибом вверх позволит удлинить линейное расстояние воздействия светового потока и тем самым сократить количество светильников по длине теплицы [9]. Аналогично форма светильника в поперечном сечении также должна иметь дугообразную форму, которая позволит сократить количество светильников по ширине теплицы. Предложенная конструкция светильника позволит сократить расходы на электроэнергию [10, 11].

Питание светодиодов производится от управляемых источников, позволяющих изменять интенсивность облучения с помощью ШИМ – модуляторов в составе микроконтроллера либо аналоговым способом [12, с. 80].

Светоотдача от светодиодов находится в пределах $20-10 \text{ лм/вт}$.



Рисунок 2 – Теплица со светодиодными светильниками

Функция распределения энергии в излучаемом диапазоне $\varphi(\lambda)$ определяется выражением:

$$\Phi = \int_{\lambda=380}^{\lambda=700} \sigma\{E(\lambda), A\} \varphi(\lambda) d\lambda, \quad (4)$$

где $\sigma\{E(\lambda), A\}$ – спектральная чувствительность; $E(\lambda)$ – облученность на длине волны λ в заданном интервале длин волн.

Исходя из этого можно рассчитать мощность излучения:

$$P = \frac{\Phi_v}{V(\lambda)_{683}}, \quad (5)$$

где Φ_v – поток световой энергии; $V(\lambda)$ – спектральная относительная эффективность.

При выборе оптического элемента светильника необходимо учитывать коэффициент запаса [13].

Общая энергоемкость процесса облучения рассчитывается по формуле:

$$E_x = \frac{Q}{P_x}, \quad (6)$$

где Q – затрачиваемая энергия; P_x – количество определенного вида продукции; x – параметр растения, относительно которого рассматривается эффективность облучения.

Очевидно несовпадение условий облучения при постановке цели сокращения энергозатрат и максимума развития растения. Это заставляет искать компромиссное решение в условиях воздействия на растение. Определение оптимальных условий воздействия является многофакторной задачей, в факторы которой входят кроме основных (спектральный состав, доза облучения и время воздействия) также питающие микроэлементы, температура в теплицах, состав воздуха, влажность и другие [14]. Причем разброс температуры разделяется на 5 интервалов: основной и по два закаливающих и

повреждающих, а спектральный состав должен зависеть от стадии развития растения. Учесть все факторы или хотя бы основные целесообразно с использованием математической модели. Параметрами, участвующими в математической модели, могут быть диаметр и длина стебля, которые описывают рост растения [15]. В состав внешних переменных входят упомянутые ранее параметры. Реализация математической модели возможна на основе микроконтроллера, получающего информацию от различных датчиков. Для формирования нужного спектра используются красные, синие, белые и ультрафиолетовые светодиоды в определенных количествах.

Применение светодиодных светильников целесообразно для выращивания семенного материала на гидропонных установках.

Библиографический список

1. Чураков, Е.П. О фильтрации марковских последовательностей в задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // Математические методы управления и обработки данных : Межвузовский сборник научных трудов. - Рязань, 1988. - С. 103-107.

2. Мисюрева, С.А. Снижение энергопотребления при нагреве воды в коровнике / С.А. Мисюрева, А.С. Морозов, С.О. Фатьянов // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. - 2018. - С. 276-279.

3. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 170-174.

4. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических панелей / Н.Г. Кипарисов и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. - 2019. - С. 412-416.

5. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2017. - С. 193-196.

6. Ануши, М.И. Анализ способов защиты асинхронных двигателей / М.И. Ануши, С.Н. Афиногенова, С.О. Фатьянов // Энергосбережение и эффективность в технических системах : Материалы IV Международной

научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбовский государственный технический университет. - 2017. - С. 264-265.

7. Параметры электромагнитного поля промышленной частоты при обработке семян ячменя перед посевом / С.О. Фатьянов и др. // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2020. - С. 285-289.

8. Ануши, М.И. Сравнительный анализ способов пропитки изоляции обмоток электродвигателей, используемых в производстве сельскохозяйственной продукции / М.И. Ануши, С.Н. Афиногенова, С.О. Фатьянов // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : Сборник докладов XII Международной научно-практической конференции молодых учёных. В 2-х томах. - 2017. - С. 4-12.

9. Воробьев, А.Э. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве / А.Э. Воробьев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2017. - № 2(5). - С. 169-174.

10. Фатьянов, С.О. Исследование и анализ использования биогазовых установок в АПК / С.О. Фатьянов, С.В. Карловский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 254-258.

11. Чураков, Е.П. О марковском подходе к задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // Перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов. - 1988. - С. 38-39.

12. Математическое обеспечение задач интерпретации результатов косвенных измерений в спектроскопии / С. О. Фатьянов и др. // Электронное моделирование. – 1991. № 2, Киев. - С.78-88.

13. Фатьянов, С.О. Режимы работы батарей статических конденсаторов в сетях 110 кВ / С.О. Фатьянов, И.О. Маслов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2015. - №1. - С. 227-232.

14. Применение фильтровых защит асинхронных электродвигателей сельскохозяйственного назначения / С.А. Копаев, А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2017. - С. 89-93.

15. Игнатов, В.Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-

летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - С. 34-38.

16. Соколов, А. А. Влияние предпосевной обработки семян ячменя биологически активными препаратами и градиентным магнитным полем на его продуктивность / А. А. Соколов, Д. В. Виноградов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки, 2016. – С. 110-113.

17. Инновационные элементы агротехнологий возделывания картофеля в Нечерноземной зоне России / М. М. Крючков [и др.]. – Рязань, 2018. – 181 с.

18. Анализ средств оптического облучения рассады овощей в теплице / А. Д. Прошлякова, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов, Н. Е. Лузгин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 129-135.

19. Substantiation of the weed control system when placing grain production in microzones of the Central Chernozem region / I. V. Dudkin [et al.] // E3s web of conferences : VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023), Krasnoyarsk, 29–31 марта 2023 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. – P. 02011.

20. Повышение энергоэффективности облучения в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, Д. В. Сусов, А. А. Тельнова, Ю. А. Рубина // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 136-142.

21. Спектральный состав излучения комбинированных облучательных приборов для сельского хозяйства / Н. Б. Нагаев, Д. О. Брюхина, М. А. Левин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 118-124.

22. Экономика зернового комплекса: перспективные направления развития / С.А. Кистанова и др. // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2024.

23. Фочкина, О. Н. Перспективы развития овощеводства закрытого грунта в условиях политики импортозамещения / О. Н. Фочкина, Л. В. Романова // Актуальные вопросы современной аграрной экономики : Материалы межвузовской студенческой научно-практической конференции, Рязань, 22 октября 2020 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанская региональная организация вольное экономическое общество России, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 122-128.

СИСТЕМА ОСТЕКЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WFG КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

В наше время агропромышленный комплекс сталкивается с рядом проблем, в числе которых проблема недостаточной энергоэффективности зданий и сооружений предприятий агропромышленного комплекса. В качестве способа повышения энергоэффективности зданий и сооружений АПК рассматривают изменения теплофизических характеристик ограждающих конструкций, в том числе систем остекления зданий [1]. Одной из инновационных технологий остекления, обладающей высоким показателем энергоэффективности, являются окна с камерами, заполненными водой или Water-Filled Glass (WFG) [2]. Использование такой системы остекления в здании способно снизить энергозатраты, связанные с его эксплуатацией. Меньшее количество затрат на электроэнергию не только повысит экономическую эффективность предприятий АПК, но и позволит снизить углеродный след от выбросов CO₂ в секторе производства электроэнергии, что крайне важно в настоящее время при повышенной нагрузке на биосферу от антропогенного воздействия.

Данная технология была придумана и запатентована преподавателем архитектуры Университета Лафборо Маттяшем Гутаем и его коллегами Дэниелом Шинаглом и Абольфазлом Ганджи Хейбари [2]. Ими же в 2020 году была основана компания Water-Filled Glass, которая к настоящему моменту уже завершила строительство двух прототипов зданий с использованием этой технологии, названных Water House 1.0 и Water House 2.0. Первый представляет собой небольшую хижину в Венгрии, а второй – павильон в Университете Фэн Цзя на Тайване [3].

Подобная система остекления проста в изготовлении и при этом обладает рядом преимуществ перед обычным стеклом. Суть технологии заключается в том, что пространство между стандартными панелями стекла заполняется водой при помощи труб, которые в свою очередь подключаются к общему резервуару с водой, вмонтированному в стены или иные конструктивные элементы здания [3].

Около 66% процентов тепла, проникающего внутрь здания через оконное стекло, составляет тепло от солнечной радиации [4]. Стекло, заполненное водой, способно в значительной степени снизить количество проникающего внутрь здания солнечного тепла, что делает данную технологию крайне актуальной.

В тёплый период года слой воды поглощает солнечное тепло прежде, чем оно достигнет внутреннего пространства здания. Нагретая вода перекачивается по трубам в резервуары, вмонтированные в стены или фундамент, где тёплая вода может храниться для последующего использования, например для горячего водоснабжения.

В холодное время использование технологии WFG способно сократить теплопотери при обогреве здания, так как слой воды задерживает не только тепло, проникающее в здание, но и тепло, производимое изнутри.

Для использования данной технологии в условиях холодного климата была разработана модификация, при которой в системе остекления используются трехкамерные стеклопакеты, внешняя полость которых заполнена аргоновой изоляцией для предотвращения замерзания воды зимой. Аргоновая изоляция производится путём заполнения одной из камер стеклопакета аргоном, что снижает теплопередачу за счёт плотности аргона и тем самым предотвращает замерзание воды [4].

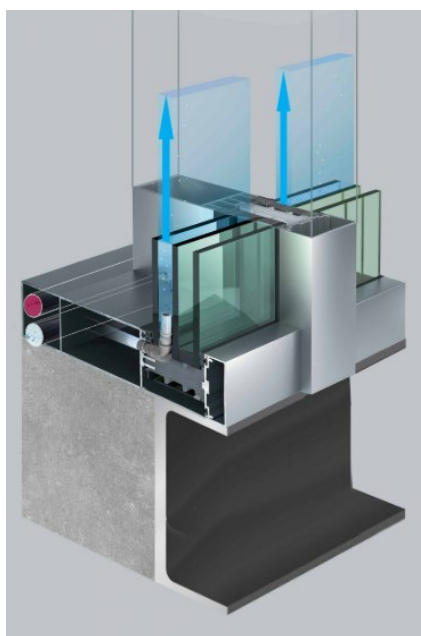


Рисунок 1 – Разрез стеклопакета с использованием технологии WFG

Для подтверждения эффективности использования данной технологии в строительстве было проведено исследование, в котором сравнивалось окно с использованием WFG, обычное окно с двойным стеклопакетом и такой же двойной стеклопакет с тонировкой. Исследование было проведено для всех основных климатов по классификации Кёппена в 13 городах. В результате было выявлено, что использование технологии позволяет сэкономить от 3 до 84% энергии в зависимости от климата [5]. По результатам исследования, система остекления с использованием WFG на 47-72% более энергоэффективна по сравнению со стандартным двойным стеклопакетом, и на 34-61% энергоэффективнее тройного стеклопакета при одинаковых условиях.

Технология окон с WFG активно исследуется и модифицируется. На данный момент компанией, владеющей патентом на технологию WFG, разработана вторая модификация данной технологии, которая носит название Smart Water-Filled Glass (SWFG), или умное окно, с камерами заполненными водой. Основное отличие технологии SWFG от обычного WFG состоит в том, что к водяному заполнителю добавлен компонент, который реагирует на изменение условий дневного света изменением цвета водяного заполнителя на более тёмный, что препятствует проникновению солнечных лучей в помещение и снижает его нагрев. Технология SWFG способна изменять свой цвет с абсолютно прозрачного (0%) до полузатенённого (20%) и затенённого (40%) [6].

Несмотря на вышеописанные преимущества WFG, встаёт вопрос об эффективности использования данной технологии с точки зрения углеродного следа, производимого в течение всего жизненного цикла остеклением с применением WFG. Для оценки этого показателя было проведено исследование [7], в котором были рассмотрены основные варианты остекления современных зданий: 1) окно с двойным стеклопакетом; 2) окно с двойным стеклопакетом с автоматическим затемнением (электрозатенением); 3) окно с тройным стеклопакетом; 4) окно с двойным стеклопакетом с солнцезащитным покрытием; 5) электрохромное стекло 6) Остекление с WFG; 7) Остекление с SWFG. Системы остекления сравнивались по следующим основным показателям: наличие системы затемнения, коэффициент пропускания солнечного тепла (SHGC), прямое пропускание солнечной энергии (T_{sol}), пропускание видимого света (T_{vis}). SHGC или Коэффициент пропускания солнечного тепла показывает, какое количество тепла от солнечного излучения может пройти через стекло. SHGC описывает отношение, где 1 - соответствует максимально возможному количеству пропускаемого солнечного тепла, а 0 - соответствует минимально возможному пропускному солнечному теплу. Прямое пропускание солнечной энергии (T_{sol}) – это процент солнечной энергии в полном диапазоне длины волны (300-2100 нм), который проходит через стекло или другой материал. Пропускание видимого света (T_{vis}) – это процент видимого света, который проходит через стекло. Этот показатель указывает на то, какое количество света в видимом спектре проходит через поверхность. Параметры и характеристики каждой из систем остекления приведены в таблице ниже.

Исследование было проведено для следующих городов: Сингапура, Мадрида, Дубая, Нью-Йорка, Пекина, Милана, Дебрецена.

В исследовании сравнивался углеродный след от производства энергии, которую необходимо было затратить на каждом из этапов «жизненного цикла», представленных выше систем остекления. «Жизненный цикл» включал в себя стадии добычи сырья, производства, эксплуатации, а также утилизации. Ниже представлена сравнительная диаграмма каждого из вариантов остекления относительно углеродного следа производимого на каждом из этапов «жизненного цикла» для 7 городов.

Таблица 1 – Параметры и характеристики систем остекления

Название технологии	Параметры системы остекления	Затенение/изменяемая система контроля затенения	Коэффициент пропускания солнечного тепла (SHGC)	Прямое пропускание солнечной энергии (Tsol) [%]	Пропускание видимого света (Tvis) [%]
Двойной стеклопакет	Воздушная камера между листами 16 мм стекла Low-E (стёкла с низким коэффициентом излучения) заполнена аргоном	Нет затенения	62%	43%	62%
Двойной стеклопакет с автоматическим затенением (электрозатенением)	Воздушная камера между листами 16 мм стекла Low-E (стёкла с низким коэффициентом излучения) заполнена аргоном	Автоматический двухступенчатый контроль	62%	43%	62%
Тройной стеклопакет	Воздушная камера 15 мм заполнена воздухом	Нет затенения	50%	33%	51%
Двойной стеклопакет с солнцезащитным покрытием	Воздушная камера 16 мм заполнена аргоном, стёкла с солнцезащитным покрытием	Стекло имеет солнцезащитное покрытие	20%	15%	20%
Электропроводные стёкла	Воздушная камера 16 мм заполнена аргоном, стёкла Low-E	Четырёхступенчатое автоматическое затенение	43%	29%	44%
WFG	Камера между стёклами 15 мм заполнена водой	Нет затенения	55%	27%	44%
SWFG	Камера между стёклами 15 мм заполнена водой с окрашивающим компонентом	Трёхступенчатая автоматическая система затенения	54%	22%	35%

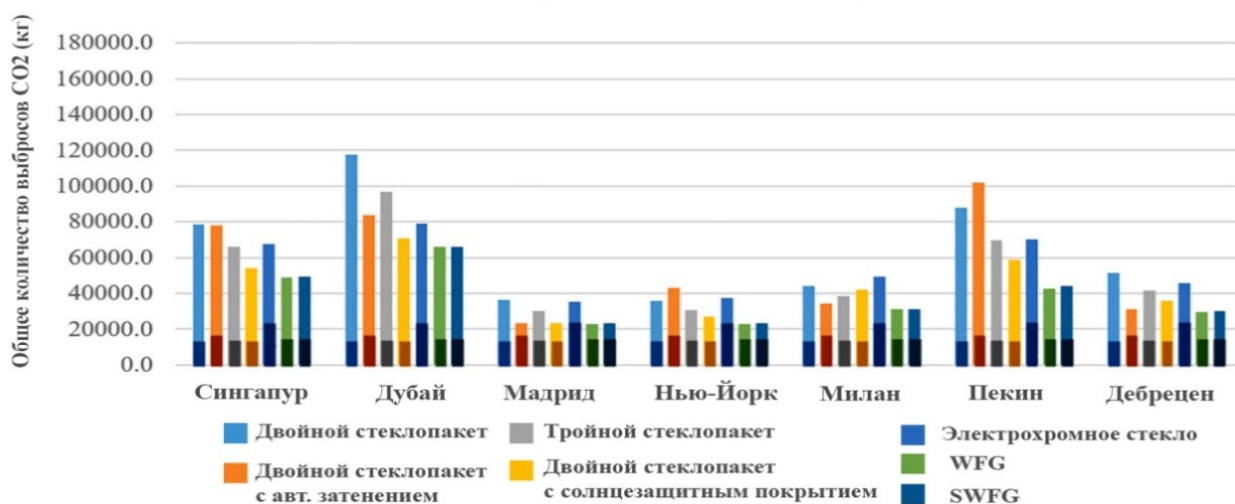


Рисунок 2 – Сравнительная столбчатая диаграмма оценки углеродного следа для разных вариантов остекления в 7 городах в течение «жизненного цикла»

Согласно диаграмме, во всех сценариях системы остекления с использованием WFG и SWFG показали лучший результат в оценке углеродного следа в течение «жизненного цикла». Связано это преимущество, как отмечают авторы исследования, по большей части с меньшим количеством выбросов CO₂ именно в процессе эксплуатации, что может говорить о большей энергоэффективности данной технологии остекления по сравнению с другими рассмотренными вариантами [7].

Помимо упомянутых достоинств WFG нельзя не отметить преимущество данной технологии по сравнению с обычным окном с двойным стеклопакетом относительно акустических характеристик. Стекло с водяным заполнением обладает лучшей шумоизоляцией, что делает его хорошей альтернативой для стандартных окон для использования в зданиях, находящихся в шумных районах. Согласно оценке, система остекления с WFG снижает уровень шума на 15% по сравнению со стандартным двойным стеклопакетом [4].

Системы остекления с использованием WFG способны в значительной степени повысить энергоэффективность зданий предприятий АПК за счёт того, что данная технология позволяет поддерживать комфортные температурные условия внутри помещения при меньших энергозатратах. Помимо этого исследования показали [7-10], что данная система остекления создаёт меньший углеродный след в течение всего «жизненного цикла», чем альтернативные варианты остекления, что подтверждает энергоэффективность технологии WFG, а также указывает на перспективы использования WFG в АПК с целью снижения негативного влияния от антропогенного воздействия на окружающую среду.

Библиографический список

1. Козина Н.В. Направления энергосбережения при строительстве и эксплуатации сельскохозяйственных зданий/ Козина Н.В., Кучеренко М.Н. // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 22-26 ноября 2010 г. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2010. – С. 100-102.
2. WFG Basics [Электронный ресурс] // Water-Filled Glass URL: <https://www.waterfilledglass.com/> (дата обращения: 28.04.2025)
3. Water-filled windows use sunlight to heat and cool buildings [Электронный ресурс] // Dezeen: architecture and design magazine URL: <https://www.dezeen.com/2023/01/03/water-filled-glass-solar-power-energy-bills/> (дата обращения: 28.04.2025)
4. WFG Resources [Электронный ресурс] // Water Filled Glass URL: <https://www.waterfilledglass.com/resources> (дата обращения 28.04.2025)
5. Gutai M. Energy consumption of water-filled glass (WFG) hybrid building envelope / Gutai M., Kheybari A. G. // Energy and Buildings – 2020. – № 218.
6. Gutai M. Energy consumption of hybrid smart water-filled glass (SWFG) building envelope / Gutai M., Kheybari A. G. // Energy and Buildings. – 2021. – № 230.
7. Gutai M. Global carbon viability of glass technologies: Life-cycle assessment of standard, advanced and water-filled glass (WFG) building envelopes / Gutai M., Mok B., Cavana G., Kheybari A. G. // Applied Energy. – 2024. – № 367. – С. 2–12.
8. Modern approaches to production of high-quality spring rape / E. I. Lupova, D. V. Vinogradov, M. V. Evsenina, S. V. Nikitov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012076. – DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012076.
9. Агрометеорологическое прогнозирование в сельскохозяйственном производстве / М. В. Евсенина, К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии. – Рязань, 2023. – С. 97-101.
10. Trends and prospects for the development of horticulture and vegetable growing in the region / D. I. Zhilyakov, Yu. V. Vertakova, E. V. Kharchenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 82039.

*Нагаев Н.Б., канд. техн. наук,
Брюхина Д.О.,
Никонов С.В.,
Борин Е.Д.,
Гурьева А.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОНТРОЛЮ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Первостепенной задачей при работе электрических сетей является их контроль, а для контроля электрооборудования и электроприемников в процессе исследований создаются новые технологии. Поэтому были известны 3 версии устройств со своими достоинствами, например, определенная оценка потребления электроэнергии [1,2].

Первым устройством является таймер-электросчетчик мобильный портативный (ТЭМП). К нему относятся электронные элементы, перечисленные ниже:

1. Датчик тока с преобразователем тока в напряжение;
2. Три микроконтроллера ATmega328P;
3. 2 ЖК-дисплея;
4. Блок часов реального времени;
5. Блок записи данных.

На рисунке 1 показано электрическое подключение элементов описываемого устройства.

На рисунке 2 показан внешний вид собранного технологического решения ТЭМП.

Второе устройство, а именно таймер-электросчётчик мобильный портативный трёхфазный ТЭМП-3 содержит:

- датчики тока с преобразователем тока в напряжение;
- датчики напряжения;
- микроконтроллер ATmega2560;
- микроконтроллер ATmega328P;
- TFT дисплей;
- блок часов реального времени;
- блок записи данных.

Второй вариант устройства имеет определенное достоинство перед ранее описываемым: полученные значения энергетических характеристик сети наиболее точные и надежные, в связи с имеющимися датчиками напряжения [3,4].

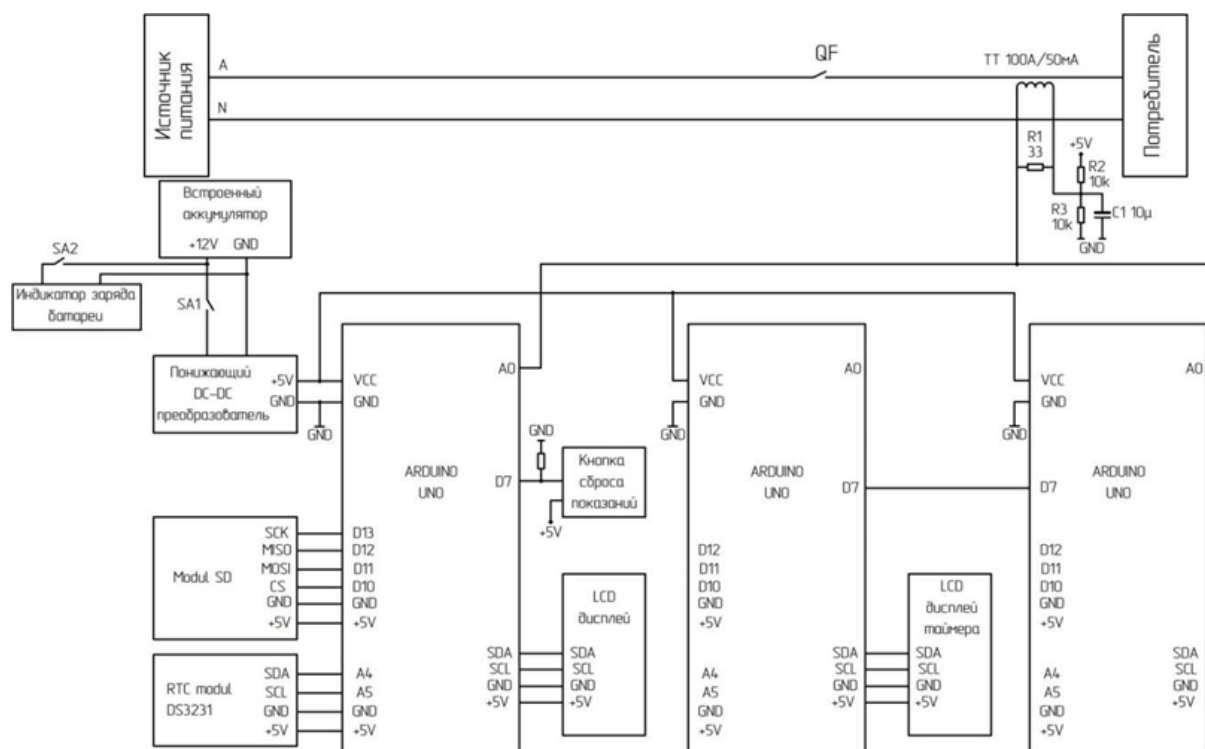


Рисунок 1 – Электрическое подключение элементов описываемого технологического решения ТЭМП



Рисунок 2 – Внешний вид технологического решения ТЭМП

Ниже на рисунке 3 и 4 представлено электрическое соединение элементов и внешний вид второй технологии.

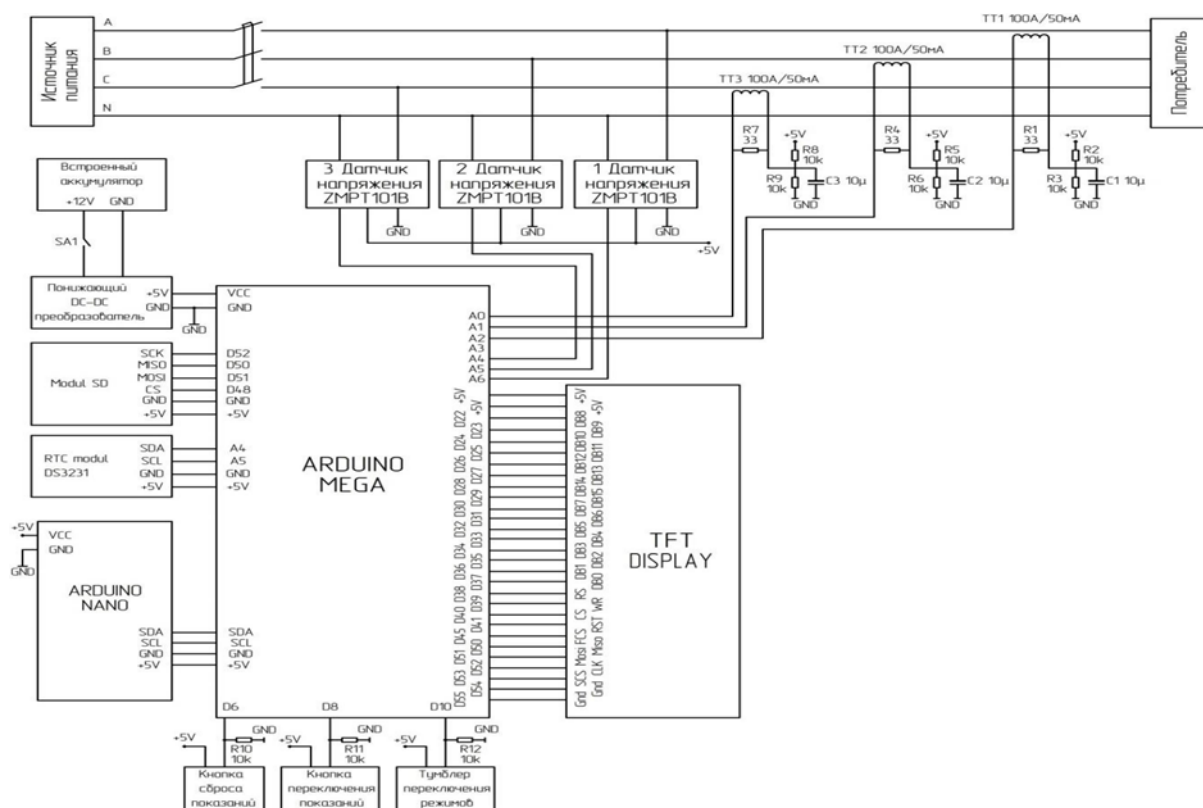


Рисунок 3 – Электрическое соединение элементов устройства ТЭМП-3



Рисунок 4 – Внешний вид устройства ТЭМП-3

Далее, третья версия технологии – это таймер-электросчетчик мобильный портативный трехфазный ТЭМП-3-W, включающий в себя применение Wi-Fi (технология беспроводной локальной сети с устройствами) [5,6].

В нее входит:

- датчики тока с преобразователем тока в напряжение;
- датчики напряжения;
- два микроконтроллера ATmega2560;
- TFT дисплей;
- блок часов реального времени;
- блок записи данных;
- радиомодули.

Достоинство третьей версии по сравнению с предыдущими заключается в том, что передача информации происходит за счет добавляемого Wi-Fi соединения. Также к достоинствам данной модели относится применение большого количества модулей с датчиками напряжения и тока (необходимо для получения собранных данных на линиях электропередач).

В технологию входит 2 блока, а именно приемник и передатчик. Было выяснено, что для одного приемника можно использовать до 6-ти передатчиков [7,8]. Электрическое подключение перечисленных элементов и внешний вид третьей версии устройства представлено на рисунке 5 и 6.

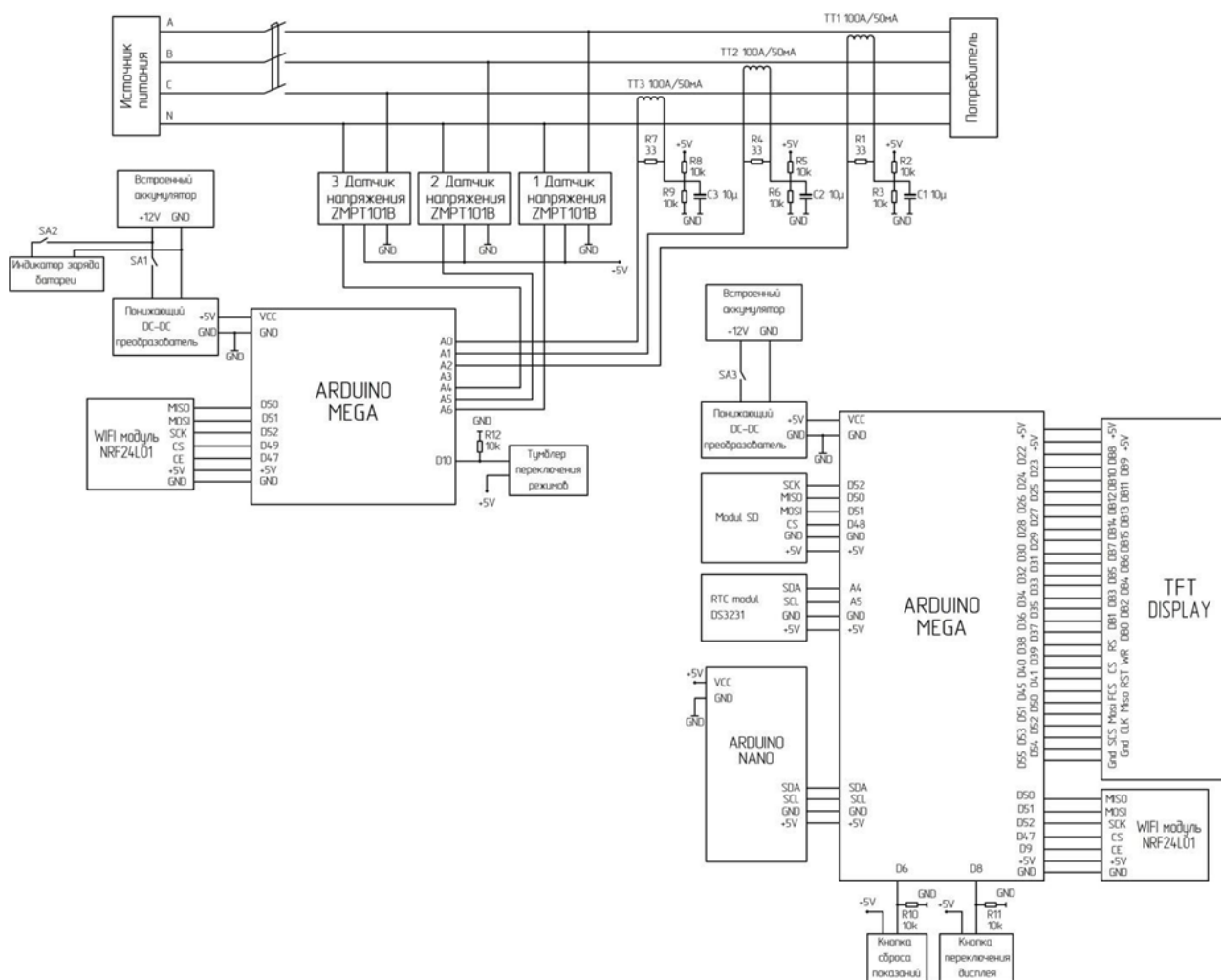


Рисунок 5 – Электрическое соединение элементов устройства ТЭМП-3-W с использованием Wi-Fi технологии передачи данных



Рисунок 6 – Внешний вид устройства ТЭМП-3-W с использованием Wi-Fi технологии передачи данных

Третья версия технологии позволяет исполнить создание комплекса для определения потерь электроэнергии и исследования режимов работы электросетей 0,4кВ (КОПиРР) (Рисунок 7). Преимущества КОПиРР заключаются в расчетах измерения в 6-ти точках [9,10]. Это связано с тем, что имеются 6 измерительных блоков, собирающих информацию для главного блока.



Рисунок 7 – Внешний вид КОПиРР

Если быть точнее, то разработка технологии для определения параметров режимов работы электросетей сельскохозяйственных объектов позволит контролировать большое количество факторов, таких как:

1. Контроль дистанционного измерения значения максимальной и действительной мощности, а также напряжения и тока в 1-фазной и 3-х фазной сети;

2. Контроль обворовывания электрической энергии при проверке потребителей;
3. Контроль исключения нарушения изоляции питающего провода посредством фиксации затрачиваемой электроэнергии и электрооборудованием;
4. Контроль фиксирования времени сразу на нескольких участках электросети;
5. Создание энергобаланса объектов при прохождении проверки;
6. Проведение расчета коэффициентов, характеризующих время применения электрооборудования и режимов работы;
7. Контроль выбора соединителей проводов;
8. Проведение исследования суточных графиков нагрузки, что приводит ко многим преимуществам (снижение недоотпуска электроэнергии, повышение надежности и эффективности систем энергоснабжения потребителей, фиксация реальных режимов работы электросети).

Во всех трех версиях применяется 2 микроконтроллерные платы на базе чипов (ATmega2560 и ATmega328P) [11,12]. Первый, соответственно, является главной, и ее работа заключается в обработке всех данных с датчиков. Второй необходим для регулирования таймера. Совокупность собранной технологии предназначена для наиболее близкого и точного расчета энергохарактеристик режимов работы электрооборудования и электрической сети, а также наименьшей погрешности в автоматическом учете времени наработки и повышения вычислительной мощности. Все обозначенные устройства запитываются от определенной батареи 12В Li-ion, состоящей из 3-х аккумуляторов 18650, соединенных последовательно. Это необходимо для наибольшей автономности. Далее собранная информация переносится на ПК (персональный компьютер) для последующего построения графиков нагрузки с помощью различных каналов связи, а также для записи на внешний накопитель (с учетом реальной даты и времени).

Таким образом, из литературных известно 3 версии устройств контроля режимов работы сельскохозяйственных электрических сетей, имеющих определенные достоинства друг между другом. Однако, тема контроля режимов еще недостаточно изучены и требует дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Анализ потерь электрической энергии и способов их снижения в сельских электрических сетях / Н. Б. Нагаев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 319-324.
2. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях / А. С. Красников [и др.] // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы науч.-практ. конференции с междунар.

участием, Рязань, 02 марта 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 205-212.

3. Направления повышения энергоэффективности освещения и облучения в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 159-166.

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

5. Результаты изучения свойств пчелиного воска / Н. Е. Лузгин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 80-85.

6. Нагаев, Н. Б. Повышение эффективности предпосевной обработки зерна путем облучения ультрафиолетовой светодиодной установкой в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, С. Н. Гобелев, А. А. Жильцова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 214-219.

7. Недостатки трехфазных стабилизаторов напряжения при несимметрии напряжений / Н. Б. Нагаев [и др.] // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 173-177.

8. Стенд для тестирования панели приборов автомобилей / Д. С. Вебер [и др.] // Инженерные решения для агропромышленного комплекса: Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 15-19.

9. Обзор технических средств борьбы с неактивными составляющими полной мощности / Н. Б. Нагаев [и др.] // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 315-322.

10. Анализ источников света для освещения предприятий АПК / Н. Б. Нагаев [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 171-176.

11. К вопросу применения светодиодного освещения в животноводческих помещениях / Н. Б. Нагаев [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 165-171.

12. Каширин, Д. Е. Испытание стенда для исследования режимов работы

частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 4(36). – С. 91-95.

13. Фатьянов, С. О. Надежность электрооборудования напряжением 0,38...10 кВ (на примере МУП "Рязанские городские электрические распределительные сети") / С. О. Фатьянов, Р. С. Слепов, Е. И. Лопатин // Наука и образование XXI века : Материалы X Международной научно-практической конференции, Рязань, 28 октября 2016 года / под ред. А.Г. Ширяева, А.Д. Кувшиновой; Современный технический университет. Том 1. – Рязань: АНО ВО "Современный технический университет", 2016. – С. 66-70.

14. Горячкина, И.Н. Инновационное развитие отраслей российского АПК: методические аспекты / И.Н. Горячкина, М.В. Евсенина // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. – Курск, 2020. - С. 116-119.

15. Евсенина, М.В. Тенденции научно-технологического развития АПК России / М.В. Евсенина, Е.В. Грибановская // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. – Курск, 2020. - С. 173-177.

16. Анализ показателей работоспособности распределительных электрических сетей сельскохозяйственных предприятий / Н. Е. Лузгин, С. О. Фатьянов, Н. М. Латышенок, А. Ю. Смирнов // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 429-432.

17. Проблема обследования электрических сетей в сельском хозяйстве / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Юность и знания - гарантия успеха -2023 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 19–20 сентября 2023. Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 481-484.

18. Современное состояние, проблемы и перспективы развития АПК / Д. И. Жиялков [и др.] // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасская ГСХА, 2022. – С. 933-936.

19. Обеспечение конкурентоспособности предприятия сферы электроэнергетики в Рязанской области / О. И. Ванюшина [и др.] // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 30-35.

20. Исследование видов и мест повреждения в сельских электрических сетях 35 КВ по наведенным напряжениям на антеннах / Е. С. Семина и др. // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 2-й Международной науч.-техн. конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 482-485.

Секция 3. «Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники»

УДК 629.1-631.37

*Старунский А.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях интенсификации агропромышленного производства [1]. Надежность машинно-тракторного парка (МТП) является значимым показателем, определяющим бесперебойность технологических процессов сельскохозяйственного производства, экономическую эффективность предприятия и минимизацию простоев из-за отказов техники [2].

Современные методики оценки надежности МТП, основанные на классических вероятностно-статистических моделях, зачастую не учитывают комплексного влияния эксплуатационных факторов, таких как вариативность почвенно-климатических условий, динамические нагрузки при выполнении различных сельскохозяйственных работ, человеческий фактор в виде квалификации работников и соблюдения требований регламентов ТО и ремонта [3, 4]. В связи с этим возникает необходимость разработки усовершенствованной методики, интегрирующей современные технологии мониторинга и методы математического моделирования для повышения точности прогнозирования показателей надежности машинно-тракторного парка [5, 6].

Большинство существующих методик оценки надежности машинно-тракторного парка базируются на классическом подходе к определению традиционных показателей надежности, таких как средняя наработка на отказ ($T_{ср}$), интенсивность отказов (λ), коэффициент технической готовности ($K_{ТГ}$), преимущественно используя два методологических принципа:

1) статистический анализ отказов объекта (обработка данных о наработке до первого отказа, расчет среднего времени безотказной работы, построение кривых распределения отказов);

2) параметрические методы (использование коэффициента технической готовности ($K_{ТГ}$), расчет коэффициента эксплуатационной надежности, определение вероятности безотказной работы, гамма-процентной наработки и ресурса) [7].

Приведенные методы обладают рядом существенных ограничений:

1) статичность моделей – не учитывают динамику изменения эксплуатационных условий – например, повышенный износ при работе на

тяжелых почвах или в условиях повышенной влажности и запыленности;

2) упрощенная интерпретация отказов – отсутствие градации по степени критичности (не приспособлена для выполнения многофакторного анализа – большинство моделей рассматривает отказы как независимые события, не учитывая нарастающий суммарный эффект процесса изнашивания);

3) ретроспективная оценка – ориентация на аналитические данные без учета текущего состояния параметров, что снижает точность прогнозирования при изменении реальных условий эксплуатации и увеличения числа дополнительных факторов;

4) низкая степень адаптации к современным системам диагностирования [8, 9].

Современные тенденции в оценке надежности МТП в последние годы активно развиваются по следующим направлениям:

- прогнозная аналитика на основе методов машинного обучения (нейросетевые модели прогнозирования отказов, алгоритмы кластеризации отказов, регрессионный анализ параметров износа);

- интеграция IoT-систем для непрерывного контроля технического состояния с применением различных технологий мониторинга (вибрационная диагностика, термографический контроль, анализ состояния смазочных материалов);

- применение методов теории надежности с учетом многофакторных зависимостей (распределение Вейбулла-Гнеденко).

Перечисленные методы позволяют повысить точность оценки показателей надежности, но основные трудности возникают из-за высокой стоимости внедрения систем мониторинга, необходимости специальной подготовки и квалификации персонала, проблем обработки и интерпретации больших массивов получаемых информационных данных [10, 11].

Проведенное исследование эффективности различных методов представлено показателями в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение методов оценки показателей надежности МТП

Метод	Точность, %	Стоимость	Адаптивность
Статистический	65-70	Низкая	Низкая
Экспертный	75-80	Средняя	Средняя
Нейросетевой	85-90	Высокая	Высокая

Для повышения достоверности оценки и точности прогнозов показателей надежности МТП предлагается усовершенствованная методика, включающая:

1) учет эксплуатационных факторов (осуществляется путем введения весовых коэффициентов, корректирующих интенсивность отказов в зависимости от внешних условий, таких как влажность, тип почвы и температурный режим);

2) внедрение системы непрерывного мониторинга (использование совокупности датчиков для контроля основных рабочих параметров таких как

вибрация, температура, давление масла и других, позволяющих обеспечить возможность своевременного выявления предотказного состояния, что повышает точность прогнозирования возникновения потенциальных отказов);

3) применение вероятностных моделей (использование методов теории надежности (распределение Вейбулла, метод Монте-Карло) для прогнозирования остаточного ресурса деталей, сборочных единиц и агрегатов);

4) оптимизация системы технического обслуживания МТП (разработка адаптивных графиков ТО на основе реальных данных о состоянии техники).

Для корректировки классических показателей надежности предлагается введение адаптивных коэффициентов, учитывающих: климатические условия (температура, влажность, запыленность); агротехнические параметры (тип почвы, рельеф местности); режимы эксплуатации (нагрузка, скорость, частота включений/выключений) [12].

Формализованная модель интенсивности отказов с учетом внешних факторов имеет следующий вид:

$$\lambda_{adj} = \lambda_0 \prod_{i=1}^n k_i, \quad (1)$$

где λ_0 – базовая интенсивность отказов; k_i – поправочные коэффициенты для i -го фактора; n – количество основных элементов.

В предлагаемой модели факторами первого порядка являются механические нагрузки, температурные режимы, условия эксплуатации и агрессивность среды. Среди факторов второго порядка наиболее значимыми приняты квалификация операторов, качество выполнения операций диагностирования, ремонта, технического обслуживания и соблюдение их регламентов. Этот вариант математической модели может быть представлен в виде системного уравнения:

$$\lambda(t) = \lambda_0 + \sum (\alpha_i \cdot F_i) + \sum (\beta_j \cdot I_j), \quad (2)$$

где F_i – факторы первого порядка; α , β – весовые коэффициенты.

Внедрение системы непрерывного мониторинга предполагает использование многоуровневой системы диагностики, включающей встроенные датчики (вибрации, температуры, давления масла и других параметров), GPS-трекинг для учета режимов движения, телематические платформы для сбора и анализа данных в реальном режиме времени.

Поэтапная реализация алгоритма такой системы включает:

1) этап сбора данных (установка датчиков мониторинга, формирование информационной базы исходных данных, ввод нормативных параметров);

2) этап обработки (нормализация данных, классификация отказов, расчет интегральных показателей);

3) этап прогнозирования (построение графиков, определение критических точек, формирование рекомендаций).

Перспективными направлениями дальнейших исследований в этой области являются: разработка цифровых двойников МТП для имитационного моделирования; интеграция искусственного интеллекта для автоматизированного анализа больших данных; адаптация методики для оценки надежности автономной сельскохозяйственной техники.

Одним из примеров практической реализации усовершенствованной методики является оптимизация системы технического обслуживания и ремонта МТП, представляемая в виде адаптивной модели, предусматривающей предиктивное обслуживание (замена узлов до возникновения критического износа), динамические графики углубленного диагностирования и технического обслуживания на основе текущего состояния МТП, интеграцию с ERP-системами для автоматизации планирования ремонтов.

Разработанная методика позволяет существенно повысить точность оценки единичных и комплексных показателей надежности МТП за счет всестороннего анализа эксплуатационных факторов и внедрения современных технологий мониторинга. Для массового внедрения потребуется разработка адаптивных решений для различных типов и составов МТП сельскохозяйственных предприятий.

Библиографический список

1. Старунский, А. В. Повышение эксплуатационных показателей надежности агрегатов мобильной энергетической и транспортной техники на основе контроля параметров применяемого масла / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 382-387.

2. Старунский, А.В. Совершенствование технологии ремонта деталей механизма газораспределения автотракторных ДВС / А.В. Старунский, П.А. Назаров // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции (Ижевск, 28-29 апреля 2023 г.) / под ред. Н. М. Филькина. – Ижевск, 2023. - С. 574 - 578.

3. Повышение надежности технических систем в сельском хозяйстве на основе оценки качества технического обслуживания, ремонта и диагностирования / Г. К. Рембалович, В. В. Акимов, А. В. Старунский, А. О. Большаков // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 261-265.

4. Улитин, Д.А. Совершенствование методики оценки качества хранения сельскохозяйственной и транспортной техники / Д.А. Улитин, А.В. Старунский

// Инновационные инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках десятилетия науки и технологий, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 155 - 160.

5. Повышение эффективности технического обслуживания и контроля остаточного ресурса фильтрующих элементов агрегатов автотракторной техники / А. В. Старунский, М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович, И. В. Исаев // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 3-6.

6. Терентьев, О. В. Повышение эксплуатационной надежности машин / О. В. Терентьев, А. В. Старунский // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: КГСХА имени И.И. Иванова, 2022. – С. 221-224.

7. Старунский, А. В. Организация эффективного управления автомобильным парком / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 1000-1003.

8. Старунский, А. В. Методика оценки ускоренных испытаний восстановленных объектов на надежность / А. В. Старунский // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 230-236.

9. Денисов, А.И. Оценка факторов снижения работоспособности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники / А. И. Денисов // Инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 122 - 126.

10. Говоров, И.В. Оценка методов повышения долговечности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники / И. В. Говоров // Инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), 13 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ2024. – С. 66-70.

11. Лукьянов, В. В. Исследование аспектов, определяющих надёжность транспортной и сельскохозяйственной техники / В. В. Лукьянов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 170-176.

12. Лукьянов, В. В. Анализ основных факторов, влияющих на эксплуатационную надежность автомобиля / В. В. Лукьянов, А. В. Старунский // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 149-154.

13. Региональная система мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для

агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Рязанской области / Д. О. Олейник, Ю. В. Якунин, Н. А. Етко, М. А. Есенин // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 145-151.

УДК 621.373.826

*Сушков В.С., магистр,
Сперанский С.К., канд. техн. наук
СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, РФ
Никитин А.В., канд. эконом. наук
ФГУП НИИ ЭМП, г. Москва, РФ*

СТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЮРАЛЮМИНИЯ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Промышленное применение лазерного нагрева материалов охватывает множество производственных направлений. Сфокусированные лазерные лучи создают локальные зоны с максимальной плотностью энергии на обрабатываемых поверхностях. Результативность производственных процессов существенно возрастает благодаря внедрению лазерных технологий. Экономическая эффективность изготовления продукции значительно повышается при использовании лазерной обработки. Качественные показатели операций термообработки, легирования, наплавки и сварки демонстрируют заметное улучшение. Разделение материалов методом лазерной резки обеспечивает превосходную точность и чистоту обработки поверхности.

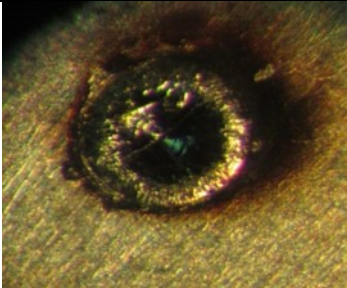
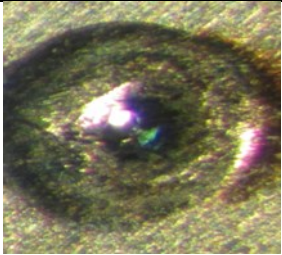
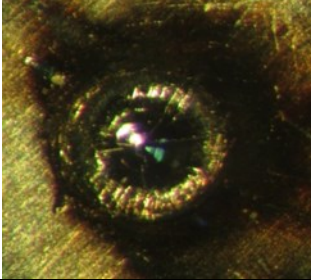
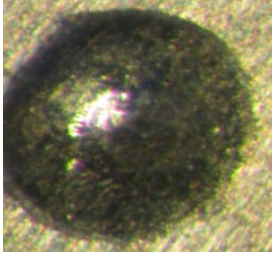
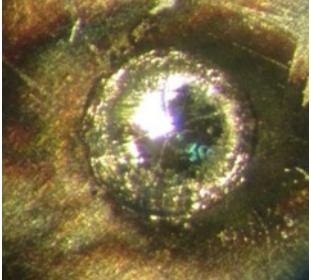
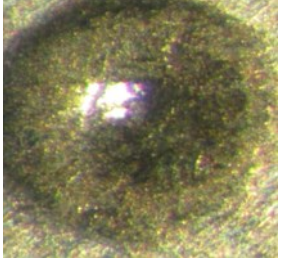
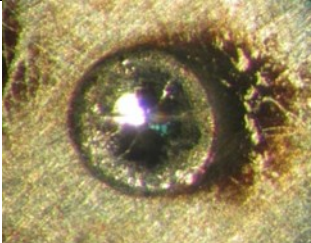
Для отдельных значений фокусировки проведены вычисления средних показателей, результаты которых представлены в первой таблице.

Таблица 1 – Результаты измерений, сведенных в средние значения для каждой фокусировки

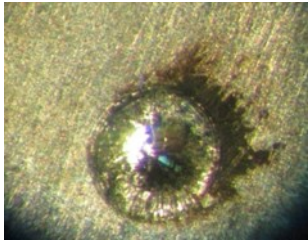
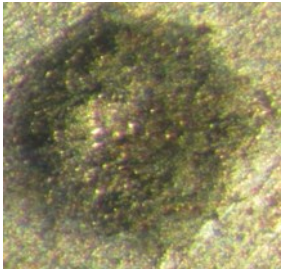
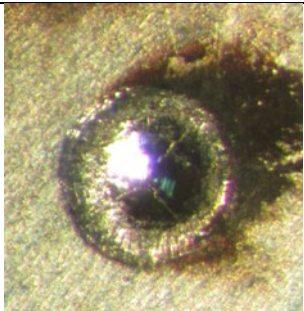
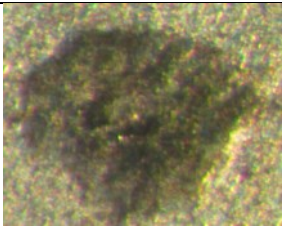
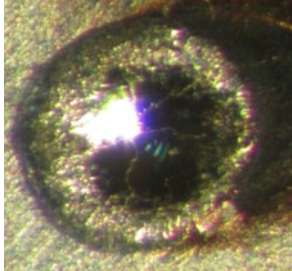
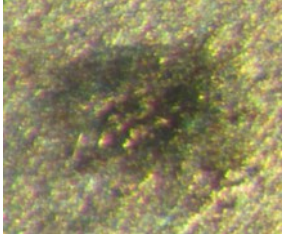
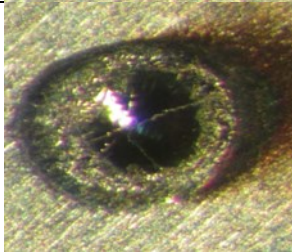
№ фокусировки	Нагрузка, (г)	Диал., дел.	Диал., мкм	HV	ГПа
4	100	155	46,5	87,6	0,86
5	100	141	42,3	105,1	1,03
6	100	135	40,5	116	1,14
7	100	130	39	122	1,19
8	100	135	38,4	128	1,21
9	100	123	36,9	135	1,32
10	100	120	36,9	143	1,4
11	100	118	35,4	151	1,48
12	100	110	33	170	1,56
13	100	100	30	206	2,02
14	100	90	27	254	2,49

Методика проведения лазерной термообработки включает серию экспериментов на установке КВАНТ 15. Оператор последовательно выполнял точечную обработку исследуемых образцов под воздействием азотной накачки при различных параметрах фокусировки лазерного луча. Результаты экспериментальных режимов систематизированы в таблице 2.

Таблица 2 – Структурное описание лазерной обработки

Лазерная установка КВАНТ 15 функционирует при напряжении накачки в 900 вольт. Рабочая частота прибора составляет 10 герц. Регулировка фокусировки позволяет настраивать параметры в диапазоне от нуля до четырнадцати условных единиц. Диаметр пятен колеблется от 0,5 до 0,7.			
№ Фокусировок	Изображения после лазерной обработки	№ Фокусировок	Изображения после лазерной обработки
Фокусировка 0		Фокусировка 8	
Фокусировка 1		Фокусировка 9	
Фокусировка 2		Фокусировка 10	
Фокусировка 3		Фокусировка 11	

Продолжение табл. 2

Фокусировка 4		Фокусировка 12	
Фокусировка 5		Фокусировка 13	
Фокусировка 6		Фокусировка 14	
Фокусировка 7			
Подведем итог, были проведены 4 лазерно-импульсных обработок при разных фокусировках и рассмотренные изображения показывают, что при увеличении фокусировки диаметр пятна меняется за счет изменений параметров оборудования КВАНТ 15 и границ пятен.			

Исследование демонстрирует результаты четырех циклов лазерно-импульсной обработки материала с варьированием фокусного расстояния. Анализ полученных изображений выявил закономерность изменения диаметра пятна при регулировке параметров установки КВАНТ 15. Визуальная оценка границ зоны воздействия подтверждает прямую зависимость размера пятна от настроек фокусировки оборудования.

На основе полученных экспериментальных данных разработана математическая модель зависимости показателей твердости материала. Вычислительные операции, выполненные в среде MATLAB, позволили построить графические зависимости твердости от параметров фокусировки. Основные результаты расчетов представлены на рисунке 1.

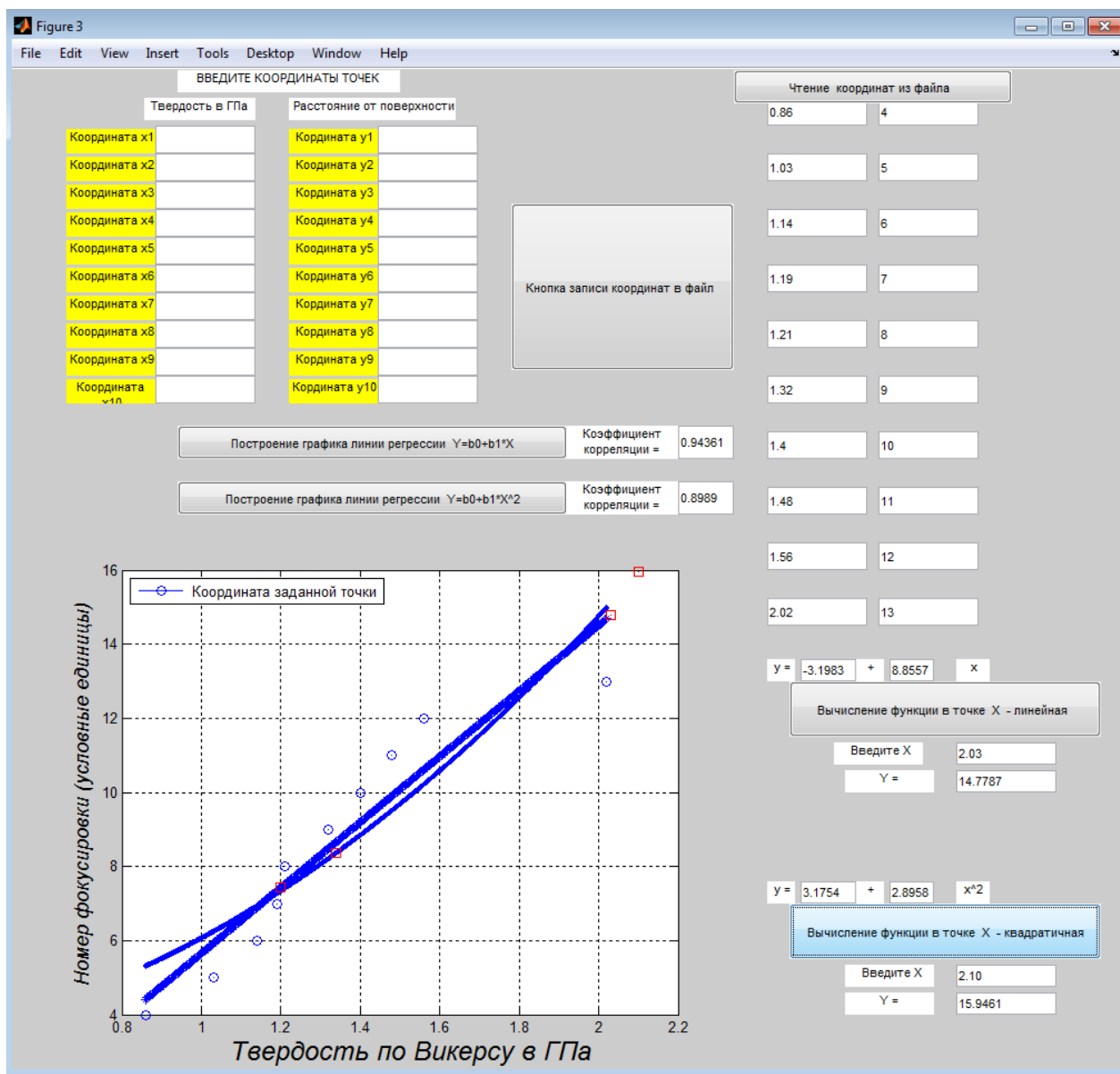


Рисунок 1 – Произведенный расчет в программе MATLAB

Внедрение технологии лазерного термоупрочнения существенно преобразило процесс производства машиностроительных компонентов. Применение лазерной обработки значительно увеличивает эксплуатационный ресурс механических узлов и отдельных элементов конструкции. Комбинированное использование нескольких источников излучения при термической обработке позволяет добиться максимальных показателей надежности деталей машин.

Выбор дополнительного источника нагрева при лазерной закалке требует соблюдения условия отсутствия оплавления поверхности материала. Применение дуговых или плазменных источников создает определенные ограничения. Уменьшение мощности дуги, необходимое для предотвращения оплавления, вызывает нестабильность горения и магнитное отклонение малоамперной дуги. Световой или лазерный луч представляют оптимальное

решение задачи. Световой луч обладает преимуществом точного контроля температуры обрабатываемой поверхности без физического контакта. Данное свойство позволяет осуществлять локальную термообработку согласно заданному температурному режиму.

Библиографический список

1. Холопов, А.А. Физика-технические особенности воздействия мощного волоконного лазера на алюминиевые сплавы при технологических процессах их обработки : дис. ... канд. техн. Наук / А.А. Холопов. - Москва, 2015. - 114 с.
2. Григорьянц, А.Г Основы лазерного термоупрочнения сплавов: Учеб. пособие/ А.Г. Григорьянц, А.Н. Сафонов. – М.: Изд-во «Высшая школа», (Сер. книг,, Лазерная техника и технология; Т. 6), 1987. – 192 с.
3. Григорьянц, А.Г Методы поверхностной лазерной обработки: Учеб. пособие/ А.Г. Григорьянц, А.Н. Сафонов, М.: Изд-во «Высшая школа», (Сер. книг,, Лазерная техника и технология; Т. 3), 1987. – 192 с
4. Нанесение износостойких покрытий электромагнитной наплавкой : монография / М. Н. Горохова, А. Н. Бачурин, Д. Н. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 206 с.
5. Соловьева, Т. Н. Институциональные аспекты структурных преобразований в сельском хозяйстве региона / Т. Н. Соловьева, А. В. Мусьял // Актуальные научные исследования: экономика, управление, образование и финансы : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Киров, 26 мая 2017 года. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 139-143

УДК 656

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

О БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА

Современная эксплуатация транспортных средств предполагает комплексный подход к их использованию и обслуживанию. Рациональное применение техники значительно расширяет производственные возможности предприятий [1, 2].

Многофункциональность транспортной техники, обеспеченная возможностью подключения различных агрегатов, позволяет решать широкий спектр производственных задач. Транспортные средства обеспечивают перемещение грузов на значительные расстояния, выполняя важнейшие стратегические функции [3].

Масштабное распространение транспортной техники создает необходимость освоения базовых правил безопасной эксплуатации каждым

потенциальным пользователем. Профессиональные операторы и инженерно-технический персонал должны обладать углубленными знаниями принципов работы и обслуживания машин.

Грамотная эксплуатация машины требует от владельца определенных навыков и знаний. Безопасное использование транспортного средства основывается на строгом соблюдении рекомендаций завода-изготовителя. Регулярное техническое обслуживание (рисунок 1), своевременная замена изношенных компонентов и оперативный ремонт обеспечивают надежную работу автомобиля.



Рисунок 1 – Карта внешнего вида автомобиля,
используемая при выполнении ТО

Внимательное изучение технической документации перед началом эксплуатации помогает водителю освоить правильные алгоритмы действий при возникновении различных ситуаций.

Детальное знакомство с особенностями конкретной модели машины позволяет предупредить возможные неисправности и сохранить работоспособность транспортного средства на долгие годы.

Эксплуатационные характеристики грузового транспорта напрямую зависят от специфики выполняемых задач. Многообразие перевозимых материалов определяет особенности подбора специализированных транспортных средств.

Выбор оптимального автомобиля осуществляется с учетом размеров, массы и химических свойств транспортируемых объектов. Малогабаритные грузы доставляются легкими фургонами, тогда как крупные партии требуют использования магистральных тягачей с полуприцепами.

Для наиболее безопасной перевозки грузов используют высокопрочные крепления и транспортировочные контейнеры.

Современные транспортные компании используют специализированные автомобили-рефрижераторы, обеспечивающие стабильные климатические параметры внутри грузового отсека для максимальной сохранности скоропортящихся грузов при доставке. Продуманная система контроля температуры и влажности гарантирует безопасную транспортировку чувствительных к условиям хранения товаров.



Рисунок 2 – Современный битумовоз

Специализированные битумовозы (рисунок 2), автобетоносмесители и аналогичные транспортные средства осуществляют транспортировку вязких и текучих материалов при помощи встроенных ёмкостных систем.

Безопасное использование грузового транспорта предполагает выполнение комплекса регламентированных мер по охране труда и перевозке грузов. Соблюдение установленных норм защищает жизнь и здоровье водителей, снижает риски возникновения аварийных ситуаций при грузоперевозках.

Применение специализированной транспортной техники основывается на функциональных возможностях каждой единицы оборудования. Сельскохозяйственная отрасль задействует множество машин для транспортировки сельхозпродукции [4, 5]. Установленное на технику специальное оборудование требует повышенного внимания оператора как при управлении движением, так и при управлении работой агрегатов.

Эксплуатация транспортных машин в сельской местности (Рисунок 3) сопряжена с жесткими условиями, предъявляющими высокие требования к техническим характеристикам. Бездорожье и рыхлые грунты способствуют

ускоренному разрушению подвески, истиранию деталей и деформации металлических конструкций [6-10].



Рисунок 3 – Пример эксплуатации транспортных машин в сельской местности

Поддержание работоспособности и увеличение срока эксплуатации техники обеспечивается регулярными проверками технического состояния и очисткой после каждого использования [11].

Освобождение ходовой части от налипшей почвы и растительности улучшает подвижность и маневренность машины. Своевременная очистка и обработка ключевых узлов гарантирует стабильную работу механизмов [12, 13].

Комплексное техническое обслуживание существенно повышает безопасность последующей эксплуатации и положительно влияет на работоспособность водителя.

Специфика обеспечения безопасности наземных транспортно-технологических средств определяется индивидуальными характеристиками каждого типа машин.

Разработка стратегических программ защиты базируется на анализе функциональных особенностей и технических параметров оборудования [14]. Основополагающие принципы безопасной эксплуатации наземной транспортной техники включают соблюдение норм труда и выборе наиболее подходящего маршрута.

Современные наземные машины служат эффективным инструментом выполнения комплексных производственных задач [15].

Многофункциональная техника позволяет одновременно осуществлять перевозку грузов и выполнять механизированные работы, существенно увеличивая производительность.

Грамотная эксплуатация транспортных средств и соблюдение мер безопасности операторами обеспечивают максимальную эффективность рабочего процесса при минимальных рисках.

Безопасная эксплуатация транспортных средств требует непрерывного совершенствования методологических подходов. Разработка комплексных программ безопасности приобретает первостепенное значение. Многогранность существующих методик позволяет внедрять инновационные решения, направленные на сохранение жизни участников движения.

Практический опыт водителей формируется индивидуально, опираясь на фундаментальные знания правил эксплуатации транспортных средств. Соблюдение установленных норм и требований остаётся обязательным условием для всех пользователей автотранспорта, независимо от уровня подготовки.

Библиографический список

1. Транспортная инфраструктура : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Технология транспортных процессов" по профилям "Организация перевозок на автомобильном транспорте" и "Организация безопасности движения" / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 234 с.

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

3. Сидоров, А. А. Об истории и развитии современного городского транспорта / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 139-144.

4. О повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-18.

5. Ерохин, А. В. Главные аспекты технического обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 196-201.

6. Сидоров, А. А. Проблемы, возникающие в результате погрузки и выгрузки сельскохозяйственных культур на борт транспортного средства, и их решение / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 51-57.

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

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

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.

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

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

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

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

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

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

16. Региональная система мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Рязанской области / Д. О. Олейник, Ю. В. Якунин, Н. А. Етко, М. А. Есенин // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 145-151.

17. Экспериментальная оценка эффективности функционирования разработанного опытного образца бортового навигационно-связного устройства на платформе ГЛОНАСС / В. В. Елистратов, Д. О. Олейник, С. И. Безруков [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-12. – С. 2541-2548.

18. Горячкина, И.Н. Необходимость применения интегрального показателя оценки качества автотранспортных перевозок / И.Н. Горячкина, М.В. Евсенина // Техника и технологии: пути инновационного развития. – Курск, 2020. - С. 111-115.

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

20. Erokhin, M. N. Analysis of wear of the cardan cross the joints John Deere tractor / M. N. Erokhin, A. G. Pastukhov, E. P. Timashov // Traktori i Pogonske Mašine. – 2016. – Vol. 21, No. 1. – P. 24-29.

21. Разработка системы управления транспортными и другими техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием системы ГЛОНАСС / К. Н. Дрожжин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 2(3). – С. 94-100.

22. Аудит безопасности дорожного движения / К. П. Андреев [и др.] // 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: РГАТУ, 2020. – С. 5-8.

23. Романова, В. В. Этапы развития учетно-аналитического обеспечения устойчивого функционирования сельскохозяйственных организаций / В. В. Романова, В. Г. Ширококов // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 15–19 апреля 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 242-246.

24. Черкашина, Л. В. Тренды развития технологий цифровизации городского хозяйства / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 296-301.

25. Поляков, М. В. Формирование алгоритма оценки социально-экономической эффективности автотранспортных перевозок / М. В. Поляков, А. Б. Мартынушкин, С. А. Кистанова // Современные автомобильные материалы и технологии : сборник научных статей 15-й Международной научно-технической конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2023. – С. 178-182.

26. Назилин, В. С. Анализ влияния внедрения автоматизированной системы планирования на бизнес-процессы хлебопекарного производства / В. С. Назилин, Д. И. Жиликов // Социальные и экономические системы. – 2024. – № 7(57). – С. 152-166.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОГИСТИКИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Современный рынок грузоперевозок предоставляет компаниям широкие возможности выбора транспортных партнёров (рисунок 1) под специфику бизнеса, а жёсткая конкурентная среда вынуждает логистических операторов постоянно совершенствовать качество сервиса [1].



Рисунок 1 – Пример грузовой транспортной компании

Ведущие производственные компании выстраивают долгосрочные партнерские отношения с надёжными перевозчиками грузов. Специфика производимой продукции определяет оптимальный вид транспорта и выбор профильного логистического оператора для осуществления поставок [2].

Логистические операторы выступают ключевым звеном производственных процессов во всех секторах экономики. Бесперебойная работа крупных промышленных объектов напрямую зависит от своевременной доставки материалов и готовой продукции.

Успешные транспортные компании фокусируются на максимальном удовлетворении запросов клиентов при сохранении рентабельности операций [3]. Достижение устойчивых позиций на рынке требует от перевозчиков непрерывного развития материально-технической базы и повышения эффективности бизнес-процессов.

Опыт транспортной компании позволяет продемонстрировать результативность модернизированной системы развития персонала, раскрывая практические аспекты внедрения современных методик управления кадрами [4].

Совершенствование грузовой транспортной компании базируется на нескольких ключевых направлениях развития, обеспечивающих стабильное функционирование предприятия.

Организационная структура транспортного предприятия подразумевает эффективное управление кадровым составом, построение клиентских взаимоотношений, оптимизацию экономических процессов и формирование узнаваемого бренда. Углублённый анализ каждого компонента позволяет выявить существенные элементы, способствующие планомерному росту компании.

Грамотно выстроенная организационная структура служит основой эффективного функционирования предприятия. Надёжное материально-техническое оснащение вместе с рациональной организацией рабочих процессов обеспечивают стабильное производство и превосходное качество услуг (рисунок 2).



Рисунок 2 – Процесс выполнения погрузочно-разгрузочных работ

Транспортно-логистическому предприятию при совершенствовании операционной деятельности следует принимать во внимание ключевые производственные показатели.

Регулярное проведение комплексных технических осмотров машинного оборудования позволяет своевременно выявлять неисправности и

организовывать соответствующие ремонтные работы для поддержания бесперебойной эксплуатации техники [5-8].

Специализация рабочих групп внутри организации позволяет создать эффективную структуру, где каждое подразделение выполняет определенный спектр задач. Распределение функциональных обязанностей между отделами способствует повышению производительности и качества выполняемых работ.

Непрерывное совершенствование кадрового потенциала транспортно-логистической компании служит ключевым фактором роста эффективности всех бизнес-процессов. Комплексное управление персоналом включает систематическую работу по развитию профессиональных навыков сотрудников, оптимизации рабочих процессов и повышению результативности каждого члена команды.

Эффективная коммуникация с клиентами требует системного подхода к решению множества взаимосвязанных задач. Грамотное выстраивание отношений с заказчиками позволяет достичь максимальной результативности в работе. Ключевыми направлениями деятельности становятся высокий уровень оказания услуг и работа с грузами разного уровня опасности.

Профессиональные деловые коммуникации характеризуются чётким формулированием позиций сторон и глубоким анализом встречных предложений. Опытные переговорщики уделяют особое внимание детальной проработке каждого аспекта обсуждаемых вопросов. Успешное проведение встреч на руководящем уровне требует тщательной подготовки документации и выверенной аргументации.



Рисунок 3 – Пример расположения грузовых машин в рамках системы «Умный склад»

Экономическая логистика охватывает комплексные операционные процессы, включающие планирование материальных потоков, организацию складского хозяйства (рисунок 3), управление запасами, координацию

транспортных перевозок, оптимизацию производственных циклов и контроль товародвижения на всех этапах [9-13].

Успешное развитие транспортной компании напрямую зависит от грамотного построения бренда. Профессиональный брендинг позволяет логистическому бизнесу выделиться среди конкурентов и завоевать доверие клиентов. Эффективная стратегия продвижения бренда включает множество взаимосвязанных элементов, формирующих целостный образ компании в глазах потребителей.

Разработка уникального наименования организации требует учёта направления её профессиональной деятельности.

Название должно отражать специализацию предприятия и формировать правильное представление о предоставляемых услугах. Выбор запоминающегося и точного названия способствует узнаваемости бренда среди целевой аудитории.

Создание броского девиза компании, отражающего основную философию бизнеса и стратегические цели при максимальной легкости восприятия аудиторией.

Устранение уязвимых точек значительно повышает конкурентоспособность организации среди других участников отрасли. Высокая оценка деятельности компании формируется благодаря реальным показателям эффективности и положительным отзывам постоянных клиентов, генерирующих основной доход предприятия.

Непрерывное совершенствование качества предоставляемых услуг выступает надёжным подтверждением рекламных заявлений компании реальными действиями [14, 15]. Плановое совершенствование каждого элемента логистической цепочки обеспечивает стабильное развитие предприятия, укрепляя лидерские позиции на профильном рынке.

Библиографический список

1. Сидоров, А. А. Об устройстве городской дорожно-транспортной системы / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 150-154.

2. Система мониторинга состояния водителей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиарева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 155-163.

3. Сидоров, А. А. Об истории и развитии современного городского транспорта / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. В. Ерохин // Перспективы

развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 139-144.

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

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

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

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

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

9. Сидоров, А. А. Проблемы, возникающие в результате погрузки и выгрузки сельскохозяйственных культур на борт транспортного средства, и их решение / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 51-57.

10. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной

24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

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

12. 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.

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

14. Сидоров, А. А. Методы снижения количества дорожно-транспортных происшествий / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, О. П. Гаврилина // Перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте : Материалы Международной молодежной науч.-практ. конф., Воронеж, 17–18 октября 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2024. – С. 120-124.

15. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта / А. В. Шемякин [и др.] ; МСХ РФ, Департамент научно-технологической политики и образования ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань : РГАТУ, 2022. – 328 с.

16. Современные технологии в логистике / О. В. Терентьев [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 1(20). – С. 111-117.

17. Разработка системы управления транспортными и другими техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием системы ГЛОНАСС / К. Н. Дрожжин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 2(3). – С. 94-100.

18. Черкашина, Л.В. Фондоотдача как основной показатель эффективности использования основных фондов в автотранспортном предприятии / Л.В. Черкашина, М.В. Евсенина // Автомобили, транспортные

системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее. – Курск, 2020. - С. 329-333.

19. Круглов, Д.Д. Факторы роста производительности труда на автомобильном транспорте в АПК / Д.Д. Круглов, М.В. Евсенина // Школа молодых новаторов. – Курск, 2020. - С. 296-300

20. Романова, В. В. Этапы развития учетно-аналитического обеспечения устойчивого функционирования сельскохозяйственных организаций / В. В. Романова, В. Г. Ширококов // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 15–19 апреля 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 242-246.

21. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

22. Study the importance of business ethics and ethical marketing in digital Era / M. R. Purwanto [et al.] // Journal of Critical Reviews. – 2019. – Vol. 6, No. 5. – P. 150-154.

23. Анализ современного состояния транспортного комплекса России / С.А. Кистанова, Н.Н. Пашканг, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев, М.В. Поляков // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань: РГТУ, 2024. - С. 339-346.

УДК 528.482

Файрушин Ф.И.,

Закиров Б.Э.,

Зилеев И.И.,

Ишбулатов М.Г.,

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, РФ

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Геодезическое обеспечение при строительстве газовых сооружений – это комплекс инженерных работ, включающий в себя организацию и проведение геодезических изысканий, создание геодезической основы, контроль соблюдения проектных решений и обеспечение точности геометрических параметров возводимых конструкций на всех этапах строительства

газопроводов, компрессорных станций, газораспределительных узлов и других объектов газовой инфраструктуры.

Целью работ геодезического обеспечения при строительстве газовых сооружений является обеспечение точности и соответствия проекту на всех этапах строительства. Эту работу можно разделить на несколько этапов:

1. Подготовка к проведению геодезических работ

На начальном этапе необходимо провести сбор и анализ проектной документации, чтобы определить требования к точности измерений и допустимые отклонения от проектных значений. Это включает изучение топографических карт, планов местности и других источников информации о рельефе и характеристиках участка строительства. Также важно учитывать климатические условия региона, которые могут влиять на выбор методов и оборудования для выполнения геодезических работ.

2. Создание опорной геодезической сети

Опорная геодезическая сеть служит основой для последующих измерений и контроля положения строительных конструкций. Она создается путем установки пунктов с известными координатами, которые служат ориентирами для дальнейших работ. Для создания такой сети используются различные методы, такие как триангуляция, полигонометрия и спутниковая навигация (GPS/ГЛОНАСС). Важно обеспечить высокую точность определения координат пунктов, что достигается применением современных приборов и программного обеспечения. Для точности работы на территории строительных площадок устанавливаются реперы (Рисунок 1).

3. Разбивка осей и контуров сооружения

После создания опорной сети проводится разбивка осей и контуров будущего газового сооружения. Этот этап включает установку реперов и марок, обозначающих границы строительной площадки и основные оси здания. Разбивочные работы выполняются с помощью теодолитов, нивелиров и электронных тахеометров, которые позволяют точно определять углы и расстояния между точками. Контроль качества разбивки осуществляется путем повторных измерений и сравнения полученных данных с проектными значениями.

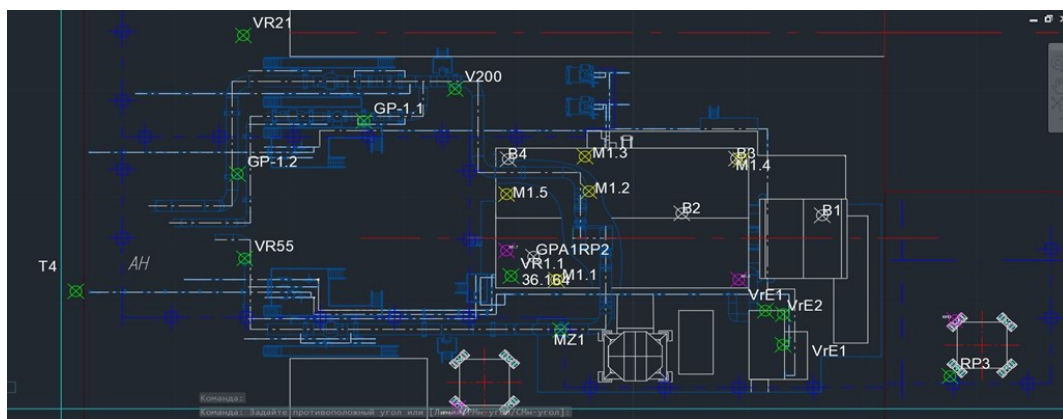


Рисунок 1 – Схема расположения реперов

4. Контроль за выполнением строительно-монтажных работ

Во время строительства газовых сооружений необходимо регулярно проводить контрольные измерения для проверки соответствия выполненным работ проектным параметрам (Рисунок 2). Это включает проверку вертикальности и горизонтальности конструкций, соблюдение заданных уклонов и высотных отметок, а также оценку деформаций оснований и фундаментов. Использование лазерных уровней, оптических нивелиров и цифровых тахеометров позволяет быстро и точно выполнять эти задачи.

5. Исполнительная съемка

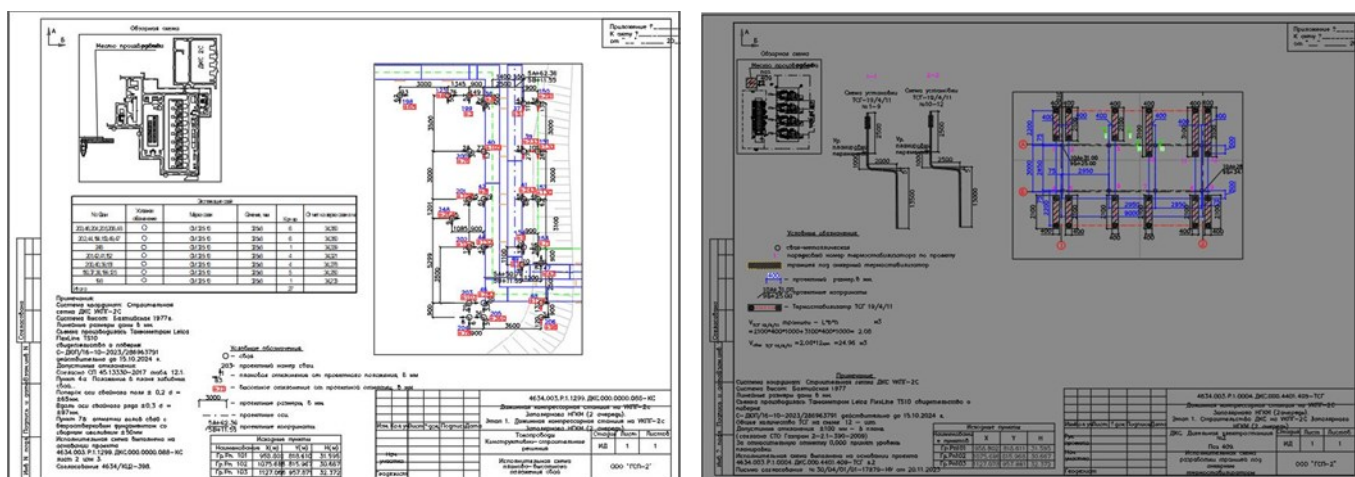


Рисунок 2 – ИГС с проверкой допусков

По окончании строительства проводится исполнительная съемка, цель которой – зафиксировать фактическое положение построенного объекта относительно проектных данных (Рисунок 3-4). Исполнительная документация включает планы, разрезы и профили, составленные на основе проведенных измерений. Эти данные необходимы для оценки качества выполненных работ и принятия решения о вводе объекта в эксплуатацию.



Рисунок 3 – Проведение съёмки



Рисунок 4 – Проведение съёмки

6. Мониторинг состояния сооружения после ввода в эксплуатацию

После завершения строительства и сдачи объекта в эксплуатацию геодезический мониторинг может быть необходим для отслеживания возможных изменений в положении конструкций под воздействием внешних факторов, таких как оседание грунта, температурные деформации и т.д. Регулярные наблюдения за состоянием проводятся при помощи итоговых проектных планов (Рисунок 5).

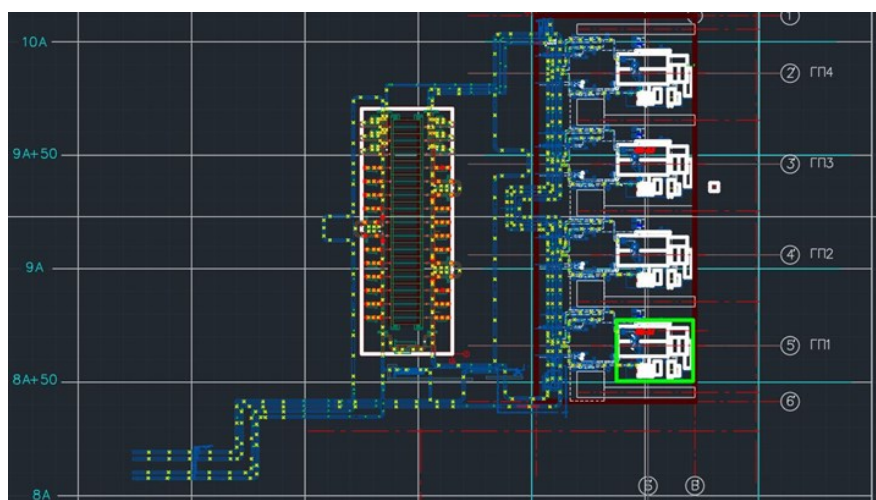


Рисунок 5 – Итоговый проектный план

7. Программное обеспечение

При геодезическом обеспечении строительства газовых сооружений используется широкий спектр программного обеспечения, направленного на обработку данных, моделирование и анализ результатов измерений. Одним из ключевых инструментов являются программы для обработки GPS/ГЛОНАСС-данных, такие как Trimble Business Center и Leica Geo Office, которые позволяют выполнять постобработку данных, корректировку координат и

экспортировать результаты в различные форматы. Для обработки данных тахеометрии и нивелировки применяются AutoCAD Civil 3D (Рисунок 6) и Topcon Magnet Field, обеспечивающие создание цифровых моделей местности и проектирование на основе топографических данных. В управлении проектами и мониторинге важную роль играют системы вроде Bentley ProjectWise и Trimble VisionLink, позволяющие координировать работу участников проекта и контролировать строительную технику. Специализированные решения для анализа и визуализации данных, включая ArcGIS и QGIS, предоставляют возможности для создания карт и проведения аналитических исследований. Использование этого программного обеспечения способствует оптимизации процесса геодезического обеспечения, улучшению качества работ и снижению рисков возникновения ошибок.

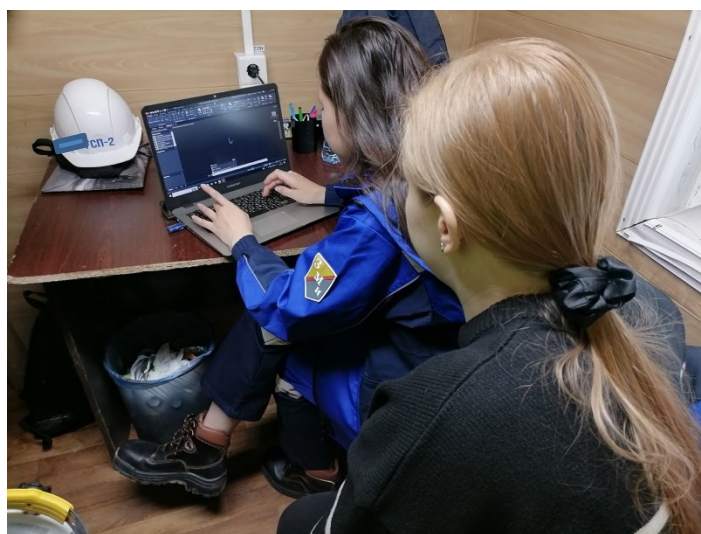


Рисунок 6 – Обработка данных в AutoCAD 1

7. Вывод

Геодезическое обеспечение является важным элементом процесса строительства газовых сооружений. Оно обеспечивает точность измерений, соблюдение проектных параметров и безопасность эксплуатации объекта. Применение современных геодезических технологий и оборудования позволяет повысить качество выполняемых работ и минимизировать риски возникновения ошибок. Применение современных технологий, таких как спутниковые системы GPS/ГЛОНАСС, лазерное сканирование и беспилотные летательные аппараты, позволяет значительно повысить точность измерений и сократить сроки выполнения работ. Важность геодезического обеспечения особенно возрастает при строительстве сложных инженерных систем, где малейшие отклонения от проекта могут привести к серьезным последствиям. Таким образом, качественное геодезическое сопровождение является необходимым условием успешного строительства газовых сооружений и их дальнейшей безопасной эксплуатации.

Библиографический список

1. Иванов, А.А. Геодезия в строительстве: учебник для вузов / А.А. Иванов, Б.Б. Петров. - Москва: АСВ, 2020. - 345 с.
2. Сидоров, В.В. Современные технологии геодезии в строительстве / В.В. Сидоров // Вестник МГСУ. - 2019. - № 6. - С. 678–689.
3. Николаев, Н.Н. Геодезическое обеспечение строительства магистральных газопроводов / Н.Н. Николаев // Инженерные изыскания. 2018. - № 12. - С. 56–63.
4. Кузнецов, О.П. Применение спутниковой навигации в геодезическом обеспечении строительства / О.П. Кузнецов // Наука и техника в газовой промышленности. - 2021. - № 3. - С. 31–40.
5. Васильева, Е.С. Автоматизация процессов геодезического обеспечения строительства газовых сооружений / Е.С. Васильева // Инновационные технологии в строительстве : Труды международной конференции. - Санкт-Петербург, 2020. - С. 123–128.
6. Захаров, К.К. Опыт применения лазерного сканирования при строительстве подземных газохранилищ / К.К. Захаров // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2019. - № 10. - С. 45–55.
7. Смирнов, Ю.И. Проблемы и перспективы развития геодезического обеспечения строительства газопроводов / Ю.И. Смирнов // Геопрофи. - 2022. - № 2. - С. 18–25.
8. Федотов, А.М. Методы повышения точности геодезических измерений при строительстве газовых скважин / А.М. Федотов // Научные труды НИИГиК. - Новосибирск, 2021. - Вып. 14. - С. 78–85.
9. Чернышова, Л.Д. Геодезическая основа для строительства компрессорных станций / Л.Д. Чернышова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2020. - № 4. - С. 39–46.
10. Якубовский, Д.Г. Развитие методов геодезического сопровождения строительства газотранспортной инфраструктуры / Д.Г. Якубовский // Сборник научных трудов МГУПС (МИИТ). - 2019. Вып. 23. - С. 101–108.
11. Экология : Учебник / А. В. Щур, П. Н. Балабко, Д. В. Виноградов [и др.]. – Москва; Могилев; Рязань : ИП Колупаева Е.В., 2021. – 248 с.
12. Безопасность жизнедеятельности / А. В. Щур, Д. В. Виноградов, В. П. Валько [и др.]. – Могилев-Рязань, 2018. – 328 с.
13. Дудкин, И. В. Противоэрозионная организация территории / И. В. Дудкин, Д. И. Жилияков // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 07–08 июня 2023 года. – Минск: БГАТУ2023. – С. 146-150.
14. Гишкаева, Л. Л. Экономические принципы и подходы в современной системе природопользования / Л. Л. Гишкаева, Ж. М. Алиева, В. В. Романова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 14, № 12(153). – С. 5-10.

Секция 4. «Вопросы внедрения цифровых технологий на предприятиях АПК»

УДК 528.482

*Амиров В.В.,
Алтынбаев Р.И.,
Дмитриев Д.А.,
Мурзабулатов Б.С., канд. с-х. наук
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, Россия*

BEIDOU: КИТАЙСКАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ

Спутниковые навигационные системы играют ключевую роль в современном мире, обеспечивая точное позиционирование, навигацию и синхронизацию времени для гражданских, военных и научных целей. Китайская система Beidou, названная в честь созвездия Большой Медведицы, стала важным элементом глобальной инфраструктуры навигации. Идея создания китайской национальной региональной навигационной системы была предложена в 1983 году, а разработка системы началась в 1990-х годах, и к 2020 году Beidou достигла полной операционной готовности, предоставляя услуги по всему миру.

Развитие системы Beidou можно разделить на три основных этапа:

- Beidou-1: Первый этап создания системы начался в 1994 году. С 2000 по 2003 год было запущено 3 спутника, которые доказали жизнеспособность спутниковой навигации, в наше время они сведены с орбиты.

- Beidou-2: Развитие системы Beidou второго поколения началось в 2004 году. К концу 2012 года было запущено еще 14 спутников, что позволило завершить развертывание орбитальной группировки. Beidou-2 была разработана по принципу совместимости с Beidou-1, по схеме пассивного позиционирования, что позволило ей обеспечить пользователей в странах Азиатско-тихоокеанского региона услугами определения местоположения, скорости, времени, широкодиапазонных дифференциальных поправок и отправки коротких сообщений.

- Beidou-3: создание системы третьего поколения Beidou-3 началась в 2009 году. В 2020 году завершилось развертывание орбитальной группировки из 35 космических аппаратов, предназначенной для обеспечения глобальных услуг пользователей, такие как:

- определение координат и сигналы атомных часов;
- глобальная передача кратких сообщений (14 кбит или тысяча китайских иероглифов);
- региональная передача кратких сообщений;
- подключение к поисково-спасательной системе;
- спутниковая коррекция и контроль;
- коррекция с помощью наземных станций;

- высокоточное позиционирование.

Система Beidou состоит из трех основных сегментов:

- Космический сегмент включает в себя спутники на различных орбитах: геостационарные (GEO), наклонные геосинхронные (IGSO) и средние околоземные (MEO). Такая конфигурация обеспечивает глобальное покрытие и высокую точность позиционирования.

- Наземный сегмент состоит из сети станций управления, мониторинга и контроля, которые обеспечивают работу спутников, обработку данных и коррекцию сигналов.

- Пользовательский сегмент включает приемники, которые используются для получения навигационных данных. Современные приемники Beidou совместимы с другими GNSS, что позволяет повысить точность и надежность позиционирования.

Космический сегмент Beidou представляет собой орбитальную группировку смешанного типа, состоящую из более 30-ти космических аппаратов (Рисунок 1) на орбитах трех типов:

- средняя круговая орбита;
- геостационарная орбита;
- геосинхронная наклонная высокая орбита.

Также есть несколько резервных спутников позиционирования, навигации и синхронизации, которые выступают в качестве связующего звена между нынешним и будущими поколениями. Помимо выполнения своих обычных задач, они также будут использоваться для технических проверок и исследовательских работ.

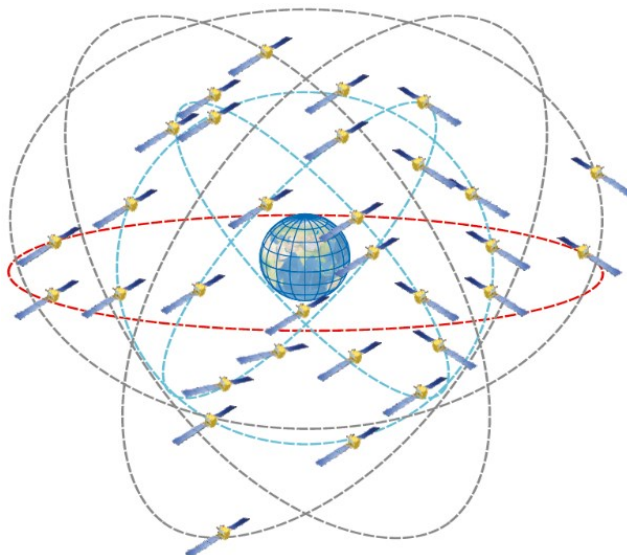


Рисунок 1 – Орбитальная группировка спутников системы Beidou

Орбитальная группировка предоставляет два типа услуг: открытые (для гражданских пользователей) и зашифрованные (для военных и государственных нужд). Основные характеристики системы включают:

- Точность позиционирования в режиме открытого доступа составляет менее 10 метров, а с использованием дополнительных корректирующих сигналов — до нескольких сантиметров.

- Глобальное покрытие Beidou обеспечивает навигационные услуги по всему миру, включая удаленные регионы и полярные области.

- Система совместима с GPS, ГЛОНАСС и Galileo, что позволяет использовать мультисистемные приемники для повышения точности.

Параметры движения космических аппаратов Beidou передаются в китайской геодезической системе координат 2000 года (CGCS2000). Центр данной системы координат совпадает с центром масс Земли. Ось Z направлена на опорный полюс Международной службы вращения Земли, ось X – из центра системы координат в точку пересечения опорного меридиана Международной службы вращения Земли и плоскости, перпендикулярной оси Z. Ось Y дополняет данную систему координат до правой тройки.

Геодезические константы и параметры общеземного эллипсоида CGCS2000 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Геодезические константы и параметры общеземного эллипсоида CGCS2000

Параметр	Значение
Большая полуось a , м	6378137,0
Геоцентрическая гравитационная постоянная (с учётом атмосферы Земли), m^3/c^2	$398600,4418 * 10^9$
Угловая скорость вращения Земли ω , рад/с	$7,2921150 * 10^{-5}$
Сжатие	1/298,257222101

Применение системы Beidou в различных сферах:

- Транспорт: используется для навигации в авиации, морском и автомобильном транспорте.

- Сельское хозяйство: применяется для точного земледелия, автоматизации сельскохозяйственной техники.

- Геодезия и картография: обеспечивает высокоточное измерение координат.

- Военные цели: используется для навигации, целеуказания и синхронизации военных операций.

- Телекоммуникации: обеспечивает синхронизацию времени в сетях связи.

- Стихийные бедствия: с помощью системы Beidou ведётся геологический и гидрологический мониторинг вплоть до миллиметровой точности, что помогает предсказать стихийные бедствия и экстренно принимать меры по эвакуации людей.

Китай продолжает инвестировать в развитие системы Beidou, планируя дальнейшее улучшение ее характеристик. Основные направления развития включают:

- Создание платформ связанных с интернетом транспортных средств и интеллектуальной сетью.

- Дистанционное зондирование с высоким разрешением
- Повышение точности и надежности навигационных сигналов.
- Расширение международного сотрудничества для продвижения Beidou на глобальных рынках.
- Разработка спутников следующего поколения – Beidou-4.

Библиографический список

1. China Satellite Navigation Office. Beidou Navigation Satellite System Open Service Performance Standard. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://en.beidou.gov.cn/SYSTEMS/Officialdocument/202110/P020211014595952404052.pdf>
2. Yang, Y. Basic performance and future developments of BeiDou global navigation satellite system. Satellite Navigation / Y. Yang, Y. Mao, B. Sun. – 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://satellite-navigation.springeropen.com/articles/10.1186/s43020-019-0006-0>
3. Zhou, S. BeiDou navigation satellite system: Development, achievements, and prospects/ S. Zhou, X. Hu // Journal of Geodesy and Geoinformation Science. – 2018.
4. Официальный сайт www.beidou.gov.cn [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.beidou.gov.cn/xt/gfxz/>
5. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glonass-iac.ru/beidou/sostavOG/>
6. Евсенина, М.В. Инновационные процессы и цифровизация в сельскохозяйственном производстве: направления государственной поддержки / М.В. Евсенина, И.Н. Горячкина // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. – Курск, 2020. - С. 141-145.
7. Черкашина, Л.В. Технологическая трансформация аграрного производства посредством цифровизации / Л.В. Черкашина, М.В. Евсенина // Мировой опыт и экономика регионов России. – Курск, 2020. - С. 387-391.
8. Кривова, А.В. К вопросу раскрытия информации об основных средствах предприятия // А.В. Кривова, М.Ю. Пикушина, О.А. Ваулина // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности. - Рязань, 2024. - С. 189-196
9. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве : Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 169 с.
10. Применение геоинформационных систем и дифференцированного распределения семян и удобрений при посеве озимой пшеницы / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 4(48). – С. 92-97

11. Черкашина, Л. В. Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта российскими предприятиями / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 291-296

12. Козлов, А. А. Эффективность применения GPS курсоуказателя CENERLINE в СПК колхоз "Есенинский" / А. А. Козлов, А. Б. Мартынушкин, М. В. Поляков // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 483-486.

13. Акишин, П. С. Развитие экспорта мяса и субпродуктов из Российской Федерации в страны Юго-Восточной Азии / П. С. Акишин, Д. И. Жилияков // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 3-10.

УДК 631.372; 631.3.076

*Букатов Д.А.,
Бачурин А.Н., канд. техн. наук, доцент,
Корнюшин В.М., инженер-магистр
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

БЕСПИЛОТНЫЕ ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ НА МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ УЧАСТКАХ

В Российской Федерации в качестве малых фермерских хозяйств выступают личные подсобные хозяйства (ЛПХ), которые, согласно Федеральному закону «О личном подсобном хозяйстве» №112-ФЗ от 7 июля 2003 г., являются формой предпринимательской деятельности по производству и переработке сельскохозяйственной продукции. Оно может вестись как одним человеком, так и совместно с его семьёй.

Участки для осуществления ЛПХ подразделяются на два типа:

- полевые – земельные участки, расположенные за пределами населённого пункта, которые используются только для производства сельхозпродукции;
- приусадебные – земельные участки, находящиеся в границах населённого пункта. В отличие от первого типа, на их территории можно строить различные сооружения, соблюдая необходимые нормы.

Максимальная общая площадь обоих типов ограничивается в размере 0,5 га. Однако она может быть увеличена законом субъекта РФ [1].

Для упрощения работы и уменьшения трудозатрат на малых фермерских участках применяется специализированная техника разных типов: от ручной до

механизированной и разного назначения: от почвообрабатывающих машин до уборщиков территории. Но основными энергосиловыми машинами в ЛПХ служат универсальные агрегаты: мотоблоки или мотокультиваторы и мини-тракторы. Эти машины могут выполнять различные виды работы: обработка почвы, транспортировка грузов, уход за участком [2, 3].

Однако в условиях активного развития робототехники и беспилотных технологий актуальным становится вопрос: существуют ли на сегодняшний день автоматизированные машины, приспособленные для использования на малых фермерских участках? Преимуществами и достоинствами таких решений по сравнению с традиционными являются:

- экономия ресурсов. Беспилотные машины работают с минимальным участием человека, что снижает затраты на рабочую силу;
- повышенная точность. Системы GPS и сенсоры позволяют выполнять работы с высокой точностью, минимизируя потери семян, удобрений и топлива;
- круглосуточная работа. Автономные тракторы могут работать ночью или в неблагоприятных погодных условиях;
- снижение воздействия на окружающую среду. Оптимизация маршрутов и использование точного земледелия позволяют снизить количество проходов техники по полю, тем самым уменьшить количество выбросов вредных веществ двигателем, повысив эффективность использования ресурсов;
- многофункциональность и адаптивность (настраиваемость). С помощью модульной конструкции и возможности установки различных навесных орудий беспилотный трактор может выполнять разнообразные задачи, что значительно увеличивает его эффективность;
- безопасность. Отсутствие водителя и возможность точного исполнения команд делает работу с беспилотными тракторами более безопасной и надёжной для человека [2].

Такие системы беспилотных технологий могли бы стать решением проблемы нехватки времени и трудовых ресурсов в ЛПХ, но их практическая реализация требует учёта специфики такого хозяйства – малой площади участков (от 0,5 до 2,0 га) и необходимости в низкой стоимости оборудования [4].

В настоящее время на рынке отсутствуют полностью беспилотные энергосиловые агрегаты, однако существуют экспериментальные разработки и прототипы, включая системы с дистанционным управлением. Рассмотрим некоторых из них.

Беспилотный мини-трактор «Уралец-224». Специалисты из Чувашского государственного университета разработали беспилотный мини-трактор на основе «Уралец-224» (Рисунок 1). Разработка велась совместно студентами и преподавателями разных направлений, включая конструкторов, электронщиков и программистов.

Управление данной машиной осуществляется дистанционно: датчики передают оператору данные о работе машины. Техника способна двигаться по

заданному маршруту на неровной местности и выполнять сельскохозяйственные задачи. Проект был реализован по заказу машиностроителей из города Челябинска, где производятся традиционные трактора серии «Уралец».

В данный момент разработчики улучшают систему автоматизации. Цель: сделать трактор полностью самостоятельным. Оператор будет задавать границы поля и выбирать тип работ (например, посев или обработку почвы), а машина – выполнять их без участия человека, что позволит повысить эффективность сельскохозяйственных процессов [5].



Рисунок 1 – Общий вид беспилотного минитрактора «Уралец-224»

Беспилотный мини-трактор компании «Cognitive Pilot». Компания «Cognitive Pilot» (г. Томск, РФ) разработала полностью автономный мини-трактор (Рисунок 2), управляемый искусственным интеллектом, который обеспечивает высокую точность выполнения задач.

Например, он точно обрабатывает рядковые культуры, движется между рядами при опрыскивании, вносит удобрения и средства защиты растений, учитывая расположение сорняков и культур. Для контроля качества работ на оборудовании установлены датчики, отслеживающие параметры техники и состояние почвы. Дополнительно мини-трактор анализирует физико-химические свойства грунта, определяя зоны, требующие внесения удобрений.

Машина способна выполнять основные сельскохозяйственные операции: посев, культивацию, боронование, вспашку, опрыскивание и другие работы с использованием навесного оборудования.

Конструкция устройства оптимизирована для повышения надёжности: отсутствуют поворотные узлы и коробка передач, упрощена подвеска, что снижает риск поломок. Технические характеристики следующие: мощность 30 л.с., масса 970 кг, скорость работы от 5 до 20 км/ч. Выпуск данного мини-трактора планируют начать на Томской фабрике по производству роботизированной продукции в 2025 году [6].



Рисунок 2 – Полностью беспилотный мини-трактор компании «Cognitive Pilot»

Роботизированный культиватор «Aurora COUNTRY GEO-II» (Рисунок 3) представляет собой беспилотный мини-мотоблок. Это единственный из всех выше представленных агрегатов, который возможно приобрести. Его производство расположено в Китае, но дорабатывается и окончательно собирается он в России на собственном предприятии «Группы Компаний «Aurora» (г. Санкт-Петербург).

Данное устройство предназначено для автономного выполнения сельскохозяйственных задач, включая вспашку, культивацию, прополку и уборку корнеплодов, без необходимости присутствия оператора на месте работ.



Рисунок 3 – Культиватор-робот «Aurora COUNTRY GEO-II»

Культиватор-робот оснащён системой дистанционного управления, которая позволяет отслеживать параметры работы через Wi-Fi или мобильную сеть. К параметрам работы относятся: глубина вспашки, плотность почвы,

химический состав грунта и расход топлива. Для стабильной работы на неровных участках реализована система автоматической балансировки. Гироскопические и жидкостные датчики фиксируют наклон корпуса, а микропроцессоры корректируют положение устройства через управление двигателями (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Система дистанционного управления культиватора-робота «Aurora COUNTRY GEO-II»

Конструкция поддерживает присоединение навесного оборудования, включая сенокосилку, плуг и телегу, с возможностью дистанционного управления. Ширина обработки почвы достигает 1500 мм, а глубина культивации – 370 мм. Мощность составляет 13 л.с. при снаряжённой массе 90 кг. Дополнительно устройство может комплектоваться пневматическими колёсами, боковыми дисками и передней подпоркой. Рекомендованная цена продажи – 135 500 руб. [7].

Самодельные агрегаты на дистанционном управлении. В России, помимо промышленного производства автоматизированных агрегатов, развиваются любительские проекты по созданию беспилотных мотоблоков. Энтузиасты модернизируют обычные модели, добавляя системы дистанционного управления, или вовсе создают их с нуля, используя доступные компоненты: микроконтроллеры, датчики и механизмы управления. Основная цель – автоматизация очень трудоёмких и тяжёлых операций, таких как вспашка и культивация на участках, где ручное сопровождение техники неудобно.

Система дистанционного управления включает пульт для подачи команд и исполнительные элементы, регулирующие подачу топлива и направление движения.

Создание подобных разработок несильно развито, потому что дистанционное управление не исключает контроль оператором из-за отсутствия полного автоматического управления техникой. При этом практическую пользу для владельцев ЛПХ этот агрегат приносит, т.к. отпадает необходимость ходить

за культиватором, поворачивать его, прикладывая силу, т.е. оператор меньше физически устаёт, увеличивается производительность труда. А одно из главных преимуществ: почва за культиватором не затаптывается, остаётся структурной, а значит, повышается урожайность. Можно даже сказать, что после культиватора-робота отпадает операция по боронованию и выравниванию почвы [4].

Ведение личного подсобного хозяйства чаще ориентировано на обеспечение потребностей отдельной семьи, что подразумевает использование только собственных сил и возможностей. Однако для достижения высокой урожайности и экономической эффективности требуются значительные трудозатраты, что не всегда возможно обеспечивать, потому как зачастую владельцы ЛПХ совмещают хозяйственную деятельность с основной работой для формирования «финансовой подушки» и накопления средств для приобретения нового оборудования. Даже при частичной продаже излишков продукции ресурсы для покупки техники остаются ограниченными.

Это актуализирует вопрос автоматизации процессов на участке. На сегодняшний день доступны решения для реализации данной идеи, но только для разных рутинных операций, например, поддержания нужной температуры в теплицах и полива урожая.

Однако ключевая проблема – автоматизация обработки почвы – остаётся нерешённой для малых хозяйств. Серийные полноценные беспилотные модели мини-тракторов в России пока не выпускаются, а доступные с дистанционным управлением отличаются высокой стоимостью и не избавляют оператора от управления агрегатом.

Разработка беспилотных мини-тракторов и мотоблоков представляет собой перспективное направление для автоматизации ЛПХ. Но серьёзным ограничением остаётся высокая стоимость таких систем, делающая их малодоступными для большинства владельцев личных подсобных хозяйств. Проектирование подобной техники требует не только технических решений, но и учёта экономических реалий малых хозяйств – ограниченного бюджета, сезонности доходов и необходимости быстрой окупаемости [8-11].

Модульные системы с возможностью установки автономного управления через GPS-трекеры или датчики компьютерного зрения, которые можно оборудовать на уже выпускаемые мотоблоки или мини-трактора значительно уменьшают стоимость таких систем. Только при условии баланса между инновационностью и доступностью беспилотные агрегаты смогут стать эффективным инструментом повышения производительности в ЛПХ.

Выводы: для малых ЛПХ беспилотные энергетические системы по обработке почвы в настоящее время стали экономически выгодны по следующим причинам:

- наименьшую стоимость, а значит, и быструю окупаемость будет иметь не полностью роботизированный беспилотный трактор, а модульные системы для установки на мини-технику;

- повышение урожайности культур за счёт более качественной обработки почвы (равномерная глубина обработки, обработанная почва не топчется оператором, в отличие от ручной культивации, когда человеку приходится ходить за мотоблоком по уже обработанной земле);
- возможное уменьшение количества технологических операций за счёт их совмещения;
- повышение производительности труда оператора-тракториста за счёт снижения на него физической нагрузки, к примеру, по ходьбе за мотоблоком при обработке почвы;
- работа может происходить и в небольшой дождь, и в другую неблагоприятную погоду в жару и в холод.

Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации "О личном подсобном хозяйстве" от 07.07.2003 № 112-ФЗ с изм. и дополн. в ред. от 04.08.2023 // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/>. (дата обращения: 02.06.2025).
2. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.
3. Бачурин, А.Н. Сельскохозяйственные машины и агрегаты модульного типа / А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин, И.В. Савоськина // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 137-141.
4. Классификация средств малой механизации сельскохозяйственных работ / В.М. Корнюшин, Е.О. Кузьмичёв, Б.А. Нефёдов, М.Б. Угланов // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: РГАТУ, 2017. – Часть 2. – С. 96-101.
5. Что за «умный» мини-трактор создали в России? // Аргументы и Факты [Электронный ресурс]. – URL: https://aif.ru/techno/industry/chto_zh_u_mnyy_minitraktor_sozdali_v_rossii (дата обращения: 03.06.2025).
6. Cognitive Pilot на выставке Золотая Нива 2024 представил первый умный робот-трактор // Cognitive Pilot [Электронный ресурс]. – URL: <https://cognitivepilot.com/cognitive-news/news/cognitive-pilot-na-vystavke-zolotaya-niva-2024-predstavil-pervyy-umnyy-robot-traktor/> (дата обращения: 03.06.2025).
7. Культиватор роботизированный Aurora COUNTRY GEO-II // Официальный сайт ГК "Аврора" в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://aurora-online.ru/catalog/Kultivatori/Benzinovie/40352>
8. Патент на полезную модель № 144733 U1 Российская Федерация, МПК C11B 1/10. Установка для подготовки растительного масличного сырья к

прессованию : № 2014117990/13 : заявл. 05.05.2014 : опубл. 27.08.2014 / Н. В. Бышов, И. В. Черных, А. Н. Бачурин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Савоськина, И.В. Универсализация малогабаритной техники в ЛПХ / И.В. Савоськина, В.М. Корнюшин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 17 февраля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 83-87.

10. Юдина, А. В. К вопросу об использовании машинного зрения для оценки биологического урожая зерновых культур / А. В. Юдина, И. Ю. Богданчиков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 116-120.

11. Крылова, А. Д. К вопросу об использовании цифровых технологий в сельском хозяйстве (растениеводство) / А. Д. Крылова, А. В. Юдина, И. Ю. Богданчиков // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, Рязань, 01 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 39-40.

12. Туркин, В. Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК / В. Н. Туркин, А. В. Шемякин, А. П. Кутейникова // Сетевой научный журнал РГАТУ. – 2025. – № 1(7). – С. 7-21.

13. ИONOва, Е.А. Особенности применения цифровых технологий в аграрном производстве / Е.А. ИONOва, М.В. Евсенина // Школа молодых новаторов. – Курск, 2020. - С. 277-282.

14. Виноградов, Д. В. Приемы повышения урожайности яровой сурепицы в условиях южной части Нечерноземной зоны / Д. В. Виноградов. – Рязань, 2008. – 112 с.

15. Гишкаева, Л. Л. Экономические принципы и подходы в современной системе природопользования / Л. Л. Гишкаева, Ж. М. Алиева, В. В. Романова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 14, № 12(153). – С. 5-10.

16. Назилин, В. С. Преимущества цифровой трансформации на предприятиях агропромышленного комплекса / В. С. Назилин, Д. И. Жилияков // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 91-95.

17. Кирюшина, И. М. Пути повышения доходности отрасли растениеводства на основе использования системы Cognitive Agro Pilot и технологии параллельного вождения / И. М. Кирюшина, О. В. Лозовая, О. И. Ванюшина // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции

перспективных разработок. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 388-391.

18. Особенности внедрения цифровых технологий в растениеводстве / Л. В. Черкашина, Л. А. Морозова, Л. В. Романова, Е. А. Чернышева // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы : материалы IV национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 22 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 385-391.

УДК 628.1:004:631.6

*Джалагония Н.Г.,
Научный руководитель: Орехова В.И.
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, РФ*

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Климатические изменения влекут за собой значительные риски для сельского хозяйства Краснодарского края. Засухи участились, температурные показатели растут, а водные ресурсы истощаются, что существенно влияет на продуктивность аграрного производства. Министерство природных ресурсов прогнозирует нехватку воды до 30% к 2030 году, ставя под угрозу планируемый рост сельскохозяйственного производства в регионе. Модернизация систем орошения и применение водосберегающих методов становятся необходимыми условиями для обеспечения стабильного водоснабжения.

Таблица 1 – Показатели дефицита воды для нужд сельского хозяйства в Краснодарском крае

Показатель	Значение
Объем воды в Краснодарском водохранилище	736 млн м ³
Забор воды из реки Кубань	11 км ³ /год
Потери воды при транспортировке	1,5 км ³ /год
Площадь засоленных почв	120 тыс. га
Доля сельского хозяйства в водопотреблении	70 %

Рисоводческая отрасль края существенно зависит от водных запасов Краснодарского водохранилища, объем которого к началу 2025 года составил 1,42 миллиарда кубических метров при необходимых для полноценного посевного сезона 1,5 миллиарда кубических метров воды.

Водопотребление агропромышленного комплекса Краснодарского края составляет преобладающую долю в региональном балансе - семьдесят процентов от суммарного объема, при этом потери воды из-за изношенных

ирригационных систем достигают 45%, ежегодный водозабор из реки Кубань составляет более двух с половиной кубических километров, что приводит к значительному сокращению объема водохранилищ региона, засоление почв охватило 120 тыс. га из-за нерационального полива.

Климатические изменения представляют собой увеличение среднегодовой температуры на $1,8^{\circ}\text{C}$ за последние 30 лет, сокращение количества осадков в летний период на 20%;

Системы на базе интернета вещей (IoT) позволят:

1. Отслеживать уровень содержания влаги в грунте с максимальной погрешностью измерений пять процентов в непрерывном автоматическом режиме.

2. Прогнозировать полив с использованием алгоритмов машинного обучения.

3. Внедрение автоматизированных систем управления оборудованием минимизирует влияние факторов на производственные процессы. Результаты эксплуатации современных датчиков SoilWatch в Темрюкском районе демонстрируют значительную экономию водных ресурсов – потребление снизилось на 35%. Комплексная модернизация технологического оснащения позволяет оптимизировать режимы работы клапанов с учетом реальных потребностей производства.

Комплексная цифровая симуляция водных потоков предоставляет специалистам возможности прогнозирования, анализа и оценки гидрологических явлений. Моделирование речных систем, подземных вод и атмосферных осадков способствует разработке эффективных методов управления водными ресурсами. Программные инструменты визуализации помогают отслеживать динамику водных объектов и принимать обоснованные решения по их использованию.

Ресурсосберегающие инженерные решения включают в себя:

1. Капельное орошение (сводит к минимуму потери влаги при испарении, составляющие всего 5%, тогда как дождевальные установки теряют до 40% воды в атмосферу).

2. Подземное орошение посредством труб с отверстиями (эффективно защищает почвенные горизонты от накопления солей).



Рисунок 1 – Система подземного орошения

3. Естественные водоемы, засаженные рогозом и камышом (эффективно удаляют азотные соединения из загрязненных стоков благодаря метаболической активности водной растительности).

4. Современные животноводческие комплексы внедряют передовые системы водооборота, обеспечивающие многократное применение очищенных стоков. Эффективность технологических решений позволяет возвращать в производственный цикл значительную часть использованной воды – до восьмидесяти процентов от первоначального объема.

5. Автономные насосные системы с солнечными панелями, позволяют организовать эффективный полив сельскохозяйственных территорий, расположенных вдали от централизованных электросетей.

Также стоит предусмотреть снижение экологической нагрузки:

1. Сокращение водозабора из реки Кубань на четверть позволит восполнить запасы водных ресурсов в водохранилищах региона.

2. Сокращение использования удобрений на 15% за счёт точного полива.

Цифровая трансформация Кубанской оросительной системы направлена на совершенствование методов управления водными ресурсами. Внедрение автоматизированных комплексов позволяет осуществлять мониторинг расхода воды в режиме реального времени. Модернизированная инфраструктура включает датчики контроля уровня влажности почвы и состояния гидротехнических сооружений.

Программное обеспечение анализирует полученные данные, формируя оптимальные графики полива сельскохозяйственных культур. Современные технологии дистанционного управления затворами обеспечивают точное распределение водных ресурсов между потребителями. Обновленная система способствует снижению потерь при транспортировке воды и повышению эффективности орошения.

Комплексная модернизация охватывает магистральные каналы, распределительную сеть и насосные станции. Внедрение цифровых решений позволяет оптимизировать эксплуатационные затраты и увеличить срок службы оборудования. Автоматизация процессов орошения создает условия для рационального использования водных ресурсов региона.

1. Строительство биопрудов для очистки дренажных вод.

2. Стандартизация методов кибернетической защиты сельскохозяйственных IoT-устройств требует комплексного подхода к обеспечению безопасности.

Внедрение унифицированных требований безопасности позволяет минимизировать риски несанкционированного доступа к системам управления агропромышленным оборудованием. Стандарты предусматривают многоуровневую защиту данных, передаваемых между устройствами и центрами обработки информации.

Нормативная база включает технические спецификации по шифрованию каналов связи, аутентификации пользователей и мониторингу подозрительной активности. При создании стандартов учитываются существующие уязвимости

IoT-инфраструктуры и потенциальные киберугрозы в агропромышленном комплексе.

Аграрный сектор Краснодарского края нуждается в масштабной технологической модернизации для адаптации к меняющимся климатическим условиям. Комплексное внедрение ресурсосберегающих решений и цифровых инструментов управления производством создаст основу для долгосрочного развития сельского хозяйства региона. Объединение инженерных достижений с мерами государственной поддержки и экологическими инициативами агробизнеса позволит преобразовать систему орошения, оптимизировать водопотребление и сформировать передовую модель рационального землепользования в масштабах страны.

Библиографический список

1. Математическое моделирование движения жидкости в поливных и участковых трубопроводах систем капельного орошения / А. К. Семерджян [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 2023. – № 4. – С. 7-10.

2. Павлюченков, И. Г. Автоматизация и механизация сельского хозяйства / И. Г. Павлюченков, В. А. Саркисян, В. И. Орехова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Том 2. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 75-77.

3. Гринь, В. Г. Интенсификация процесса гумусообразования на рисовых оросительных системах при обработке растительных остатков электрогидравлическим эффектом / В. Г. Гринь, В. И. Орехова // Год науки и технологий 2021 : Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 249.

4. Карпенко, М. С. Внедрение современных технологий и методов управления сельскохозяйственными предприятиями / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 305-309.

5. Морозов, А. С. Успехи ведения хозяйства АПК с помощью информационных технологий / А. С. Морозов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. – С. 357-360.

6. Основы организационно-экономического развития интенсивного кормопроизводства / М.В. Евсенина, А.А. Соколов, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. - Рязань, 2021. – С. 77-80.
7. Евсенина, М. В. Ограничивающие факторы плодородия почв в Рязанской области / М.В. Евсенина, К.Д. Сазонкин, Д.В. Виноградов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки, 2023. – С. 58-60.
8. Гишкаева, Л. Л. Экономические принципы и подходы в современной системе природопользования / Л. Л. Гишкаева, Ж. М. Алиева, В. В. Романова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 14, № 12(153). – С. 5-10.
9. Романова, Л. В. Цифровизация отрасли растениеводства на предприятиях АПК Рязанской области / Л. В. Романова // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 472-478.
10. Ванюшина, О. И. Состояние и тенденции развития цифровизации в агропромышленном комплексе России / О. И. Ванюшина, О. В. Лозовая, Н. В. Барсукова // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия : Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2024. – С. 263-267.
11. Ретроспективный анализ интенсификации технологического развития предприятий АПК / А. Ф. Дорофеев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 106. – С. 7-16.
12. Модернизация цифровой систем защиты от аварийных режимов работы оборудования трансформаторных подстанций агропромышленных предприятий / С. О. Фатьянов, М. В. Поляков, Н. Е. Лузгин, А. Ю. Смирнов // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 444-446.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВИНОВОДЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Применение интеллектуальных систем на свиноводческих предприятиях имеет существенное значение для повышения конкурентоспособности и эффективности управления технологическими процессами. Данные системы управления являются цифровыми решениями, позволяющими оптимизировать процессы, повысить продуктивность и снизить затраты в свиноводстве. Такие системы позволяют дистанционно получать и обрабатывать информацию о параметрах выполняемого технологического процесса, уровне продуктивности и состоянии здоровья животных и обеспечивают эффективное управление и планирование производства. Для анализа данных и принятия решений используется искусственный интеллект. Однако процесс цифровизации сопряжён с рядом трудностей и рисков, которые могут ограничить эффективность технологий. Например, приобретение лицензионного программного продукта, модернизация материально-технической базы предприятия в соответствии с техническими требованиями системы и др. SWOT-анализ позволяет оценить факторы, способствующие или препятствующие внедрению интеллектуальных систем управления на свиноводческих предприятиях. В рамках анализа рассмотрены сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, связанные с внедрением таких технологий (таблица 1) [1-4].

При внедрении интеллектуальных систем на предприятии учитывается возможность выполнения необходимых технических требований для дистанционного мониторинга и управления технологическими процессами (оснащение ферм сенсорами и датчиками для мониторинга температуры, влажности, уровня аммиака, углекислого газа и др.; камерами видеонаблюдения для контроля поведения животных и выявления заболеваний; автоматизация процессов кормления и поения для точного дозирования кормов и воды и др.). Сбор и обработка информации о состоянии стада и окружающей среды осуществляется с помощью компьютерных систем учета и анализа данных.

Важную роль играет соблюдение организационно-экономических условий, финансовое обеспечение проекта (наличие достаточных инвестиций для приобретения необходимого оборудования и программного обеспечения), привлечение квалифицированных специалистов для обслуживания интеллектуальных систем и регулярное повышение квалификации работников хозяйства для эффективной эксплуатации новых технологий.

Таблица 1 – SWOT-анализ внедрения интеллектуальных систем управления на свиноводческих предприятиях

Сильные стороны	Слабые стороны
1	2
<i>Повышение эффективности производства.</i> Интеллектуальные системы позволяют оптимизировать процессы кормления, содержания животных и ветеринарного обслуживания, снижая затраты и увеличивая продуктивность. <i>Улучшение качества продукции.</i> Использование технологий мониторинга здоровья и условий содержания позволяет своевременно выявлять заболевания и отклонения от нормы, повышая качество мяса. <i>Оптимизация ресурсов.</i> Автоматизированное управление кормлением и водоснабжением снижает расходы на корма и воду, обеспечивая рациональное использование ресурсов. <i>Минимизация человеческого фактора.</i> Исключение ошибок персонала благодаря автоматизации процессов и контролю состояния животных повышает надежность производственных операций.	<i>Высокие первоначальные инвестиции.</i> Высокая стоимость приобретения технологии и заключения лицензионного договора. Внедрение интеллектуальных систем требует значительных финансовых вложений, что является серьезным барьером для небольших предприятий. <i>Адаптация зарубежного программного обеспечения к российским условиям хозяйствования.</i> <i>Необходимость технической поддержки.</i> Для эффективного функционирования систем необходим квалифицированный персонал и регулярная техническая поддержка, что увеличивает эксплуатационные расходы. <i>Риск сбоев и отказов оборудования.</i> Полностью автоматизированные системы зависят от стабильности электроснабжения и технического состояния оборудования.
Возможности	Угрозы
Рост спроса на качественную продукцию. Потребители всё больше интересуются качеством продуктов питания, что создаёт спрос на продукцию свиноводческих хозяйств с внедрёнными системами контроля качества. Расширение рынков сбыта. Улучшение качества продукции открывает доступ к новым рынкам, включая экспортные направления. Государственная поддержка инновационных проектов. Возможность получения субсидий и грантов от государства способствует развитию инноваций в аграрном секторе, включая внедрение интеллектуальных систем.	Конкуренция со стороны крупных агрохолдингов. Крупные предприятия обладают значительными ресурсами для внедрения передовых технологий, создавая угрозу конкуренции для мелких производителей. Изменчивость рынка. Неустойчивый рынок мясопродуктов и колебания цен создают риск снижения рентабельности даже при наличии эффективных технологий. Зависимость от импортных компонентов. Если значительная доля оборудования и программного обеспечения импортируется, риски санкций или ограничений поставок могут негативно сказаться на работе хозяйства. Угрозы, связанные с хранением данных. Использование импортного программного обеспечения, которое предусматривает хранение данных в «облаке», может быть чревато потерей данных или несанкционированным проникновением.

Возникает необходимость создания инфраструктуры интернета вещей (IoT), объединяющей все устройства в единую сеть для передачи данных между ними, организации облачных сервисов хранения больших объемов информации, установки программного обеспечения аналитики Big Data для выявления закономерностей и оптимизации процессов на основании собранных данных.

На рисунке 1 приведен пример внедрения и использования интеллектуальных систем в свиноводстве. Данные с датчиков контроля температуры и влажности (IoT) консолидируются и хранятся в хранилище больших данных. Искусственный интеллект создает прогностическую модель, учитывающую тепловой стресс и другие показатели, влияющие на оптимизируемые параметры. В завершении, данные визуализируются на панели мониторинга, что позволяет принимать более точные решения [5].

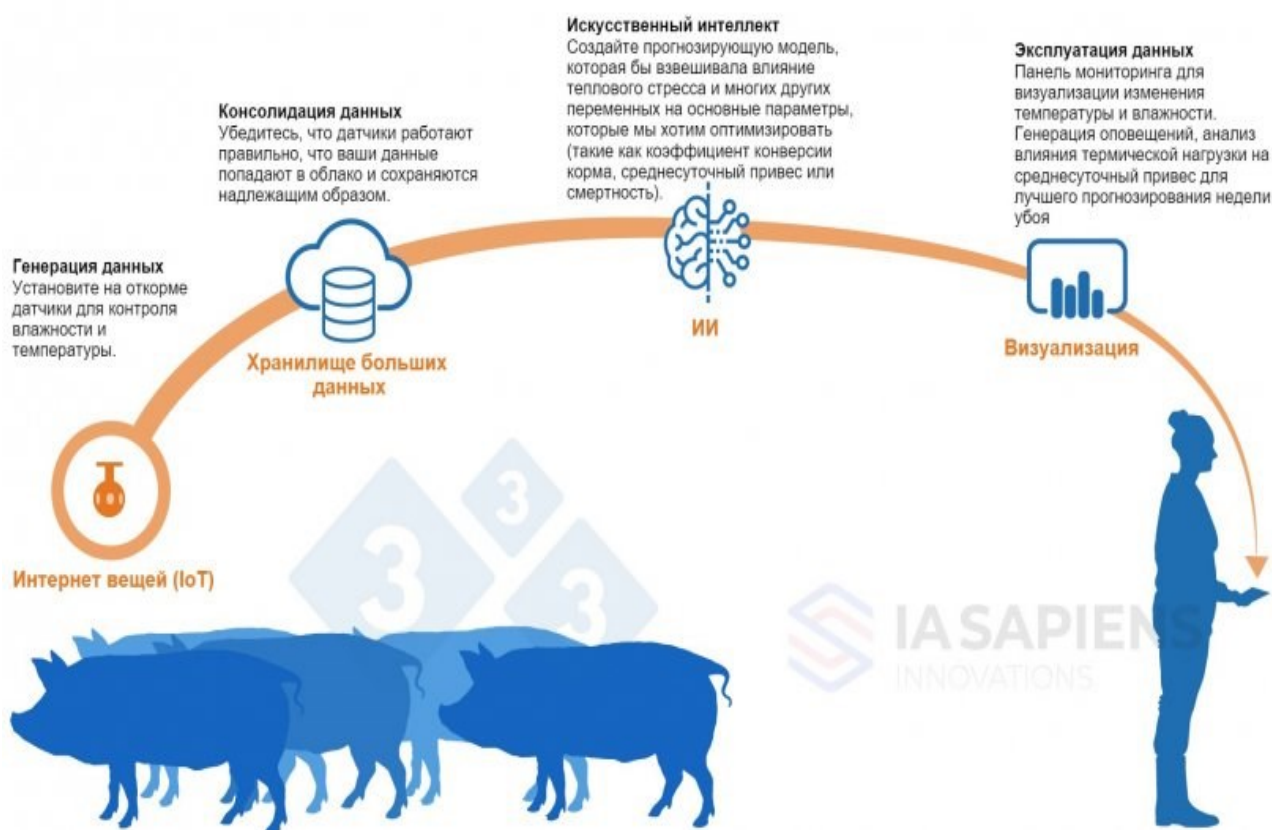


Рисунок 1 – Внедрение искусственного интеллекта в свиноводстве
https://www.pig333.ru/3tres3_common/art/ru/4322/внедрение-ии-на-откорме_277554.jpg?w=820&q=1&t=1703486145

Интеграция интеллектуальных решений требует комплексного подхода, включающего технические, организационные и экономические меры. Успешное внедрение интеллектуальных систем управления в свиноводстве зависит от грамотного подхода к управлению инвестициями, технологической поддержке и адаптации к рыночным условиям.

Библиографический список

1. Смирнова, В. В. Цифровые технологии в свиноводстве России / В.В. Смирнова // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 08 (223). – С. 91–100.
2. Тихомиров, А. И. Автоматизация технологических и селекционных процессов в свиноводстве / А. И. Тихомиров // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 4(20). – С. 200-208.
3. Современные технологии автоматизации в свиноводстве: как технологии меняют отрасль [Электронный ресурс]. – URL: <https://protech.by/usefull/sovremennye-tehnologii-avtomatizaczii-v-svinovodstve-kak-tehnologii-menyayut-otrasl>
4. Морозов, Н.М. Передовые технологии в свиноводстве России / Н.М. Морозов, Л.М. Цой, А.Н. Рассказов // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – №2(31). – С. 19-28.
5. Искусственный интеллект в свиноводстве: настоящее, которое невозможно остановить [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pig333.ru/articles/искусственный-интеллект-в-свиноводстве_4322/
6. Синяева, И.С. Деловая активность, основные факторы и стратегия успеха / И.С. Синяева, О.А. Ваулина, А.В. Кривова // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых: Материалы 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. - Курск, 2023. С. 248-252.
7. Евтишина, Е. В. Перспективные направления сельскохозяйственного производства в Рязанской области / Е. В. Евтишина, К. Д. Сазонкин, Д. В. Виноградов // Вавиловские чтения - 2022. – Саратов, 2022. – С. 695-700.
8. Энергосбережение / А. В. Щур [и др.]. – Могилев-Рязань, 2020. – 260 с.
9. Морозов, А. С. Инновационное развитие АПК / А. С. Морозов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. – С. 354-357.
10. Направления развития животноводческого подкомплекса / А. В. Мусьял [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 9. – С. 194-199.
11. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-157.
12. Кистанова, С.А. Повышение экономической эффективности производства посредством цифровизации АПК / С.А. Кистанова, И.В. Чивилева, А.Б. Мартынушкин // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты. Сборник

научных статей 14-й Всероссийской научно-практической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. - С. 184-188.

13. Эффективность профилактических мероприятий при железодефицитной анемии в свиноводстве / К. А. Герцева [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2020. – № 4(48). – С. 34-38.

14. Черкашина, Л. В. Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта российскими предприятиями / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 291-296.

Всероссийская научно-практическая конференция,
посвящённая 75-летию юбилею
инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ
«Инженерное обеспечение инновационного развития АПК
в условиях современных вызовов»
29 мая 2025 года

Отпечатано с готового оригинал-макета.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 10,06 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1660
подписано в печать 21.07.2025

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»

Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ

390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1