



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



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



СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ ФГБОУ ВО РГАТУ



СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ  
РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

МЕХНИЗМ

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ КЛУБ «МЕХАНИЗМ»  
им. Ж. И. Алфёрова



СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ФГБОУ ВО РГАТУ

Всероссийская научно-практическая конференция,  
посвящённая 85-летию со дня рождения профессора

**Анатолия Михайловича Лопатина**  
**(1939-2007)**

«Инженерные решения для АПК»



**13 ноября 2024 года**  
**г. Рязань**

УДК: 631.3:631.171

ББК: 40.7

И - 622

Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007) «Инженерные решения для АПК», 13 ноября 2024 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2024. – 158 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, первый проректор, заведующий кафедрой Строительство инженерных сооружений и механики 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 и инновационной работе, председатель Совета молодых учёных, заместитель председателя ВСИУиС, доцент кафедры Эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Колошеин Дмитрий Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры Строительства инженерных сооружений и механики, ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на автодорожном факультете ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Чивилёва Ирина Вячеславовна**, канд. психол. наук, доцент, начальник информационно-аналитического отдела;

**Князькова Ольга Игоревна**, аналитик информационно-аналитического отдела;

**Кутейникова Анастасия Петровна**, магистр, секретарь СМУиС Рязанской области, заместитель председателя совета молодых ученых ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Кузякина Марина Сергеевна**, основатель молодежного научного клуба «Механизм» им. Ж.И. Алфёрова, г. Смоленск.

В сборник вошли материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007) «Инженерные решения для АПК» 13 ноября 2024 года.

Рецензируемое научное издание.

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

## **Лопатин Анатолий Михайлович (1939 – 2007)**

Выпускник факультета механизации сельского хозяйства Рязанского сельскохозяйственного института имени профессора П.А. Костычева, ныне Рязанского государственного агротехнологического университета, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, автор более 80 научных работ. Продолжатель молодежного движения «Студенческие механизированные отряды». Свой опыт работы, полученный при освоении целинных и залежных земель в составе механизированного отряда, использовал при организации и руководстве студенческими механизированными отрядами вуза.

Награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» II степени, медалью «За труды по сельскому хозяйству» и другими.

Двадцать три года Анатолий Михайлович Лопатин был деканом факультета механизации сельского хозяйства (1978 - 2001 гг.).

Любил жизнь и здоровый образ жизни, любимым видом спорта была тяжелая атлетика. Анатолий Михайлович всегда делал так, чтобы каждый студент чувствовал себя полноценной личностью, настоящим гражданином общества и старался привить активную жизненную позицию нашей молодежи.



**Анатолий Михайлович Лопатин проводит лабораторные занятия со студентами**

## Содержание

<b>Секция 1 «Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники»</b> .....	6
<i>Алтухова Т.А., Сухаева А.Р., Чубарева М.В.</i> Обзор и анализ тракторных косилок сельскохозяйственного назначения.....	6
<i>Крыгин С.Е., Утолин В.В., Лузгин Н.Е.</i> Эволюция конструкций плугов для гладкой вспашки.....	11
<i>Ларионов А.С., Костенко М.Ю.</i> Анализ адаптивных рабочих органов картофелеуборочных машин.....	16
<i>Ларионов А.С., Костенко М.Ю., Желтоухов А.А.</i> Анализ способов контроля технологического процесса картофелеуборочного комбайна.....	21
<i>Подлеснова Т.В., Липин В.Д., Даниленко Ж.В.</i> Культиватор КПМ-5.6, принятый за базовую машину.....	27
<i>Саая С.-С.Ш., Орловский С.Н., Карнаухов А.В.</i> Технические требования к оборудованию плавучих комплексов по заготовке кормов на островах и в поймах рек.....	33
<i>Саая С.-С.Ш., Орловский С.Н., Карнаухов А.В.</i> Разработка экономичных природоохранных Технологий утилизации навоза .....	37
<i>Салатин И.М., Костенко М.Ю.</i> Травмирование семян при движении по шнековому транспортёру.....	42
<i>Смирнов А.И., Рязанцев А.И., Евсеев Е.Ю., Антипов А.О.</i> К проблеме уплотнения почвы ходовыми системами многоопорной дождевальная машины «Кубань-ЛК1».....	46
<i>Хортов А.В., Сибирев А.В., Тетерин В.С.</i> Тенденции развития картофелеуборочных машин.....	51
<b>Секция 2. «Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК»</b> .....	56
<i>Агарков А.Г., Фатьянов С.О., Морозов А.С., Тетерин В.С.</i> Применение управляемого электропривода двигателя электронасоса в системе водоснабжения животноводческих ферм .....	56
<i>Вельковская М.И., Самуйленкова А.М., Хохлова Л.И.</i> Фотоэлектрические стёкла с добавляемыми моделями в условиях АПК.....	60
<i>Говоров И.В., Старунский А.В.</i> Оценка методов повышения долговечности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники .....	66
<i>Калинин А.О., Крыгин С.Е., Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Кунцевич А.А.</i> Агротехнические требования, предъявляемые к посевам семян трав и зерновых культур .....	71
<i>Конев А.Ю., Хольшев Н.В.</i> Обзор и анализ конструкций направляющих устройств гравитационных смесителей.....	78
<i>Крыгин С.Е., Утолин В.В., Лузгин Н.Е.</i> Использование оборотных плугов сельскохозяйственными организациями Рязанской области .....	82

<i>Морозов А.С., Фатьянов С.О., Тетерин В.С.</i> Анализ влияния электромагнитного излучения на развитие растений.....	88
<i>Нижегородова А.И., Сафин Г.М., Хохлова Л.И.</i> Проектирование теплиц в условиях пучинистых грунтов, болот и холодного климата .....	93
<i>Ратушная М.Н., Фатьянов С.О., Морозов А.С.</i> Увеличение эффективности предпосевной обработки семян облучением светодиодной установкой ультрафиолетового спектра.....	98
<i>Старостенков Я.Н., Петровская Т.А.</i> Использование прозрачных солнечных панелей в сельскохозяйственных теплицах.....	103
<i>Ульянов В.М., Утолин В.В., Ефремов Д.Н., Юдаев И.Ю.</i> Сдвоенный пульсатор доильного аппарата .....	108
<b>Секция 3. «Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники» .....</b>	<b>113</b>
<i>Владимиров А.Ф.</i> Специальные вероятностные характеристики для многоканальной системы массового обслуживания наземного транспорта и для поступающей в неё заявки..... <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
<i>Голубев Д.Н., Шуханов С.Н.</i> Обзор типов бензонасосов и их анализ.....	117
<i>Денисов А.И., Старунский А.В.</i> Оценка факторов снижения работоспособности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники .....	122
<i>Сомов И.С., Хараев Г.И.</i> Особенности автомобильного масляного насоса.....	126
<i>Сомов И.С., Хараев Г.И.</i> Разработка технического устройства демонтажа ступиц колес автотракторной техники.....	130
<i>Шемякин А.Б., Терентьев О.В., Терентьев В.В.</i> Пути повышения эффективности транспортного процесса .....	134
<b>Секция 4. «Вопросы внедрения цифровых технологий в АПК» .....</b>	<b>140</b>
<i>Надточий Д.Ю., Олейник Д.О.</i> Разработка системы диагностики и сопровождения доильного оборудования.....	140
<i>Угрюмов И.С., Ярутин С.А., Чайка М.И.</i> Интеграция современных строительных технологий и ит-решений для оптимизации инфраструктуры сельскохозяйственных объектов.....	143
<i>Угрюмов И.С., Ярутин С.А., Чайка М.И.</i> Применение ит-решений для автоматизации процессов в животноводстве: построение оптимальной инфраструктуры фермы и повышение эффективности управления строительством хозяйственных объектов.....	148
<i>Ярутин С. А., Макарова С.В., Емцев А.А.</i> Автоматизация процессов управления и мониторинга в животноводстве с использованием электрооборудования и ит-решений .....	153

## **Секция 1 «Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники»**

**УДК 631.5**

*Алтухова Т.А., канд. техн. наук, доцент,  
Сухаева А.Р., канд. техн. наук, доцент,  
Чубарева М.В., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО ИрГАУ, п. Молодежный, Иркутская область, РФ*

### **ОБЗОР И АНАЛИЗ ТРАКТОРНЫХ КОСИЛОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Значительная часть работ в сельскохозяйственном производстве осуществляется с помощью машинно-тракторных агрегатов, эффективность которых коррелирует с качественными и количественными показателями их работы. Исследования, посвященные автотракторной технике, способствуют их совершенствованию [1-4]. Не составляют исключение в этом плане труды, посвященные модернизации машин механизации растениеводства и животноводства [5-18].

Современные типы косилок структурируются следующим образом. По способу агрегатирования с трактором: навесные и прицепные. Навесные предусматривают жесткий крепёж к несущей части мобильной машины. В то же время такие агрегаты имеют гораздо меньший радиус поворота, что ведет к лучшей маневренности. В некоторых случаях это имеет важное практическое значение, особенно при работе на небольших площадях, в условиях ограниченного пространства. Масса косилки коррелирует с массой трактора.

Прицепной способ предполагает агрегатировать более тяжелые, а также габаритные устройства, поскольку нагрузка от такого типа косилки передается на колеса, тогда как трактор выполняет лишь только функцию источника энергии, в том числе транспорта.

#### *Роторные косилки.*

Конструктивные особенности роторной косилки (Рисунок 1) дают возможность не только срезать траву, но также осуществлять укладку срезанной растительности в прокос.

Ключевым элементом роторной косилки является толстый стальной диск (ротатор), на котором смонтированы свободно вращающиеся ножи. Привод косилка получает от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. Скорость вращения диска находится в пределах от 1,5 до 3 тысяч об/мин (зависит от передаточного числа редуктора). В зависимости от необходимости (условий работы: вида убираемой культуры, влажности растений, толщины стеблей, состояния погоды и т.д.) можно путем подбора различных редукторов варьировать требуемым значением частоты вращения диска.



Рисунок 1 – Роторная косилка

Оптимальный диаметр дисков колеблется в диапазоне от 30 до 50 см. Значение диаметра диска более 50 см существенно увеличивает массу косилки. По причине того, что направление/скорость вращения ВОМ, а также режущего диска не совпадают, то с целью передачи энергии от вала отбора мощности применяют карданную передачу, в том числе редукторы с разным передаточным отношением. Редукторы, оснащенные шестернями с косой формой зуба в отличие от прямозубых, обеспечивают большее передаточное отношение с гораздо меньшим шумом. Кроме того, редукторы такой конструкции имеют значительно больший срок службы – ресурс.

#### *Сегментные косилки.*

Этот тип косилок (Рисунок 2) отличается практичностью, включая функциональность, что позволяет работать с различными травами, последовательно укладывая их в прокос. Принцип функционирования косилки рассматриваемого типа напоминают большое число расположенных рядом ножиц. Размещенная справа сзади от трактора несущая балка оборудована заостренными, в том числе захватывающими траву пальцами, а также быстро движущейся вправо-влево стальной пластиной, оснащенной острыми сегментными ножами треугольной формы. В процессе перемещения трактора с сегментной косилкой по полю растительность, которая поступает в промежуток между пальцами, срезается посредством быстрого возвратно-поступательного движения ножей.

Сегментная пластина ножа технического средства получает движение с помощью механизма, который трансформирует поступающий через кардан вращательный момент вала отбора мощности самого трактора в возвратно-поступательное движение головки установленного на валу шатуна. Трава подвергается скашиванию одновременно по всей активной длине механизма. Кроме того, направляющие металлические пальцы осуществляют функцию своего рода гребенки, позволяющая смещать траву в активную часть хода режущих треугольных ножей.



Рисунок 2 – Сегментная косилка

*Сравнительный анализ роторных и сегментных косилок.*

Положительные стороны роторных косилок представляют собой высокая равномерность скашивания, включая удобное складывание травы в покос; в отличие от других косилок данный тип имеет хорошую защиту от камней у диска с ножами; несложное техническое обслуживание наряду с прекрасной ремонтпригодностью; отличная способность копирования рельефа местности.

Отрицательными сторонами косилок роторного типа являются: по сравнению с сегментными меньшая производительность; низкие показатели качества работы на невысоких скоростях; плохо функционируют при кошении мягкой растительности.

Косилки сегментного типа характеризуются большой мощностью и соответственно способны срезать толстые, в том числе жесткие стебли. Они обладают значительной массой, а также шириной захвата, что позволяет справляться с растительностью на участках с большой площадью и сложным рельефом местности. Ключевое преимущество это способность функционировать в любых условиях. Сегментная конструкция дает возможность работать как с мокрой, так и с сухой травой, сдерживающим фактором может быть недостаточная проходимость самого трактора. Положительные стороны использования косилки сегментного типа: быстрый, а также качественный срез травы с исключением ее дробления; высокая степень производительности; работа с различными видами трав.

Отрицательными сторонами эксплуатации данного типа косилок являются: необходимость отсутствия твердых предметов на участке; несколько трудоемкий процесс обслуживания технического средства; большие показатели как по весу, так и по габаритам относительно роторной на идентичную модель трактора.

В качестве заключения следует отметить, что каждый тип косилок выполняет специальные, конкретные задачи. Например, мощная сегментная косилка, характеризующаяся высокой производительностью неактуальна для применения на небольших площадях, где значительное время расходуется на частые развороты, нет возможности развить оптимальную скорость передвижения и другое. В то же время на участках большой площади, в том числе выращенной культурой с высоким урожаем, сегментный тип косилок показывает хорошую производительность, демонстрирует высокую эффективность.

### ***Библиографический список***

1. Математическое описание условий труда при техническом обслуживании машин / В.Н. Хабардин, Т.Л. Горбунова, Н.В. Чубарева, М.В. Чубарева // Естественные и технические науки. - 2016. - № 2 (92). - С. 146-152.
2. Хабардин, В. Н. Экологическая оценка технического обслуживания машин в полевых условиях / В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева, Т.Л. Горбунова // Естественные и технические науки. - 2016. - № 12 (102). - С. 318-325.
3. Чубарева, Н. В. Методика определения условий труда оператора по техническому обслуживанию машин в поле / Н.В. Чубарева, М.В. Чубарева, В.Н. Хабардин // Дальневосточный аграрный вестник. - 2017. - № 2 (42). - С. 167-173.
4. Энергоемкость процесса функционирования бункера-дозатора при засыпке горшков торфом / С.Н. Шуханов и др. // Вестник НГИЭИ. - 2024. - № 9 (160). - С. 29-39.
5. Арданов, Ч.С.Е. Модернизация сухого способа очистки корнеклубнеплодов / Ч.С.Е. Арданов, С.Н. Шуханов, П.А. Болоев // Тракторы и сельхозмашины. - 2014. - № 6. - С. 13-14.
6. Конструктивные особенности измельчителя корнеклубнеплодов / Г.Ф. Ханхасаев, С.Н. Шуханов, В.Д. Коваливнич, Ж.В. Гармаев // Аграрная наука. - 2014. - № 1. - С. 32.
7. Болоев, П.А. Оценка глубины заделки семян зерновых культур посевными комплексами / П.А. Болоев, Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Пермский аграрный вестник. - 2016. - № 1 (13). - С. 45-50.
8. Сухаева, А.Р. Состояние вопроса самонагревания хлебной массы в скирдах / А.Р. Сухаева, С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 3 (71). - С. 165-166.
9. Сухаева, А.Р. Процесс охлаждения органических материалов в образуемых скоплениях / А.Р. Сухаева, С.Н. Шуханов, В.Д. Коваливнич // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - № 3 (83). - С. 172-174.
10. Сусликов, И.А. Проблемы производства картофеля и совершенствование картофелеуборочной техники в современных условиях / И.А. Сусликов, С.В. Агафонов, А.В. Кузьмин // Научно-исследовательская

деятельность аспирантов в решении приоритетных задач развития агропромышленного комплекса : Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию аспирантуры Иркутского ГАУ. - п. Молодежный, 2023. - С. 147-152.

11. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области / Н. В. Бышов, А. М. Лопатин, К. Н. Дрожжин, А. Н. Бачурин // Сборник научных трудов, посвященный 55-летию инженерного факультета. – Рязань: РГАТУ, 2005. – С. 43-47.

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

13. Оценка ресурсной базы сельскохозяйственных организаций / О. В. Черных [и др] // Россия и новые вызовы: экономика и общество : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 17 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 205-209.

14. Беспалов, В. Г. Заготовка прессованного сена в крестьянском (фермерском) хозяйстве / В. Г. Беспалов, Д. Е. Голиков, С. Е. Крыгин // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 25-30.

15. 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.

16. Романова, Л. В. Российское автомобилестроение: тенденции развития в условиях санкций / Л. В. Романова, Л. В. Черкашина // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 27–28 апреля 2023 года. Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 288-291.

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

18. Богданчиков, И. Ю. К вопросу о техническом обеспечении технологий утилизации соломы в качестве удобрения / И. Ю. Богданчиков // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 63-69

*Крыгин С.Е., инженер, старший преподаватель,  
Утолин В.В., д-р техн. наук, доцент,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЭВОЛЮЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПЛУГОВ ДЛЯ ГЛАДКОЙ ВСПАШКИ**

Плуг с древнейших времен остается основным орудием для обработки почвы. Промышленное изготовление этих орудий началось в начале 18 века. Особенность обработки почвы в Российской Империи было повсеместное применение различных видов сох, отвальные плуги стали широко использоваться в конце 19 начале 20 века. Тогда плуги изготавливались не только на заводах, но и в многочисленных кустарных мастерских, Часть плугов ввозили из-за границы. [1]

В 1927-1929 гг. под руководством академика В.П. Горячкина была проведена работа по унификации и стандартизации конструкций плугов и заложены пути промышленного перехода на механическую тягу. Данный подход сохранялся в сельхозмашиностроение СССР до конца 90-х годов прошлого века [2, 3]

Вспашка с оборотом пласта – это основной и важнейший прием обработки почвы, во время которого пласты переворачиваются, перемешиваются и рыхлятся. В результате объем обрабатываемой почвы увеличивается на 25-50%, а пористость – на 10-15%.

Различают три основных технологии вспашки: загонная; гладкая; фигурная. До последнего времени вспашка осуществлялась преимущественно загонным способом плугами традиционной конструкции «всвал», «вразвал» и «свально-развальная» (чередованием загонов). Виды поверхностей поля по различным технологиям вспашки представлены на рисунке 1[4]. При загонной технологии вспашки на поверхности поля имеются развальные борозды и свальные гребни с необработанными (непропаханными) под ними полосами, что отсутствует при гладкой пахоте.

В настоящее время все большую популярность приобретает гладкая вспашка. Для её осуществления могут применяться плуги различных типов (Рисунок 2): оборотные (а), клавишные (б), челночные (в), балансирные (г), поворотные, линейные и фронтальные [5]. Плуги для гладкой вспашки известны с конца 19 века, описаны и представлены на иллюстрациях в энциклопедии Брокгауза и Ефрона [6]. Не все типы плугов получили широкое распространение. В годы советской власти для гладкой вспашки серийно выпускался 6-корпусной балансирный плуг Б6П-20 на канатной тяге конструкции ВИСХОМ. Привод канатов осуществлялся электролебедками [1]. В западной Европе использовались паровые трактора и подобные машины применялись вплоть до 70-х годов 20 века.

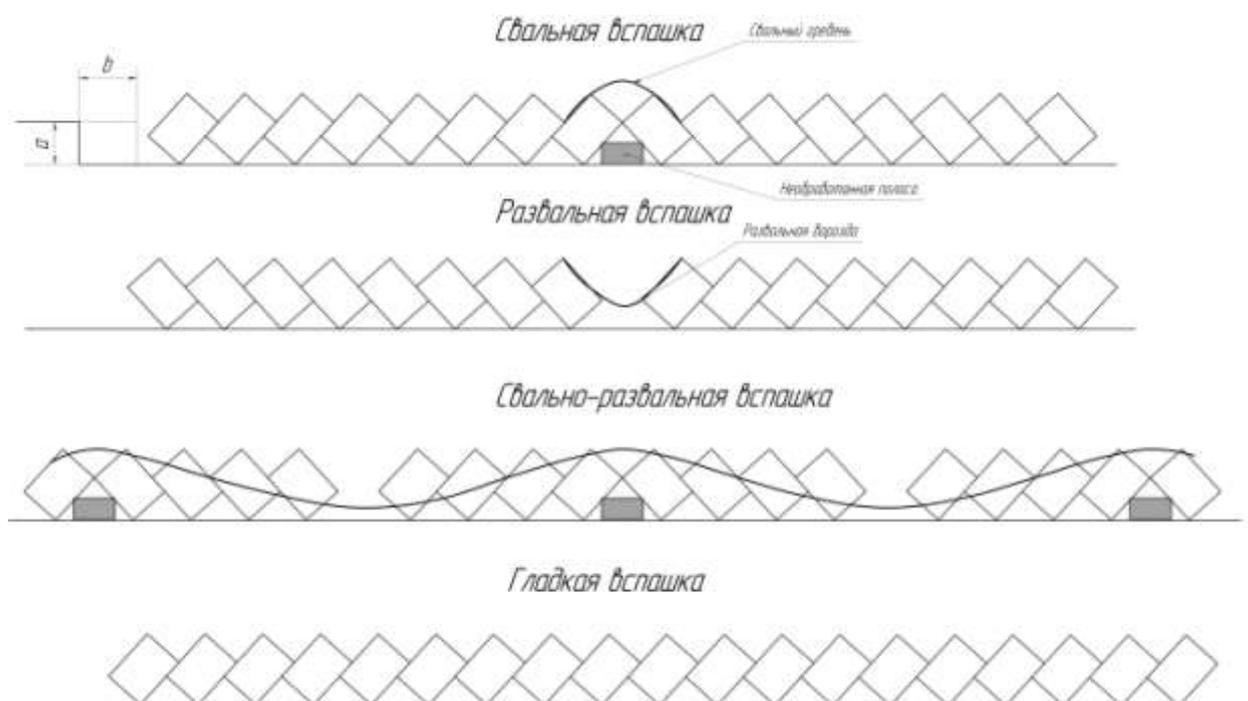


Рисунок 1 – Виды поверхности поля по основным технологиям вспашки

Массово применялись паровые плуги «Мамонт» компании Ottomeyer массой 28 тонн. С их помощью нарезались осушительные каналы, а после уборки торфа производилась первичная мелиоративная вспашка на глубину 1,8 м. За 40 лет в ходе эксплуатации было осушено 17 тыс. гектаров болот и введено в сельскохозяйственный оборот 128 тыс. гектаров пашни [7]. В настоящее время машины данного типа не производятся.

Для работы в горной местности, обработки склонов с уклоном до  $20^\circ$  для напашки террас выпускался челночный плуг рыхлитель ПЧС-4-35 [5]. У трактора ДТ-75К имеется передняя и задняя навеска, на которые монтировались 4-корпусные секции: левооборачивающие на переднюю навеску, правооборачивающие – на заднюю.

Известны конструкции однокорпусных - F1-125 и двухкорпусных - F1-226 клавишных плугов фирмы Мак-Кормик. Они присоединялись к трактору в нижней части между осями.

Наибольшее распространение за рубежом и у нас в стране получили плуги, построенные по оборотной схеме [1,6]. Такие плуги оснащены лево- и правооборачивающими корпусами, расположенными попарно под углами  $180^\circ$ , реже  $90^\circ$ .

В СССР в 60-ые годы прошлого столетия серийно выпускались и применялись, как конные оборотные плуги О-16 [8], так и многокорпусные плуги для тракторной тяги. Интересна конструкция прицепного 5-ти корпусного оборотного плуга [1] ПО-5-35 для электротрактора ХТЗ-12, агрегируемый также с ДТ-54. Позже им на смену пришли 3-х и 4-х корпусные навесные оборотные плуги семейства ПНО [5]. После открытия внутреннего рынка России для внешней экспансии, на предприятиях АПК

стали массово появляться оборотные плуги импортного производства. В настоящее время выпуск подобных машин налажен и на ряде машиностроительных заводов России и Белоруси [9]. На прошедшей выставке «AGROSALON 2024» для гладкой вспашки были представлены только оборотные плуги различных конструкций.

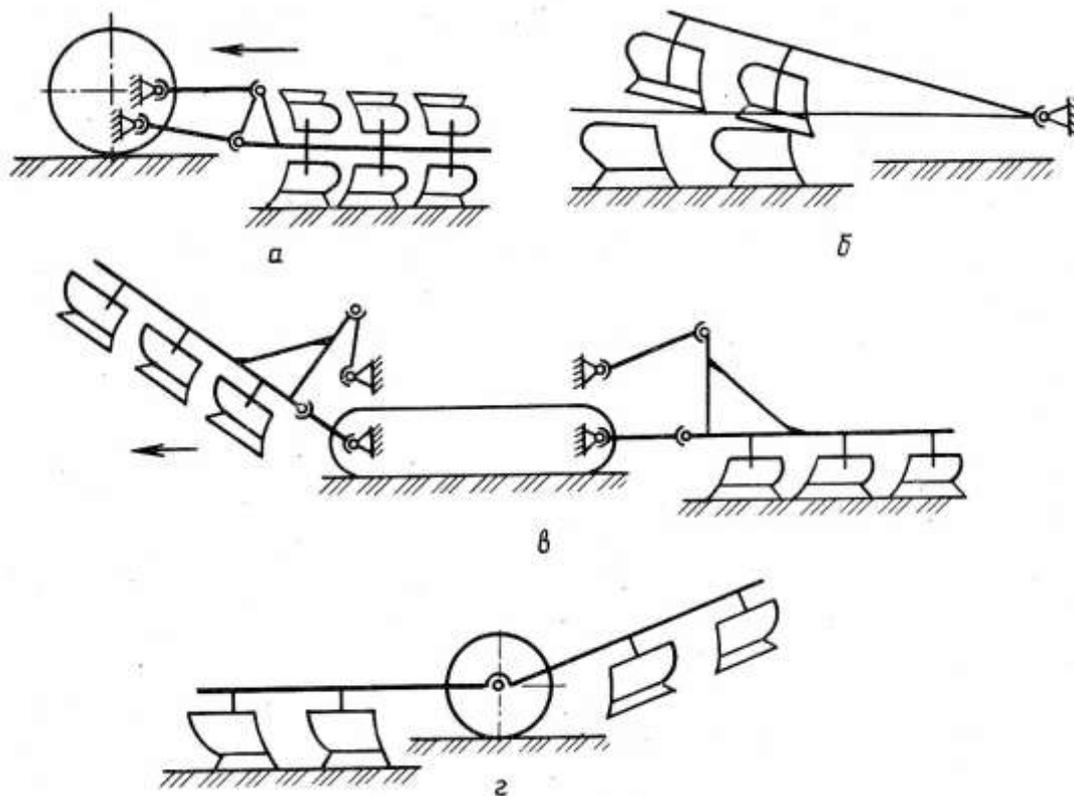


Рисунок 2 – Схемы плугов для гладкой вспашки

Общим для рассмотренных типов орудий для гладкой вспашки является наличие двойного количества рабочих органов, что увеличивает их массу, габариты, стоимость и затраты на эксплуатацию.

Плуги с трансформируемыми рабочими органами – поворотные, двухпозиционными рабочими органами – качающиеся[5,10].

Ученые ВСХИЗО, под руководством профессора В.М. Мацелуро разработали конструктивную схему 7-корпусного поворотного плуга ППН-7-50, а в ВИМе предложили качающуюся схему плуга[10], которая была реализована конструкторами из ОАО «Светлоградагромаш». В Ставропольском крае налажен выпуск навесной ППН-(6+1+1)x45 и полунавесной ППП-(6+1+1)x45 модификаций.

Спрос на качающиеся плуги резко возрос в начале 90-х годов и был обусловлен, с одной стороны, необходимостью обеспечивать гладкую вспашку и, с другой стороны, желанием потребителей приобретать для этой цели орудия дешевле оборотных плугов. За рубежом многие компании в короткий срок

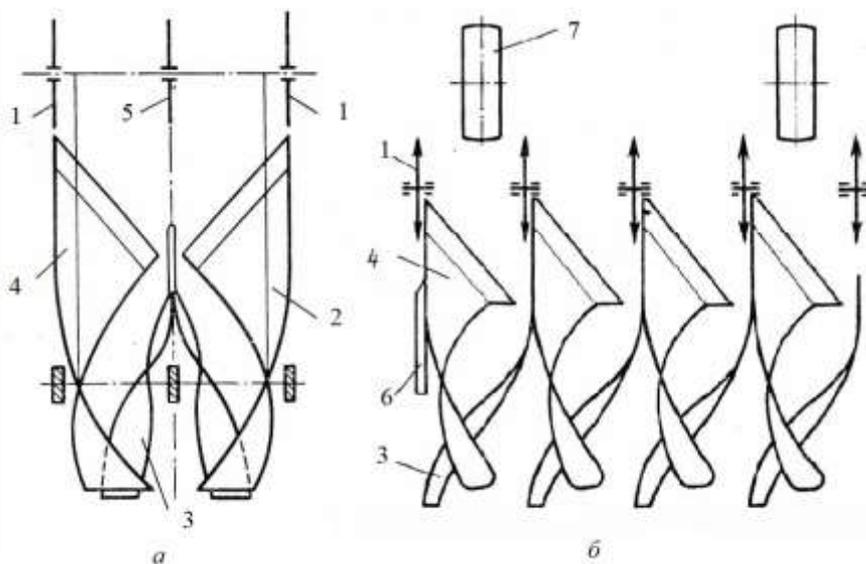
разработали и предложили на рынке различные варианты качающихся плугов. Среди них фирмы «Лемкен», «Фриске», «Кроне», «Ван Лендерих» и др.

Поворотные плуги имеют некоторый выигрыш в материалоемкости за счет меньшего количества технологических и вспомогательных узлов, по сравнению с оборотными и другими плугами, оборудованными двойным количеством рабочих органов. Однако большой набор сопрягаемых деталей и шарнирных соединений, сложная конструкция механизма поворота рамы и корпусов обуславливают высокую стоимость этих машин и недостаточную надежность в условиях эксплуатации.

Было установлено, что удовлетворительное качество вспашки можно получить только на сыпучих легких почвах. Качественный оборот и укладку пласта невозможно обеспечить универсальным, двухпозиционным отвалом с упрощенной геометрической поверхностью. В связи с этим объемы продаж качающихся плугов, несмотря на их ценовую привлекательность, резко упали и составляют в настоящее время не более 5-7% от объемов продаж оборотных плугов [10-14]. В рассматриваемых схемах плугов обрабатываемый почвенный пласт, оборачиваемый под воздействием плужного отвала, смещается в сторону и укладывается в соседнюю борозду.

На принципиально иной схеме (Рисунок 3) построены фронтальные (а) и линейные (б) плуги [5]. Здесь наблюдается полный оборот почвенного пласта и укладка без поперечного смещения в собственную борозду.

В результате и весь пахотный слой при обработке не смещается в сторону, как при традиционном способе вспашки. При этом обернутые на 180° почвенные пласты образуют выровненную слитную поверхность, что и дает основание назвать такую технологию обработки почвы гладкой вспашкой



- 1 – крайние дисковые ножи; 2 – левооборачивающий корпус; 3 – заплужник;  
4 – правооборачивающий корпус; 5 – центральный дисковый нож; 6 – полевая доска;  
7 – колесо опорное

Рисунок 3 – Схемы модуля фронтального (а) и линейного (б) плугов

В 1980-1992 гг. по разработанным комплектам технической документации на опытном заводе ОАО ВИСХОМ и Ярославском заводе технологических конструкций и металлооснастки ОАО «Аксиома» было изготовлено свыше 180 макетных, опытных и опытно-промышленных образцов фронтальных плугов к тракторам класса 2, 3, 4, 5. Фронтальный плуг ПФН-2 успешно прошел предварительные государственные испытания на Северо-Кавказской МИС (1988 г), на Центральной и Поволжской МИС (в 1988-1989 гг.) [10].

Основными преимуществами плугов, выполненных по указанным схемам, перед традиционными и наиболее распространенными оборотными являются меньшая длина орудий, меньшая металлоемкость и стоимость, симметричная конструкция, компенсирующая боковые нагрузки, отсутствие подвижных шарниров, сложных механизмов оборота.

Перспективным продолжает оставаться широкое внедрение гладкой вспашки с использованием плугов реализующих новую технологическую схему полного оборота пласта с укладкой его в собственную борозду.

### *Библиографический список*

1. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины и орудия/ А.Н. Карпенко, К.А. Полевицкий. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1956. – 528 с.

2. Крыгин, С.Е. Василий Прохорович Горячкин-родоначальник агроинженерного образования в России / С.Е. Крыгин // Педагогика и психология как ресурс развития современного общества : Материалы 4-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 04–06 октября 2012 года. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2012. – С. 368-377.

3. Полевицкий, К.А. Сельскохозяйственные машины и орудия/ К.А. Полевицкий - 4-ое изд., перераб.- Л., М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1960. – 648 с.

4. Обоснование эффективности гладкой вспашки поворотным плугом / Б. Н. Нуралин [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(77). – С. 147-150.

5. Рабочая тетрадь по дисциплине "Сельскохозяйственные машины" : для студентов направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия / М. В. Орешкина, В. Д. Липин, В. В. Коченов, С. Е. Крыгин. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 189 с.

6. Плуг, землеобработное орудие/ Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона/ Текст: электронный [сайт]. - URL: [https://gufo.me/dict/brockhaus/Плуг,\\_землеобработное\\_орудие](https://gufo.me/dict/brockhaus/Плуг,_землеобработное_орудие) (дата обращения: 22.10.2024).

7. Паровой плуг Ottomeyer: гигант для глубокой вспашки болот / Текст: электронный [сайт]. - URL: <https://autohs.ru/avtomobili/spetsialnye/parovoj-plug-ottomeyer-gigant-dlya-glubokoj-vspashki-bolot.html?ysclid=m2x8s9xgu719176127> (дата обращения 22.10.2024).

8. Кудрявцев, Н.Е. Почвообрабатывающие машины и орудия (плуги и лушпильники): учеб. пособие/ Н.Е.Кудрявцев. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1951. – 38 с.

9. Дальский Н. Отечественный плуг: ТОП самых интересных и больших моделей/ Н. Дальский // Рынок АПК. – 2024. - №9 (249) сентябрь. - С. 28-33.

10. Лобачевский, Я. П. Семейство фронтальных плугов для гладкой вспашки: специальность 05.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства: дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук / Яков Петрович Лобачевский; Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - Москва: 2000. – 335 с.

11. Крючков, М.М. Применение почвообрабатывающих и посевных комбинированных агрегатов в условиях Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 157 с.

12. Кузюр, В. М. Модернизация плуга ППП-7-40 / В. М. Кузюр, С. И. Будко, Л. С. Киселева // Вестник Брянской ГСХА. - 2021. - № 3 (85). - С. 46-50.

13. Грашков, С. А. Основные дефекты деталей рабочего органа скоростных плугов при абразивном изнашивании / С. А. Грашков, Е. В. Сазонов, Е. Е. Сивак // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 112-117.

14. Системы обработки почв / М. М. Крючков, А. С. Мастеров, Д. В. Виноградов [и др.]. – Горки-Рязань : Book Jet, 2021. – 268 с.

**УДК 635**

*Ларионов А.С., студент 1 курса магистратуры,  
Костенко М.Ю., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ АДАПТИВНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

Анализ органов картофелеуборочных машин является актуальной темой в современном сельском хозяйстве по нескольким причинам. Во-первых, картофель – одна из ключевых сельскохозяйственных культур, играющая важную роль в продовольственной безопасности и экономике многих стран. Оптимизация технологий его выращивания и уборки может существенно повысить эффективность производства и снизить затраты фермеров[1].

Во-вторых, развитие новых технологий и материалов для изготовления картофелеуборочных машин позволяет улучшить их производительность, долговечность и качество уборки. Анализ органов этих машин позволяет выявить и устранить недостатки в конструкции, что способствует разработке более эффективных и технологически прогрессивных решений.

В-третьих, с учетом роста населения и увеличения спроса на продовольствие, необходимо разрабатывать и внедрять более эффективные методы уборки, которые снизят потери урожая и повысят его качество. Анализ органов картофелеуборочных машин также включает изучение влияния различных факторов — от конструкции до условий работы — на результаты уборки.

Рынок сельскохозяйственной техники постоянно меняется, и производители стремятся предложить конкурентоспособные продукты. Поэтому, проведение регулярного анализа и усовершенствование органики картофелеуборочных машин не только способствуют повышению экономической эффективности, но и обеспечивают более устойчивое и рациональное использование сельскохозяйственных ресурсов.

Таким образом, актуальность анализа органов картофелеуборочных машин обусловлена необходимостью повышать эффективность и стабильность производства картофеля, удовлетворять растущий спрос на продукцию и улучшать качество техники, используемой в аграрном секторе.

Органы картофелеуборочных машин представляют собой специализированные элементы, которые обеспечивают эффективность и качество уборки картофеля. Основные разновидности этих органов можно классифицировать по их функциональному назначению и конструктивным особенностям[2].

#### 1. Копающие органы:

- Лемехи: Основные элементы, которые погружаются в почву и отсекают клубни от корней. Лемехи могут быть различной формы и размера, что позволяет адаптировать машину под разные типы почвы.

- Копатели: Механизмы, которые поднимают клубни на поверхность. Они могут быть цепными, дисковыми или вибрационными, каждый тип имеет свои особенности работы и области применения.

#### 2. Сепарационные органы:

- Сита: Используются для отделения клубней от почвы и растительности. Сита могут быть выполнены из различных материалов и иметь разные размеры ячеек в зависимости от размеров собираемого картофеля.

- Вибрационные устройства: Обеспечивают дополнительное просеивание, позволяя клубням проходить через отверстия, а оставшуюся почву и мелкие частицы выбрасывать.

#### 3. Сборочные органы:

- Конвейеры: Автоматизируют процесс сбора клубней, перемещая их к контейнерам для транспортировки. Конвейеры могут быть как горизонтальными, так и наклонными, что позволяет адаптировать их к различным условиям работы.

- Бункеры: Специальные ёмкости для хранения собранных клубней до их транспортировки на склад или в хранилище. Бункеры могут иметь различные объемы в зависимости от размера машины и ожиданий по производительности.

#### 4. Промывочные и сортировочные органы:

- Промывочные машины: Некоторые продвинутые модели картофелеуборочных машин могут оборудоваться системами для промывания клубней, что позволяет сразу после уборки избавляться от грязи и других загрязнений.

- Сортировочные механизмы: Используются для разделения клубней по размеру, что упрощает дальнейшую обработку и упаковку.

Каждый из этих органов играет свою роль в сборе, очистке и сортировке картофеля, обеспечивая максимально высокую производительность и минимальные потери урожая. Современные технологии позволяют интегрировать различные виды органов в одну машину, что значительно улучшает её функциональность и эффективность работы.

Адаптивные рабочие органы — это элементы машин и механизмов, которые способны подстраиваться под изменяющиеся условия работы или среды. Они могут менять свою форму, жесткость, положение или другие характеристики в зависимости от внешних воздействий. Основная задача таких органов – обеспечить оптимальную эффективность работы устройства при различных условиях.

Примеры адаптивных рабочих органов можно найти в различных областях техники. В робототехнике используются манипуляторы с адаптивными захватами, которые могут изменять свою форму для удержания объектов различной геометрии и массы. В автомобилестроении адаптивные подвески изменяют жесткость амортизаторов в ответ на условия дороги, обеспечивая комфорт и безопасность.

Адаптивные рабочие органы также могут применяться в сельском хозяйстве, где механизмы для обработки почвы могут настраиваться под тип почвы и её состояние. В медицине используются адаптивные протезы, которые реагируют на движения и усилия пациента, обеспечивая более естественное взаимодействие.

К основным преимуществам адаптивных рабочих органов относятся: повышение эффективности, снижение энергозатрат, расширение функциональности и улучшение качества выполняемых операций.

Адаптивные органы картофелеуборочных машин играют ключевую роль в процессе сбора картофеля, обеспечивая эффективную и бережную работу. Эти органы разработаны с учетом особенностей растений, типа почвы и условий уборки. К основным адаптивным органам можно отнести корпуса, почвообрабатывающие элементы, транспортеры и системы очистки[3].

1. Корпуса и почвообрабатывающие элементы: Основные функции этих органов заключаются в том, чтобы отрывать клубни от корней и извлекать их из почвы. Корпуса имеют различную форму и конструкцию, что позволяет им адаптироваться к различным типам почвы — от легких песчаных до тяжелых глинистых; они способны обеспечивать минимальное повреждение клубней.

2. Транспортеры: Они используют различные механизмы и материалы, чтобы мягко перемещать собранные клубни к сортировочным узлам.

Транспортеры могут иметь регулируемую высоту и угол наклона, что позволяет адаптироваться к разным условиям работы и типам машин.

3. Системы очистки: После сбора картофеля важно удалить с него землю и другие загрязнения. Адаптивные системы очистки могут изменять свою работу в зависимости от степени загрязненности клубней, что позволяет сократить время и усилия, затрачиваемые на это.

4. Сенсоры и автоматизация: Современные картофелеуборочные машины всё чаще интегрируют сенсоры, которые анализируют состояние поля, влажность почвы и другие параметры в реальном времени. Это позволяет оператору принимать обоснованные решения и настраивать машины для оптимальной работы.

Таким образом, адаптивные органы картофелеуборочных машин помогают не только повысить производительность процесса сбора, но и минимизировать потери и повреждения, что особенно важно в условиях современного сельского хозяйства.

В целом анализ адаптивных органов картофелеуборочных машин показывает, что современные технологии и конструктивные решения в этой области значительно увеличивают эффективность и производительность процесса уборки корнеплодных культур. Адаптивные органы, такие как специальные механизмы для обработки почвы, системы регулирования глубины и ширины вспашки, а также устройства для минимизации повреждений клубней, в значительной степени повышают качество работы машин и улучшают конечный продукт. Применение сенсорных технологий и автоматизации позволяет оперативно реагировать на изменения в условиях работы, такие как влажность почвы, тип грунта и степень созревания растений, что способствует оптимизации процесса уборки [4-14].

Кроме того, высококачественное проектирование адаптивных органов приводит к снижению затрат на обслуживание и повышению долговечности оборудования. Адаптационные способности машин позволяют не только снизить риски, связанные с механическими повреждениями, но и сократить трудозатраты, что является важным фактором в условиях современной агрономии, где требования к экономической эффективности и экологии постоянно возрастают.

В целом, развитие адаптивных органов картофелеуборочных машин – это необходимый шаг к более рациональному использованию ресурсов и внедрению устойчивых подходов в сельском хозяйстве. Однако для обеспечения наилучшей производительности таких машин необходимо проводить регулярные испытания и исследования, опираясь на опыт пользователей и отзывы работников сельского хозяйства.

### ***Библиографический список***

1. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный

журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.

2. Тришкин, И. Б. Совершенствование рабочих органов картофелеуборочных машин / И. Б. Тришкин, А. В. Паршков // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 399-403.

3. Сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных комбайнов / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Р. В. Безносок, А. А. Кутыраев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-28.

4. Совершенствование конструкции картофелеуборочного комбайна / Г. Е. Канюка, А. Д. Кравченко, М. В. Дроздов, А. А. Редкокашин // Голоса молодых - развитию АПК Приморского края : Сборник студенческих статей по материалам выпускных квалификационных работ. В 4-х частях / Отв. редактор И.И. Бородин. Том Часть I. – Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 37-45.

5. Совершенствование картофелеуборочного комбайна для уборки картофеля / Д.В. Колошеин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 198. – С. 136-146.

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

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

8. 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.

9. Голиков, А. А. Перспективные направления развития сепарирующих устройств корнеклубнеуборочных машин / А. А. Голиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 4(20). – С. 103-105.

10. Торикив, В. Е. Овощеводство: учеб. пособие для вузов / В. Е. Торикив, С. М. Сычев. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. – 124 с.

11. Захаров, А. В. Анализ условий и результатов функционирования картофелеуборочных машин в условиях сельскохозяйственных предприятий / А. В. Захаров, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х

томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 299-301.

12. Крыгина, Е. Е. Применение картофелекопателей с инновационными рабочими органами / Е. Е. Крыгина, С. Е. Крыгин, И. А. Паршин // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Мичуринск, 24–26 октября 2018 года / Под общей редакцией В.А. Солопова. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2018. – С. 55-58.

13. Технология хранения сельскохозяйственной продукции : Зерновые массы, картофель, плоды и овощи / О. А. Захарова, Ф. А. Мусаев, Д. Е. Кучер, О. В. Черкасов. – Рязань: РГАТУ, 2022. – 215 с.

14. Соколов, А.А. Адаптивные технологии производства картофеля в условиях Нечерноземной зоны: Учебное пособие / А. А. Соколов, Д. В. Виноградов, И. С. Питюрина. – Рязань, 2023. – 186 с.

15. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

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

17. Анализ процесса выгрузки сельскохозяйственной продукции из усовершенствованного кузова тракторного прицепа / С. В. Колупаев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 112. – С. 778-801.

## **УДК 62-5**

*Ларионов А.С., студент 1 курса магистратуры,  
Костенко М.Ю., д-р техн. наук, профессор,  
Желтоухов А.А., ассистент кафедры  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

Современное сельское хозяйство требует постоянного совершенствования технологий и процессов, направленных на повышение эффективности производства и минимизацию затрат. Одним из ключевых звеньев в этом контексте является механизация сельскохозяйственных работ, особенно таких, как уборка картофеля. Картофелеуборочные комбайны играют незаменимую роль в обеспечении своевременной и качественной уборки

урожая, однако их эффективность непосредственно зависит от надежности и точности контроля технологического процесса[1]. В условиях растущих требований к скоростям производства, как к количественным, так и к качественным, становится актуальным исследование и анализ существующих способов и технологий контроля за работой этих машин.

Актуальность изучения способов контроля процессов работы картофелеуборочных комбайнов объясняется несколькими факторами. Во-первых, современные методы агрономической практики требуют более тщательного подхода к управлению урожайностью, что делает необходимым создание систем мониторинга и управления для улучшения эффективности работы оборудования. Во-вторых, наряду с увеличением объемов производства, необходимо учитывать и вопросы экологии, что подчеркивает важность оптимизации работы комбайнов для снижения воздействия на окружающую среду. В-третьих, внедрение инновационных технологий, таких как автоматизация и использование IT-решений, открывает новые горизонты для повышения качества контроля за технологическими процессами. Таким образом, анализ существующих методов контроля технологического процесса картофелеуборочного комбайна будет способствовать не только повышению его эффективности, но и более рациональному использованию ресурсов, что в свою очередь отразится на итоговом успехе сельскохозяйственного производства в целом.

Контроль технологического процесса комбайна включает в себя множество методов и подходов, направленных на оптимизацию работы машины и повышение её производительности[2]. Один из основных способов – это автоматизация управления, предполагающая использование современных систем, таких как электронные и компьютерные контроллеры, которые позволяют в реальном времени отслеживать и регулировать работу различных узлов и агрегатов комбайна.

Другим важным аспектом является применение информационных технологий, например, систем диспетчеризации и мониторинга, которые позволяют собирать данные о производительности, расходе топлива, состоянии машин и т.д. Полученные показатели используются для анализа работы комбайна и для принятия решений по его техническому обслуживанию и настройке.

Кроме того, контроль может осуществляться через использование сенсорных технологий, которые позволяют отслеживать состояние почвы, урожайность и многие другие параметры в процессе работы. Это дает возможность более точно регулировать рабочие процессы и повышать качество уборки.

Важным элементом является также обучение операторов, так как квалификация и знания экипажа напрямую влияют на эффективность работы комбайна. Операторы должны уметь правильно интерпретировать сигналы систем контроля и производить необходимые настройки в зависимости от изменяющихся условий на поле.

В дополнение к этим методам, не следует забывать о регулярной проверке и техническом обслуживании машин, которое также является важной частью контроля технологического процесса: плановые проверки позволяют выявлять возможные проблемы до их появления и способствуют продлению срока службы оборудования.

Так же следует учитывать, что для оправданности использования различных методов контроля как по отдельности, так и совместно друг с другом, они должны быть экономически обоснованы и выгодны, в пример можно привести следующие методики:

1. Автоматизация процессов: Внедрение систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП) позволяет существенно снизить расходы на трудозатраты и минимизировать человеческий фактор. Использование сенсоров для сбора данных о состоянии оборудования и процессов позволяет в реальном времени контролировать параметры и оперативно корректировать их.

2. Искусственный интеллект и машинное обучение (AI/ML): Эти технологии помогают предсказывать возможные отклонения и поломки оборудования на основе анализа больших объемов данных. AI/ML может прогнозировать время замены оборудования, что позволяет избежать незапланированных остановок и уменьшить затраты на обслуживание.

3. Аналитика данных: Большие объемы данных, собираемые в процессе, могут анализироваться с помощью продвинутых аналитических инструментов. Это позволяет выявить узкие места в производственном процессе, оптимизировать использование сырья и повысить общую производительность.

4. Интернет вещей (IoT): Устройства IoT могут быть использованы для отслеживания состояния оборудования и производственных процессов в реальном времени. Это дает возможность своевременно принимать меры по предотвращению сбоев и оптимизации работы.

5. Стандарты и сертификация: Внедрение современных систем управления качеством, таких как ISO 9001, способствует объективной оценке процессов и минимизации отходов, что также влияет на экономическую эффективность.

Каждый из вышеперечисленных методов может быть внедрен по отдельности или в комбинации, в зависимости от специфики производства и его требований. Основным экономическим преимуществом является уменьшение операционных затрат, повышение скорости реакции на отклонения и улучшение качества продукции.

Перспективы развития технологий мониторинга охватывают широкий спектр направлений и могут существенно изменить подход к управлению данными, обеспечению безопасности и повышению эффективности различных процессов. В первую очередь, стоит отметить развитие Интернета вещей (IoT), который способствует созданию взаимосвязанных систем, способных собирать и анализировать данные в реальном времени. Это открывает новые горизонты

для мониторинга производственных процессов, экологии, здоровья и даже бытовых нужд.

Кроме того, значительно возрастает роль больших данных и анализа в режиме реального времени. Инструменты для обработки больших объемов информации становятся более доступными и мощными, что позволяет выявлять закономерности, предсказывать тенденции и оперативно реагировать на изменения. Это особенно актуально в областях, таких как транспорт, финансы и здравоохранение, где скорость и точность анализа данных играют ключевую роль.

Развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения также оказывает значительное влияние на мониторинг. AI позволяет не только автоматизировать процессы сбора и анализа данных, но и предлагать эффективные решения на основе выявленных закономерностей. В частности, в медицине это может привести к более точной диагностике и предотвращению заболеваний на ранних стадиях, а в сфере безопасности — к более эффективному выявлению и предотвращению.

Нельзя забывать и о росте требований к защите данных и конфиденциальности. С развитием мониторинговых технологий становится необходимым разработка новых стандартов и протоколов безопасности, чтобы гарантировать защиту личной информации и предотвратить ее неправомерное использование. Это может привести к созданию инновационных систем анонимизации и шифрования данных.

В итоге, технологии мониторинга имеют значительный потенциал для трансформации множества секторов экономики и общества в целом. Однако, с этим приходят и новые вызовы, которые требуют внимательного подхода и продуманных решений [3].

Системы мониторинга и контроля технологического процесса комбайна играют ключевую роль в обеспечении эффективной работы сельскохозяйственных машин. Эти системы позволяют в реальном времени отслеживать состояние различных агрегатов комбайна, включая двигатели, жатки, системы очистки и другие важные узлы. Благодаря внедрению современных технологий, таких как сенсоры, системы GPS и программное обеспечение для анализа данных, операторы могут получать актуальную информацию о работе техники, что позволяет осуществлять своевременное техобслуживание, предотвращать поломки и оптимизировать рабочие процессы.

Кроме того, системы мониторинга способствуют повышению производительности комбайна, так как они позволяют адаптировать настройки работы машины к конкретным условиям поля и типу культур. На основе собранных данных можно проводить анализ эффективности работы, выявлять узкие места и разрабатывать стратегии их устранения. Это не только снижает затраты на эксплуатацию, но и повышает урожайность, что является важным аспектом в условиях современного агроэкономического рынка.

Внедрение таких систем также способствует повышению уровня безопасности работы аграрных машин. Мониторинг состояния техники позволяет выявлять потенциальные проблемы еще до их возникновения, что минимизирует риски несчастных случаев и обеспечивает защиту как операторов, так и оборудования [4-13].

Таким образом, системы мониторинга и контроля технологического процесса комбайна являются важным элементом, способствующим оптимизации аграрного производства, повышению эффективности работы и улучшению безопасности машин. Будущее сельского хозяйства, несомненно, связано с дальнейшим развитием и внедрением таких технологий, что открывает новые горизонты для повышения результативности и устойчивости отрасли.

### ***Библиографический список***

1. Основные технологии уборки картофеля и технологические схемы картофелеуборочных комбайнов / Г. К. Рембалович [и др.] // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 55-60.

2. Горина, Т.В. Контроль технологического процесса картофелеуборочных машин / Т. В. Горина, Н. А. Костенко, М. Ю. Костенко // СБОРНИК научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2008. – С. 69-70.

3. Костенко, М.Ю. Управление технологическим процессом картофелеуборочной машины / М. Ю. Костенко, Н. А. Костенко // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК : материалы научно-практической конференции посвященной 165-летию со дня рождения П.А. Костычева, Рязань, 02–07 сентября 2010 года. – Рязань, 2010. – С. 134-137.

4. Тенденции развития конструкций картофелеуборочной техники / К. А. Краснящих [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2019. – № 3(91). – С. 39-44.

5. Совершенствование картофелеуборочного комбайна для уборки картофеля / Д.В. Колошеин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.. – 2024. – № 198. – С. 136-146.

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

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

8. Исследование адаптивной модели уборки картофеля / А. В. Паршков и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 103-110.

9. Ториков, В. Е. Овощеводство: учеб. пособие для СПО / В. Е. Ториков, С. М. Сычев. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2020. – 124 с.

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

11. Влияние параметров рабочего ротационного органа на энергетические показатели / В. М. Переведенцев [и др.] // Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА : 50-летию академии посвящается / Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. Том 1. – Рязань : Сахара, 1999. – С. 262-264

12. Using the biologization elements in potato cultivation technology / I. S. Pityurina, D. V. Vinogradov, E. I. Lupova, M. V. Evsenina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. – Smolensk: IOP, 2021. – P. 032047.

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

14. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: ВНИИМСХ, 2013. – С. 275-277.

15. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

16. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

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

**УДК 632.937.12:632.937.1**

*Подлеснова Т.В., магистр,  
Липин В.Д., канд. техн. наук, доцент,  
Даниленко Ж.В., соискатель  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **КУЛЬТИВАТОР КПМ-5,6, ПРИНЯТЫЙ ЗА БАЗОВУЮ МАШИНУ**

Культиватор КПМ-5,6 (Рисунок 1) предназначен для проведения междурядных обработок и подкормки посевов пропашных культур.



Рисунок 1 – Культиватор КПМ-5,6

Культиватор КПМ – 5,6 снабжается основными рабочими органами, а также транспортным устройством (КПМ-5,6-01), приспособлением для внесения жидких удобрений (КПМ-5,6Т-01) и приспособлением для внесения гранулированных удобрений (КПМ-5,6ТП-01).

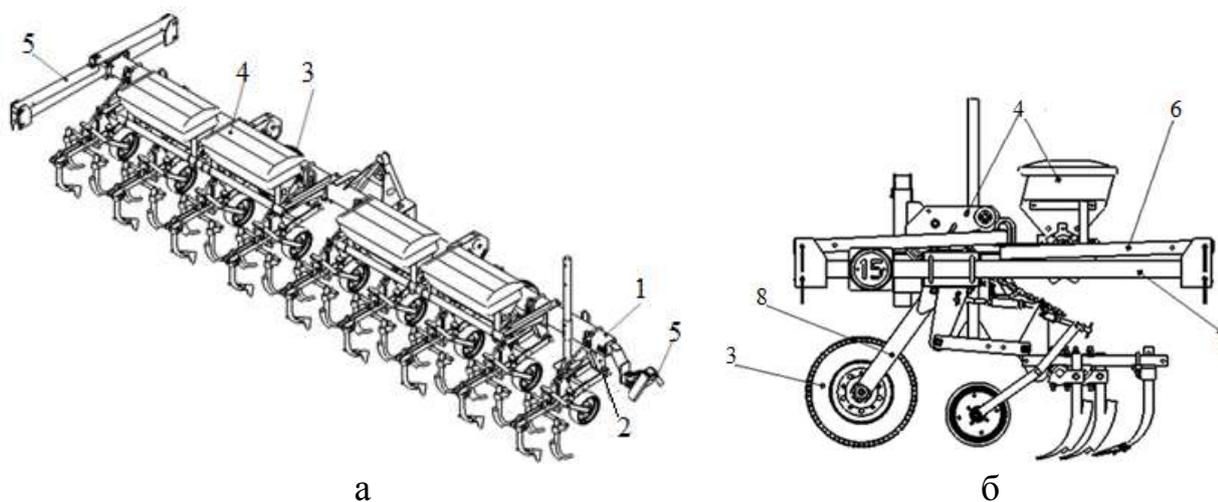
Культиваторы агрегатируются с тракторами класса 1,4-2.

Культиватор легко переоборудовать для ухода за посевами сои [1, 2, 3, 4,

5, 6]. При уходе за посадками картофеля имеется возможность снабдить культиватор устройствами для борьбы с колорадским жуком [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Однако следует учитывать, что ширина культиватора должна быть равна ширине посевного или посадочного агрегата.

При загрузке культиватора удобрениями следует работать с использованием средств индивидуальной защиты.

Культиваторы КПМ – 5,6 является навесной машиной, состоящей из рамы 1 (Рисунок 2), на которой крепятся: два опорных колеса 2 и 3. Колеса опорные 2 и 3 закреплены на стойках 8. На раме 1 установлено девять секций с рабочими органами и система высева гранулированных удобрений 4, транспортное устройство 5, сница 6 и стойка 7.



а – вид сзади, справа; б – вид сбоку; 1 – рамы; 2, 3 – опорные колеса; 4 – система высева гранулированных удобрений; 5 – транспортное устройство; 6 – сница; 7 – стойка; 8 – стойка  
Рисунок 2 – Общий вид культиватора КПМ-5,6ТП-01

Для транспортировки по дорогам культиватор КПМ – 5,6 ТП-01 снабжается транспортным устройством вдоль ширины захвата. Опорой при транспортировке служит балка, на которую на стойках 8 устанавливаются опорные колеса.

У транспортного приспособления 5, сница 6, стойки 7 и 8 являются съемными.

Конструкция опорных колес 3 предусматривает их использование в рабочем и транспортном положениях.

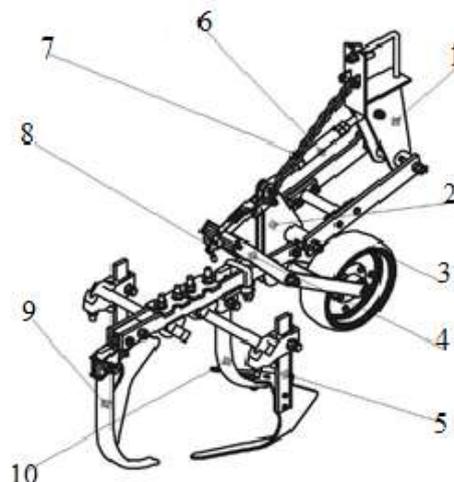
Секция рабочих органов представлена на рисунке 3.

В зависимости от задач междурядных обработок на секциях устанавливаются от одного до четырёх рабочих органов. В транспортном положении секция удерживается цепью 7.

Колеса, несущие на пневматических шинах смонтированы на консольной оси. Давление воздуха в шинах – 0,3 МПа. Колеса, смонтированные на консольной оси, снабжены колпаками со звездочками, которые передают вращение к туковысевающим аппаратам.

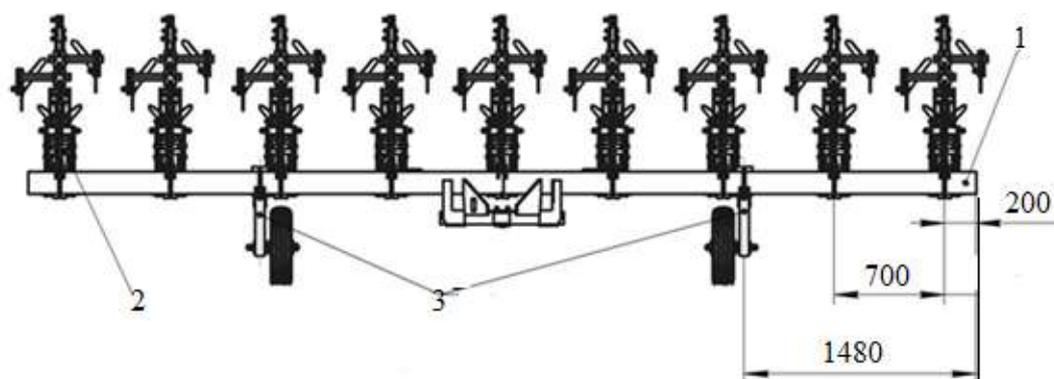
Для подготовки культиватора к работе необходимо:

Культиватор установить на ровной площадке. Изменением длины центральной тяги трактора раму 1 культиватора установить в горизонтальное положение (Рисунок 4).

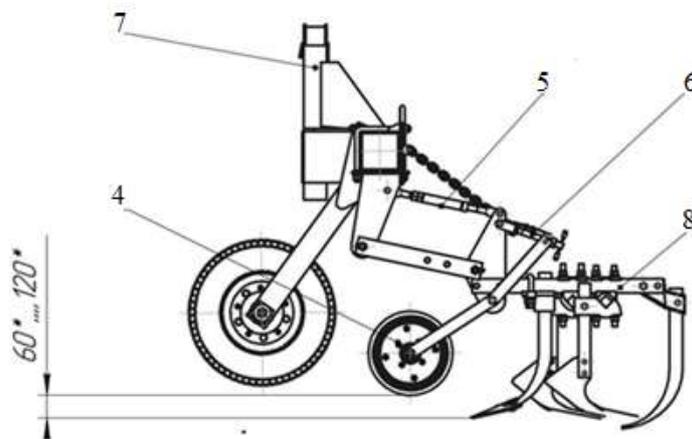


1 – кронштейн; 2 – корпус; 3 – каток; 4 – поводок; 5 – стойка с лапой бритвой (возможна комплектация с долотом) лапа 8,5 см; 6 – талреп; 7 – цепь; 8 – регулятор; 9 – лапа 8,5 см; 10 – стойка

Рисунок 3 – Общий вид секции культиватора



а



б

а – вид спереди; б – вид сбоку; 1 – рама; 2 – секция; 4 – опорное колесо секции; 5 – талреп; 6 – регулировочный винт; 8 – навеска секции

Рисунок 4 – Подготовка культиватора к работе

Навеска секций 8 горизонтально устанавливается вращением талрепа 5.

Регулировочным винтом 6 установить поводок колеса 6 в крайнее положение. Рабочие органы установить так, чтобы лезвия касались площадки.

Глубина обработки почвы рабочими органами устанавливается регулировочным винтом 6. При этом лезвия лап должны находиться в одной плоскости.

Рабочие органы по ширине захвата устанавливаются по схемам (Рисунок 3) путем передвижения секций по брусу рамы 1 и держателями рабочих органов находящихся на навеске секций.

При работе без подкормочного приспособления используются крайние лапы бритвы и центральная лапа 270 мм. При работе с подкормочным приспособлением используются боковые лапы с раструбами.

Для ухода за посевами с внесением удобрений в междурядья необходимо подсоединить тукопроводы к аппаратам скобами и соединить их с трубкой на лапе. Натянуть цепи и установить ограждения. Норма высева удобрений устанавливается согласно таблице 1 и рисунка 5.

Таблица 1 – Варианты установки передаточных чисел на туковысевающий аппарат

№ п.п.	Q кг/га	Передаточное число U	Количество зубьев Z					
			A	B	C	Д	E	K
1	51	0,212	15	21	13	27	15	15
2	57	0,245	15	21	13	27	15	15
3	67	0,273	15	21	13	21	15	15
4	76	0,315	15	21	15	21	15	15
5	100	0,417	21	15	13	27	15	15
6	117	0,481	21	15	15	27	15	15
7	130	0,536	21	15	13	21	15	15
8	150	0,619	21	15	15	21	15	15

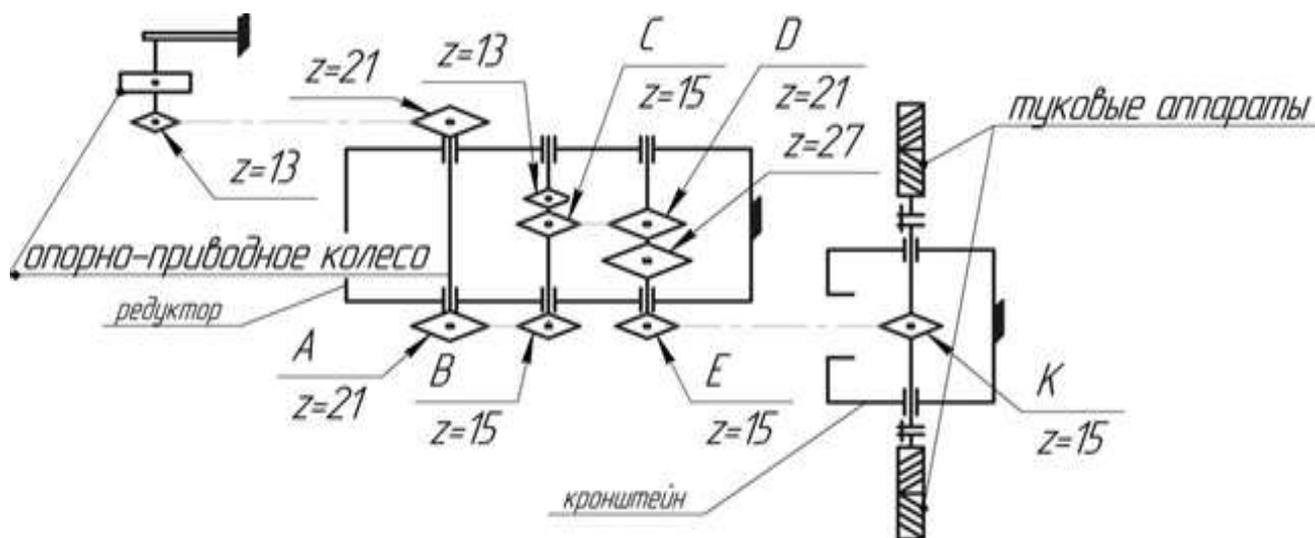


Рисунок 5 – Кинематическая схема привода системы высева гранулированных удобрений

Перед началом работы следует проверить техническое состояние культиватора, правильность установки секций на междурядья и положение рабочих органов, закрепленных на секциях.

Перевод культиватора в рабочее положение установкой рычага распределительного устройства трактора в позиции из «нейтрального» в «плавающее» положение.

Для обеспечения равномерной глубины обработки почвы рабочими органами всех секций стойки рабочих органов должны всегда находиться в вертикальном положении.

Положение рабочих органов устанавливается путем изменения длины центральной тяги трактора.

Поворот агрегата следует осуществлять при выглубленных из почвы рабочих органах. При заглубленных в почву рабочих органах культиватора не рекомендуется подавать трактор назад. При переезде агрегата через канавы и другие неровности культиватор должен находиться в транспортном положении.

### ***Библиографический список***

1. Гуреева Е.В. Сравнительная характеристика сортов сои северного экотипа / Е.В. Гуреева // Наука и инновации АПК: Материалы VI Международной науч. - практ. конф. Кемерово, 2007. – С. 76-77.

2. Возможности возделывания сои в Рязанской области / В.Д. Липин [и др.] // Сб. Вестник совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. - № 1 (6). – С. 32-35.

3. Липин В.Д. Обоснование параметров и совершенствование вертикально-дискового аппарата для высева семян сои : автореф. дис. ...канд-та техн. наук : спец. 05.20.01 / В.Д. Липин ; МИИСП им. В.П. Горячкина. - Москва, 1993. – 18 с.

4. Авторское свидетельство № 1676478 А1 СССР, МПК А01С 7/00. Способ посева семян пропашных культур : № 4698746 : заявл. 29.05.1989 : опубл. 15.09.1991 / Г. Е. Листопад, В. А. Сакур, В. И. Комиссаров, В. Д. Липин ; заявитель Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина.

5. Патент № 2127032 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, А01С 7/04. Способ высева семян и устройство для его осуществления : № 97100615/13 : заявл. 16.01.1997 : опубл. 10.03.1999 / В. Д. Липин, С. А. Шишлов ; заявитель Приморская государственная сельскохозяйственная академия.

6. Патент № 2042303 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Способ посева сои : № 5055053/15 : заявл. 16.07.1992 : опубл. 27.08.1995 / В. Д. Липин ; заявитель Приморский сельскохозяйственный институт.

7. Липин, В.Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, М.Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве :

материалы национальной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023. – Рязань: РГАТУ, С. 178-185.

8. Липин, В.Д. Колорадский жук / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, В.П. Топилин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК - 2023 : Материалы научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н. профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023. – Рязань: РГАТУ. - С. 104-110.

9. Патент на полезную модель № 193862 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Машина для защиты посадок картофеля от колорадских жуков и его личинок : № 2019113636/13 : заявл. 30.04.2019 : опубл. 19.11.2019 / Н.В. Бышов [и др.] ; заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

10. Патент на полезную модель № 184623 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Машина для защиты посадок картофеля от колорадских жуков и его личинок : № 2018114559/13 : заявл. 19.04. 2018 : опубл. 01.11.2018 / Н.В. Бышов [и др.] ; заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

11. Крючков, М.М. Применение почвообрабатывающих и посевных комбинированных агрегатов в условиях Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 157 с.

12. Булдышкин, К. В. Стенд для лабораторных испытаний рабочего органа культиватора-удобрителя / К. В. Булдышкин, И. Ю. Богданчиков // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 9-10.

13. Михальченков, А. М. Компьютерные технологии при измерении износов стрельчатых лап культиваторов / А. М. Михальченков, С. А. Феськов, В. Н. Рыжик // Вестник Брянской ГСХА. - 2016. - № 2 (54). - С. 89-93.

14. Совершенствование экономического механизма повышения эффективности воспроизводственного процесса в зерновой отрасли / А. И. Алтухов [и др.]. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2019. – 175 с.

15. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

16. 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.

*Саая С.-С.Ш., старший преподаватель  
ТувГУ, Кызыл, Республика Тыва, РФ  
Научный руководитель: Орловский С.Н., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО КрасГАУ, г. Красноярск, РФ  
Карнаухов А.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО СибГУб, г. Красноярск, РФ*

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ПЛАВУЧИХ КОМПЛЕКСОВ ПО ЗАГОТОВКЕ КОРМОВ НА ОСТРОВАХ И В ПОЙМАХ РЕК**

Зоной применения плавучих машинных комплексов (далее по тексту ПМК) являются острова и поймы судоходных рек Российской Федерации. Заготовка травяных брикетов должна производиться до тех пор, пока травостой островных и пойменных угодий обеспечивает получение корма, но ниже третьего класса. Затем технологические линии должны перестраиваться на производство кормовых брикетов с использованием в качестве связующего компонента, например, концентрированные корма [1, 2, 3],

ПМК для заготовки брикетированных кормов должен включать в себя:

- комплект сельскохозяйственной техники для скашивания, измельчения, погрузки и транспортировки зеленой массы растений с покоса до места стоянки завода;
- плавучий завод по переработке зеленой массы в брикеты ила гранулы;
- жилищно-битовой блок (брандвахту);
- теплоход для буксировки плавучего завода, транспортных бирж и проведения швартовых работ (может использоваться на договорной основе с речным флотом);
- разъездной катер для производственно-бытового обслуживания.

### *Объекты и методы исследования*

Комплект сельскохозяйственной техники призван обеспечивать заготовку зеленой массы в требуемом количестве согласно заданной мощности ПМК. При этом заготовка сырья должна осуществляться с соблюдением следующих качественных показателей:

- высота скашивания растений не должна превышать 60-70 мм;
- трава, поступающая на переработку, должна быть измельчена по длине до 10-30 мм и толщине не более 6 мм.
- Частицы резки в измельченной траве длиной до 30 мм должны составлять не менее 80% всей массы, длиной 100-110 мм - не более 2%.
- Траву, в которой обнаружены частицы длиной более 110 мм, без дополнительного измельчения считать непригодной;
- для получения высококачественного корма необходимо использовать свежескошенные травы.

Запас зеленой массы на накопительной площадке не должен превышать двухчасовой работы сушильного агрегата.

С целью обеспечения надежной работы серийной сельскохозяйственной техники для заготовки зеленой массы на переувлажненных островных и пойменных почвах необходима ее модернизация и, в первую очередь, повышение проходимости и уменьшение удельного давления на грунт несущими системами машин и движителями. Подача зеленой массы с берега на борт плавучего завода должна осуществляться механизированным способом с помощью накопителя зеленой массы, размещенного на берегу, и системы транспортеров, имеющих шарнирное соединение с судном и убирающихся в положение «транспортное» при перемещении плавучего завода или мобильными погрузчиками и автосамосвалами. Конструкция элементов системы подачи зеленой массы должна обеспечивать приведение их в рабочее состояние не более чем за 1-1,5 часа.

Для перевозки тракторов и сельскохозяйственной техники на базовом судне должна быть предусмотрена площадка необходимого размера. Возможно использование для этих целей отдельных барж-площадок, грузоподъемность которых обеспечивает размещение этой техники. При этом для заезда и съезда техники предусматривается трап, убирающийся в транспортное положение при перемещениях.

Результаты исследования и их обсуждение

Плавучий кормбикормовый завод размещается на барже-площадке. В его состав входят:

- технологическое оборудование для производства брикетов из пойменного травостоя;
- машинное отделение с дизель-генераторами, запасом топлива и масла;
- запорочные колонки для заправки сельскохозяйственной техники;
- отгрузочно-складское кормовое отделение;
- ремонтная мастерская со складом запчастей.

Грузоподъемность базового судна и площадь его палубы должны обеспечивать размещение всего оборудования по нормам типового проектирования. Оно должно быть переоборудовано в соответствии технической документацией, утверждённой Речным Регистром РФ и укомплектовано спецоборудованием, обеспечивающим надежное и безопасное плавание [4].

Технологическое оборудование должно быть защищено от атмосферных осадков палубными надстройками. Технологический процесс производства брикетированных кормов, включающий искусственную сушку исходного сырья, кондиционирование и брикетирование кормовой массы, сортировку и охлаждение брикетов, должен обеспечивать поточность всех процессов с механизацией загрузки исходного сырья и выгрузки готового продукта.

Высокотемпературная искусственная сушка зеленой массы - сложная технологическая операция. Основными ограничениями являются температура и влажность резки на выходе из агрегата. Нагрев материала, происходящий при

искусственной сушке, отрицательно действует на питательные вещества и обуславливает их потери. Оптимальным считается нагрев материала в сушильном барабане до температуры 60°C (возможный интервал нагрева 50 - 80°C), Он достигается, если температура теплоносителя на входе в сушильный барабан выдерживается в пределах 400 - 600°C, на выходе из него - 90-120°[5-7]. При такой температуре теплоносителя готовый корм почти не отличается по питательным свойствам от исходного сырья, исходное сырье сушат не до полного обезвоживания, а до определенной влажности, которая является оптимальной для хранения и дальнейшей переработки корма. Отрицательное воздействие на корм оказывает как недосушивание, так и пересушивание зеленой массы. Оптимальная влажность травяной резки находится в пределах 12-16%. В случае если резка идет от агрегата непосредственно на брикетирование, то влажность может быть увеличена до 17%.

Брикетирование - процесс прессования кормов при помощи внешних сил с целью получения компактных изделий заданной форма, размера и плотности. Брикеты, предназначенные для последующей переработки или закладываемые на хранение сроком свыше 2 месяцев должны иметь плотность 700 - 1200 кг/м<sup>3</sup>, а идущие непосредственно на скармливание животным - 500-700 кг/м<sup>3</sup>. Процесс брикетирования сопровождается интенсивным нагревом. Корм разогревается до высоких температур и имеет низкую прочность. При прессовании допускается нагрев брикетов до температуры 70°C [8].

Горячие брикеты сильно разрушаются при транспортных и перегрузочных операциях и непригодны для временного складирования. Поэтому охлаждение брикетов после прессования является обязательной операцией. Осуществляется она в специальных охладительных установках, в которых с охлаждением одновременно происходит и подсушивание брикетов. После охлаждения влажность травяных брикетов должна быть в пределах 9 - 14%, а температура не должна превышать более чем на 8°C температуру окружающего воздуха. Снижение температура и удаление влаги с поверхности брикетов способствует укреплению их структуры и повышению механической прочности. Крошимость готовых брикетов должна быть более 15%. В процессе брикетирования наряду с кондиционными брикетами подаётся некоторое количество небрикетированной массы, которая должна отделяться от брикетов и поступать на повторное прессование. Допустимое количество небрикетированной массы – 6%. Выгрузка, готовых брикетов в трюм сухогрузной баржи должна осуществляться системой бортовых транспортеров при предварительном взвешивании или дозировании продукции. При складировании, временном хранении и транспортировании брикетов в хозяйства потребителей недопустимо попадание на продукцию солнечной радиации, атмосферных осадков или воды [9, 10, 11, 12, 13].

Заключение. Все требования оказывают значительное влияние не только на выбор состава машин и оборудования, но и технологический процесс производства травяных кормов в условиях пойменных лугов плавучими машинными комплексами.

### *Библиографический список*

1. Глушкова, Ю. О. Стратегия развития отдаленных районов российских регионов на основе цифровизации / Ю. О. Глушкова // Актуальные аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного хозяйственного развития : Сборник статей XXXIII Международной научно-практической конференции, Сочи, 04–06 октября 2018 года / Под редакцией Г.Б. Клейнера, В.В. Сорокожердьева, З.М. Хашевой. – Сочи: АНО "Научно-исследовательский институт истории, экономики и права", 2018. – С. 109-115.
2. Ковальчук, А. Н. Особенности эксплуатации сушильных агрегатов в поймах рек / А.Н. Ковальчук. - Красноярский государственный аграрный университет. - Красноярск, Россия, 2010. - С. 120-127.
3. Заготовка кормов в поймах рек плавучими комплексами / А.Н. Ковальчук [и др.]. – Красноярск, 2010 – 415 с.
4. Комаров, В.И. Оптимальная загрузка агрегатов АВМ / В.И. Комаров, М.Ю. Новоселов, Н.О. Шевчук // Техника в сельском хозяйстве. – 1981 – № 10.
5. Шевчук, Н.О. Оптимизация режима работы топливной аппаратуры агрегатов АВМ-0,65Ж и АВМ-1,5А / Н.О. Шевчук, М.Ю. Новоселов // Техника в сельском хозяйстве. – 1984 – № 1 – С. 44.
6. Долбаненко, В.М. Машины и оборудование в животноводстве / В.М. Долбаненко, А.Н. Ковальчук. - Краснояр. гос. аграр. ун-т 2017, стр. 96-105.
7. Нетрадиционные технологии заготовки кормов в Сибири / А. Н. Ковальчук [и др.] ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск : Красноярский ГАУ, 2010. – 342 с.
8. Ковальчук А.Н. Разработка технологии и совершенствование средств механизации заготовки брикетированных кормов плавучими машинными комплексами в поймах рек : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01. – Ленинград-Пушкин, 1984. – 274 с.
9. Чистова Н. Г. Комплексное использование древесины курс лекций для студентов вузов / Н. Г. Чистова, Г. С. Миронов ; М-во образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Сибирский гос. технол. ун-т», Лесосибирский фил. - Красноярск : 2011. - 226 с. : и
10. Карамнова Н.В. Управление технологиями : учебное пособие / Н.В. Карамнова, В.М. Белоусов. – Мичуринск : Мичуринский ГАУ, 2018. – 27
11. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области / Н. В. Бышов, А. М. Лопатин, К. Н. Дрожжин, А. Н. Бачурин // Сборник научных трудов, посвященный 55-летию инженерного факультета. – Рязань: РГАТУ, 2005. – С. 43-47.
12. Беспалов, В. Г. Заготовка прессованного сена в крестьянском (фермерском) хозяйстве / В. Г. Беспалов, Д. Е. Голиков, С. Е. Крыгин // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский

государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 25-30

13. Обеспеченность кормами в Рязанской области / К. Д. Сазонкин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Матер. VIII Междунар. науч.-практич. конф. – Рязань, 2024. – С. 294-298.

**УДК 631 .172**

*Саая С.-С.Ш., старший преподаватель  
ТувГУ, Кызыл, Республика Тыва, РФ  
Научный руководитель: Орловский С.Н., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО КрасГАУ, г. Красноярск, РФ  
Карнаухов А.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО СибГУб, г. Красноярск, РФ*

## **РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧНЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА**

Интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается наращиванием энергопотребления. Проведенные подсчёты показывают, что за каждые 15 лет потребление энергии в сельскохозяйственном производстве возрастает в 2 раза. Увеличение производства сельскохозяйственной продукции на 1% сопровождается ростом энергозатрат в сельском хозяйстве на 2-3 % [1-3]. В самом общем разделении потоки энергии, пронизывающие указанную энергетическую систему, распадаются на 2 класса: естественные и техногенные. При этом биологический и промышленный аспекты энергетики сельского хозяйства тесно взаимосвязаны [4, 5].

**Объекты и методы исследования**

Растения и животные расходуют энергию не только на прирост биомассы, но и на преодоление неблагоприятных условий внешней среды. Человек, используя техногенные энергоресурсы, уменьшает затраты растений и животных на поддержание их жизнедеятельности. Для животных, например, строят отопляемые помещения, добывают и подвозят корма и т.д.

Особенно резко возросло потребление техногенной энергии в животноводстве. На производство 1 кг протеина молока требуется израсходовать 25 - 30 кг условного топлива, а на 1 кг протеина мяса - 12 кг [6-8]. Рост энергозатрат в аграрном секторе вызывает необходимость искать пути повышения эффективности использования энергии. Для решения этой задачи применяется научно-практический подход под названием «энергетический анализ сельского хозяйства». Основной задачей энергетического анализа в широком смысле слова является изучение, качественная оценка, оптимизация потоков энергии и управление ими в агроэкосистемах с целью создания ресурсоэкономичных и природоохранных методов производства.

С этих позиций производство животноводческой продукции можно представить в виде целостной энергетической системы (Рисунок .1), на вход которой действует поток совокупной энергии, поступающей от всех имеющихся источников. Функционирование такой системы заключается в технологическом преобразовании поступающей энергии.

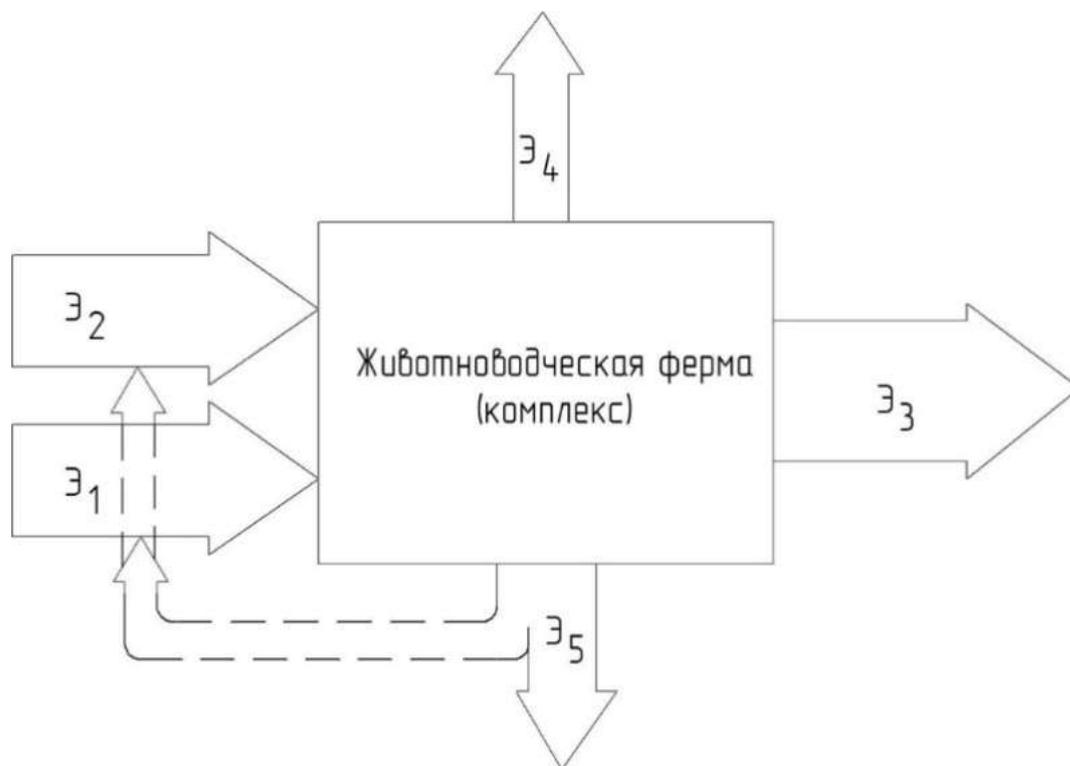


Рисунок 1 – Энергетическая модель производств животноводческой продукции

На выходе система выдает продукты животноводства в виде материальных потоков, которые оцениваются энергетическими эквивалентами.

Результаты исследования и их обсуждение

Баланс энергии в этой системе можно представить в виде уравнения [2].

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5 \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_1$  – энергия, получаемая скотом при потреблении кормов;  $\mathcal{E}_2$  – энергия, вносимая при эксплуатации различных технических систем;  $\mathcal{E}_3$  – энергия живой биомассы;  $\mathcal{E}_4$  – энергия, расходуемая организмом животного;  $\mathcal{E}_5$  – энергия в отходах.

С точки зрения повышения эффективности производства энергии биомассы необходимо стремиться к максимальному увеличению  $\mathcal{E}_3$ .

Для достижения этой цели есть два пути.

Первый создание и использование более высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных. Чтобы определить второй путь, представим баланс энергии в виде уравнения:

$$\mathcal{E}_3 = (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2) - (\mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5) \quad (2)$$

Отсюда видно, что роста  $\mathcal{E}_3$  можно добиться как увеличением значений  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$ , так и уменьшением значений  $\mathcal{E}_4$  и  $\mathcal{E}_5$  или же использовать часть энергии отходов  $\mathcal{E}_5$  для увеличения  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$ . 2-й путь увеличения  $\mathcal{E}_3$ , несмотря на свою сложность, может быстрее привести к успеху, чем первый. В последнее

время все более пристальным объектом внимания ученых и практиков является составляющая энергобаланса системы  $\mathcal{E}_5$ . В животноводстве основной вид отходов – навоз. На животноводческих фермах страны ежегодно можно получать около 2 млрд. т. навоза. Однако для удобрений полей используется сейчас не более 50 % навоза [9-20].

Известно, что животные потребляют энергию корма. Какие возможности для уменьшения потерь энергии в отходах  $\mathcal{E}_5$ ? Энергию, содержащуюся в навозе, можно вернуть в рассматриваемую систему энергобаланса несколькими путями. Одна из таких возможностей - внесение навоза на уровне  $\mathcal{E}_1$ . Например, по данным биохимического анализа, высушенный на навоз крупного рогатого скота содержит 14-18% протеина, 15-30% клетчатки, 3-9% жира и 13-22% золы [12, 13]. В сутки из этих отходов можно получить до 400 кг протеина и удовлетворить потребность до 3000 коров [2].

Другая возможность использования энергии, заключенной в навозе, внесение его в систему на уровне  $\mathcal{E}_2$ . Так, сжигание 1 кг сухих экскрементов крупного рогатого скота дает 18 - 19 МДж [2-5].

В последние годы большое внимание уделяется проблеме получения биогаза из отходов животноводства. Энергию от сжигания биогаза можно использовать на ферме, то удастся снизить величину  $\mathcal{E}_2$ . За счёт переработки отходов животноводства можно в год получать до 100 млрд м<sup>3</sup> биогаза. Таким образом можно вернуть энергию навоза в систему энергобаланса на уровне  $\mathcal{E}_1$ , т.е. в корм животных.

Затрата техногенной энергии делится на эксплуатационные (прямые и косвенные) и инвестиционные. Под прямыми подразумеваются затраты, непосредственно связанные с выполнением работ. Косвенные затраты энергии - это затраты энергии вне инфраструктуры производства.

Энергетическая эффективность производства сельскохозяйственной продукции определяется путем сопоставления выхода этой продукции, измеренного в энергетических эквивалентах с энергозатратами на её производство:

$$K = \frac{\mathcal{E}_{\text{осн}} + \mathcal{E}_{\text{поб}}}{\mathcal{E}_{\text{эк}} + \mathcal{E}_{\text{ин}}}, \quad (3)$$

где  $K$  – критерий энергетической эффективности;  $\mathcal{E}_{\text{осн}}$  и  $\mathcal{E}_{\text{поб}}$  – соответственно выход продукции;  $\mathcal{E}_{\text{эк}}$  и  $\mathcal{E}_{\text{ин}}$  – эксплуатационные и инвестиционные затраты энергии.

#### *Заключение*

Критерий энергетической эффективности можно рассчитать, как в целом по агропромышленному комплексу, так и по отдельным его отраслям, предприятиям, технологическим процессам.

### ***Библиографический список***

1. Афанасьев, В.Н. Энергетический базис адаптивного земледелия : автореферат дисс. на соиск. ученой степ. канд. с.-х. наук / В.Н. Афанасьев. - Кишинев, 1989.

2. Коньков, В.П. Молоко и... киловатты / В.П. Коньков, Г.В. - Пичугина. М.: Агропромиздат, 1988.

3. Тарасов, С. И. Актуальные вопросы охраны окружающей среды при использовании органических удобрений / С. И. Тарасов // Техника и технологии в животноводстве. – 2021. – № 2(42). – С. 82-92.

4. Гудкова, Е. А. Алгоритм разработки и внедрения инновационных биогазовых технологий как основа повышения энергопродуктивности российских регионов / Е. А. Гудкова, Л. Н. Чернышов // Вестник МГСУ. – 2011. – № 2-2. – С. 412.

5. Эколого-гигиенические мероприятия для производства безопасной продукции животноводства и охраны окружающей среды / В. Г. Тюрин, Н. Н. Потемкина, В. Г. Семенов, П. Н. Виноградов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2(5). – С. 47-55.

6. Гяургиева, Ф. А. Анализ применения ресурсосберегающих технологий сбора и утилизации навоза коров / Ф. А. Гяургиева, З. Л. Бариев // Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем : Материалы научно- практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Рязань, 28 февраля 2020 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 45-48.

7. Щеткин, Б. Н. Процесс моделирования при разработке новых технологий в агроэкологических системах / Б. Н. Щеткин // Технические и естественные науки : сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 27 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 67-72.

8. Доля, А. М. Утилизация навоза молочных ферм / А. М. Доля, Д. И. Згировский // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 4. – С. 39-42.

9. Бершадский, В. Я. О направлениях решения проблемы управления отходами животноводства и птицеводства / В. Я. Бершадский, О. П. О. Неверова // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение развития животноводства и биотехнологий : Сборник материалов международной научно-практической конференции "От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение АПК", Екатеринбург, 18–19 февраля 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 34-43.

10. Тарасов, С.И. Зарубежный опыт экологически безопасного использования бесподстилочного навоза / С. И. Тарасов // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 2(38). – С. 69-79.

11. Ермоленко, Б. В. Разработка стратегии инвестирования средств в проекты строительства биогазовых установок / Б. В. Ермоленко, А. С. Каледина // Успехи в химии и химической технологии. – 2009. – Т. 23, № 11(104). – С. 53-59.

12. Концепция управления экологической безопасностью агроэкосистем / Ю. В. Брюханов, А. Д. Попов, Э. В. Васильев, Э. А. Папушин // *АгроЭкоИнженерия*. – 2022. – № 4(113). – С. 4-18.
13. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов в Ленинградской области / А. Ю. Брюханов [и др.]. – Санкт-Петербург: Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2012. – 237 с.
14. Ерофеева, Т. В. Оценка влияния сельскохозяйственного производства на окружающую среду / Т. В. Ерофеева, О. А. Антошина, С. Д. Карякина // *Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты: Материалы Национальной научно-практической конференции*, Рязань, 17 марта 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 38-41.
15. 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.
16. Купреенко, А. И. Экологичность технологического процесса - фактор энергосбережения / А. И. Купреенко // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. - 2005. - № 6. - С. 20-21.
17. Противоэрозионная организация территории / И. В. Дудкин [и др.] // *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: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2023. – С. 146-150.
18. Безопасность жизнедеятельности / А. В. Щур [и др.]. –Рязань : РГАТУ, 2018. – 328 с.
19. Правкина, С. Д. Агроэкологическое обоснование использования овса для фиторемедиации агрозема торфяно-минерального с внесением осадка сточных вод в качестве удобрения / С. Д. Правкина, В. И. Левин, Т. В. Хабарова // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. – 2010. – № 3(7). – С. 20-23.
20. Уливанова, Г.В. Оценка степени экологической устойчивости агроландшафтов на примере Рязанской области / Г.В. Уливанова // *Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента ВАСХНИЛ М.И. Сидорова и 70-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.И. Зезюкова*. Воронеж, 14-15 ноября 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 183-189.

## ТРАВМИРОВАНИЕ СЕМЯН ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ШНЕКОВОМУ ТРАНСПОРТЁРУ

Транспортировка семян с использованием шнековых транспортёров широко применяется в сельском хозяйстве благодаря их простоте, надёжности и способности перемещать большие объёмы материала на значительные расстояния. Однако этот метод транспортировки сопровождается значительным механическим воздействием на семена, что может привести к их повреждению и снижению посевных качеств [1]. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью минимизировать травмирование семян, что будет способствовать сохранению их качества и увеличению урожайности.

Пшеница является одной из важнейших продовольственных культур в мире на сегодняшний день [2]. Благодаря совершенствованию структуры дозирования семян и разработке технологии точного управления посевом эксплуатационная эффективность и качество сеялок для пшеницы значительно улучшились [4]. Исследователи объединяют теоретический анализ и экспериментальные данные для проведения структурного улучшения и оптимизации конструкций различных структурных типов дозирующих устройств для семян, таких как механические, пневматические и центробежные типы, и получают оптимальные рабочие параметры с помощью методов моделирования, таких как анализ конечных элементов и дискретных элементов, для достижения высокоскоростного посева с низкой частотой поломок.

Основные причины травмирования зерна в шнековом транспортёре заключаются в механическом воздействии, которое проявляется через трение, сдавливание и удары. Механизмы травмирования можно разделить на несколько типов:

- Трение о стенки шнека. Семена перемещаются вдоль металлических стенок транспортёра, что вызывает трение. Это трение постепенно разрушает оболочку семян, особенно при длительном контакте или повышенной скорости вращения шнека [2]. В результате повреждается защитная структура семени, что ведёт к ускоренной потере влаги и снижению жизнеспособности.

- Сдавливание между витками шнека. В процессе перемещения зерно подвергается давлению между витками шнека и корпусом транспортёра. Это давление может привести к механической деформации и разрушению внутренней структуры зерна, включая повреждение зародыша [3]. Особое внимание следует уделить тем участкам шнека, где давление максимальное, и предлагать конструктивные решения для его снижения.

- Удары и вибрации. В местах изменения скорости вращения шнека или при соприкосновении зерна с неподвижными частями устройства возникают

резкие удары, которые могут привести к разрывам оболочки зерна или даже его расколу [4]. Эти удары особенно опасны для крупных зерен, которые обладают высокой инертностью и подвержены разрушению при столкновении с твёрдыми поверхностями.

Повреждения семян шнековым транспортёром имеют серьёзные последствия как для самого зерна, так и для последующих этапов его обработки и использования. Основные последствия травмирования включают:

1. Снижение всхожести. Поврежденные семена менее устойчивы к внешним факторам и часто теряют способность к прорастанию. Это особенно критично в условиях, где требуется высокая всхожесть для достижения оптимальной урожайности [1].

2. Проблемы с хранением. Зерно с нарушенной оболочкой теряет влагу быстрее, что может привести к его порче при длительном хранении. Более того, поврежденные семена более подвержены заражению грибковыми заболеваниями и атакам вредителей [5].

3. Ухудшение качества посева. При посеве поврежденные семена могут создавать неравномерные посевные ряды, что в свою очередь снижает качество всходов и ухудшает общий результат сельскохозяйственных работ [2].

Для минимизации травмирования семян в шнековом транспортёре предлагаются следующие методы:

- Снижение скорости вращения шнека. Одним из простых и эффективных способов уменьшить механическое воздействие на зерно является снижение скорости вращения шнека. Это позволит снизить трение и давление на зерно, что приведёт к меньшему количеству повреждений [4]. Важно также учитывать оптимальные параметры скорости для каждого типа зерна, так как разные культуры имеют разную степень устойчивости к механическим повреждениям.

- Модификация конструкции шнека. Современные разработки в области сельскохозяйственного машиностроения предлагают конструкции шнеков с мягкими поверхностями или специальными покрытиями, которые снижают трение между зерном и металлическими поверхностями. Такие решения уже показали свою эффективность в снижении уровня травмирования семян [3].

- Оптимизация угла наклона шнека. Увеличение угла наклона шнека может уменьшить давление зерна между витками и стенками транспортёра. Важно также правильно рассчитывать угол наклона, чтобы избежать чрезмерного сжатия семян на определённых участках шнека [1].

- Использование пневматических транспортировочных систем. Альтернативой шнековым транспортёрам могут быть пневматические системы, в которых зерно перемещается за счёт воздушного потока. Пневматические транспортёры оказывают значительно меньшее механическое воздействие на зерно, что позволяет сохранить его целостность на протяжении всего процесса транспортировки [5].

Применение современных технологий и методов минимизации повреждений семян при транспортировке значительно улучшает качество зерна. Например, внедрение шнеков с регулируемыми параметрами вращения и

модифицированными конструкциями позволяет сократить количество поврежденных семян на 30-40% [4]. Более того, автоматизация транспортировочных процессов и внедрение систем контроля за состоянием зерна в режиме реального времени способствуют повышению эффективности обработки зерновых культур и уменьшению потерь.

Рассмотрим примеры инновационных решений:

1. Мягкие покрытия на шнеках. Одним из наиболее перспективных направлений является использование мягких покрытий на витках шнеков, которые снижают уровень трения и давления на зерно. Это решение особенно эффективно для культур с тонкой оболочкой, таких как пшеница и овёс [3].

2. Гибридные системы транспортировки. Совмещение механической и пневматической транспортировки позволяет сократить механические воздействия на зерно, а также снизить износ оборудования. В результате гибридные системы показывают высокие результаты в сохранении качества зерна на всех этапах его обработки [5-10].

3. Замена шнековых транспортёров там, где это возможно конструктивными особенностями, на ленточные транспортёры с прорезиненными бортами и поперечными планками.

Итак, травмирование семян при транспортировке шнековыми транспортёрами является серьёзной проблемой для сельского хозяйства, так как оно напрямую влияет на качество посевного материала и урожайность. Механические повреждения, такие как трение, сдавливание и удары, могут существенно снизить всхожесть семян, ухудшить их сохранность при хранении и привести к значительным потерям на этапе посева.

Для решения этой проблемы необходимо внедрение современных технологий и методов минимизации повреждений. Модернизация шнеков, снижение скорости вращения, оптимизация конструкции и использование пневматических транспортировочных систем или ленточных транспортёров всё это является эффективными методами для снижения травмирования семян. Эти меры позволят не только сохранить качество зерна, но и повысить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства.

### ***Библиографический список***

1. Личко, Н.М. Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции / Н.М. Личко. - М.: ДеЛи плюс, 2019. - 512 с.

2. Купреенко, А.И. Изменение влагосодержания зерна при сушке / А.И. Купреенко, Т.В. панова, М.В. Панов // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. трудов междунар. науч.-практич. конф. - Брянск, 2020. - С. 192 - 196.

3. Пути снижения травмирования зернового материала ковшовыми элеваторами в зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ / В.И. Пахомов [и др.] // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса «ДГТУ-ПРИНТ». - Ростов-на-Дону, 2020. - С. 554 - 558.

4. Купреенко, А.И. Анализ рабочего процесса шнекового транспортёра-распределителя / А.И. Купреенко, В.Ф. Комогорцев // 21 век: фундаментальная наука и технологии: матер. XVI междунар. науч.-практич.конф. 25 -26 июня 2018 г. - North Charleston, USA. - С. 80 - 81.

5. Патент на полезную модель № 196966 U1 Российская Федерация, МПК F26B 17/12, F26B 21/04. Сушилка : № 2019143060 : заявл. 18.12.2019 : опубл. 23.03.2020 / А. И. Купреенко, Т. В. Панова, М. В. Панов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет".

6. Акулина, И. А. Видовые различия резистентности прорастания и роста проростков семян сельскохозяйственных растений к термострессу / И. А. Акулина, В. И. Левин, Л. А. Антипкина // Материалы II Всероссийской молодежной научно-практической конференции "Наука будущего – наука молодых": посвященной 300-летию РАН. – Оренбург, 2023. – С. 179-182.

7. Кузюр, В. М. Обоснование предлагаемой конструкции транспортера загрузки бункера / В. М. Кузюр, С. И. Будко, Л. С. Киселева // Инновации и технологический прорыв в АПК: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. - Брянск, 2020. - С. 235-239.

8. Дrajированные семена сахарной свеклы и их изменчивость / А. П. Башкирев [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2022. – С. 38-43.

9. Лузгин, Н. Е. Теоретическое обоснование производительности скребкового транспортера-дозатора сыпучих минеральных удобрений / Н. Е. Лузгин, В. Н. Туркин // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 66-70.

10. О некоторых физиологических особенностях стрессированных семян зерновых культур / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, Р. Н. Ушаков, Н. Н. Дубин // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы III международной научно-практической конференции, Рязань, 18 апреля 2019 года. – Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2019. – С. 229-232.

*Смирнов А.И., канд. тех. Наук,  
Рязанцев А.И. д-р тех. наук, профессор,  
Евсеев Е.Ю.,  
Антипов А.О., канд. тех. наук, доцент  
ГОУ ВО МО «ГСГУ», г.о. Коломна, РФ*

## **К ПРОБЛЕМЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ХОДОВЫМИ СИСТЕМАМИ МНОГООПОРНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КУБАНЬ-ЛК1»**

Эксплуатация многоопорных дождевальных машин (ДМ) типа «Кубань-ЛК1» сопровождается многократно повторяющимися передвижениями самоходных тележек по неизменным траекториям при нагрузках, близких к предельным в условиях почвенного переувлажнения ( $W_0 \geq 45\%$ ), что определяет требования к параметрам ходовых систем. В частности, создаваемое ими удельное давление на почву не должно превышать значений 75 – 80 кПа [3]. Однако, как показывает практика, при существующей многократности воздействия ходовых систем на поверхность передвижения, данные меры не исключают возникновения колеи с глубиной, фактически соответствующей толщине обработанного слоя почвы (0,30 – 0,40 м), т.е. при движении ходовых систем практически по подстилающему необработанному слою почвы, что сопряжено со значительным увеличением энергетических затрат и снижением проходимости колёсных тележек ДМ [8]. Кроме этого, по бокам колеи, в местах контакта с почвенным основанием колёсных движителей, возникают выпирания уплотнённого грунта, что приводит к отрицательным последствиям – значительному снижению урожайности в области уплотнения, а также ухудшению экологии, связанному с отклонением поверхности агрофона от горизонтальной плоскости, которое сохраняется даже после последующего перепахивания и способствует дальнейшему развитию эрозии и почвенной деградации [4].

Вследствие этого, при эксплуатации многоопорных ДМ возникает потребность в разработке рекомендаций и мероприятий, предназначенных для уменьшения глубины колееобразования за счёт исключения возможных провалов колёсных движителей ходовых систем на почвенное подстилающее основание.

Существует большое количество научных работ, посвящённых вопросам определения глубины колееобразования при многократном воздействии на почву колёсными движителями, в которых отмечается эффект упрочнения поверхности передвижения после каждого воздействия на неё, что при сохранении постоянства удельного давления на почву приводит к уменьшению глубины колееобразования для каждого последующего нагружения [5]. При этом оценка глубины колееобразования  $H$  связана с учетом энергетических затрат на деформацию почвенной поверхности передвижения [2]. Однако применению указанных положений для условий эксплуатации многоопорных

дождевальных машин свойственны ограничения, вызванные изменением прочностных свойств поверхности передвижения вследствие её переувлажнения при проведении очередного полива, и значительными расхождениями между экспериментальными и расчётными значениями.

Как следует из материалов научных работ, посвящённых уплотнению глинистой почвы при нагрузках, близких к максимальным, под плоским прямоугольным основанием с шириной  $b$  образуется уплотнённое ядро почвы в состоянии, близком к максимально возможному, с высотой  $h$ , составляющей 0,35-0,40 от ширины  $b$ , что является определяющим для максимально возможной глубины погружения ходовой системы  $H$ , при которой гарантированно отсутствует её провал (погружение) на подстилающую поверхность [6]. Это значение определяется глубиной обработки почвы  $W$ , уменьшенной на высоту уплотнённого ядра  $h$ , или  $W - 0,40 \times b$  (рисунок 1) [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

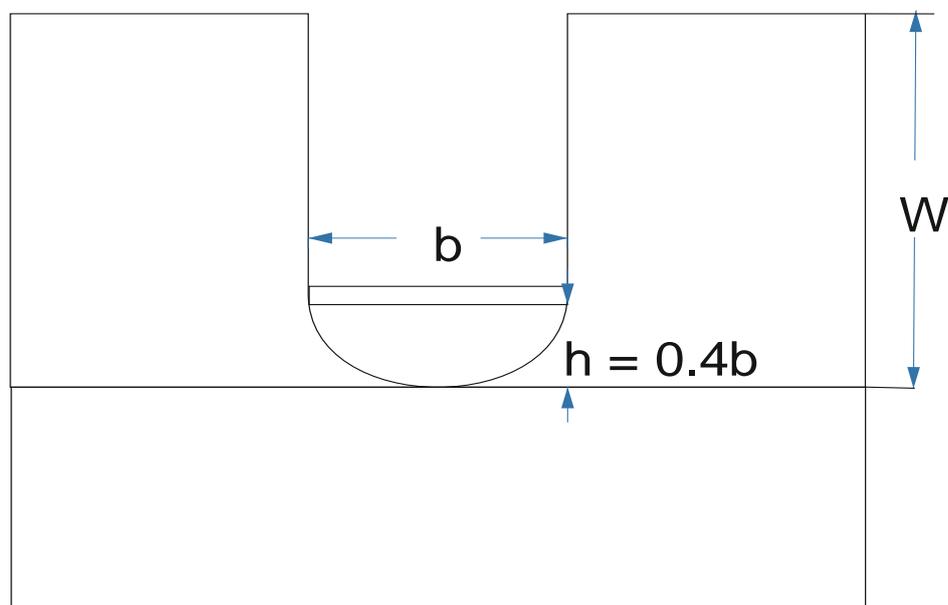


Рисунок 1 – Контакт уплотненного почвенного ядра с необработанной подстилающей поверхностью агрофона

При достижении глубиной колеобразования  $H$  указанных значений, возникает контакт уплотнённого почвенного ядра с подстилающей необработанной поверхностью, что при следующем циклическом почвенном нагружении является причиной его разрушения. Отсюда следует, что для уменьшения, или исключения провалов ходовой системы на подстилающее основание следует увеличить глубину почвенной обработки, в сочетании с уменьшением ширины профиля колёсных движителей ходовых систем ДМ, но при соответствующем ему увеличении длины площади контакта, осуществляемом, за счёт увеличения радиальной деформации пневмошины, путём снижения величины давления в ней. Последние мероприятия призваны обеспечить постоянство удельного давления колёсных движителей на почву [1].

Расчёты максимально допустимой величины деформации  $H$  (м), проведённые для колёсных движителей 18.4R24 (серийные) и 11.2R44 (опытные) при глубинах вспашки  $W_o = 0,30; 0,35; 0,40$  м приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные значения максимально допустимой глубины погружения ходовой системы  $H$ , м в зависимости от глубины обработки почвы  $W_o$ , м для различных типов колесных движителей

Тип колёсного движителя	Ширина профиля $b$ , м	Давление в шинах, кПа	Площадь пятна контакта $S$ , м <sup>2</sup>	Глубина вспашки $W_o$ , м	Высота уплотнённого ядра $h$ , м	Максимально допустимая глубина погружения $H$ , м
18.4R24	0,460	160 кПа	0,190	0,30	0,184	0,116
11.2R44	0,280	120 кПа	0,190	0,30	0,112	0,188
18.4R24	0,460	160 кПа	0,190	0,35	0,184	0,166
11.2R44	0,280	120 кПа	0,190	0,35	0,112	0,238
18.4R24	0,460	160 кПа	0,190	0,40	0,184	0,216
11.2R44	0,280	120 кПа	0,190	0,40	0,112	0,288

Полученные результаты представлены на графической зависимости (рисунок 2).

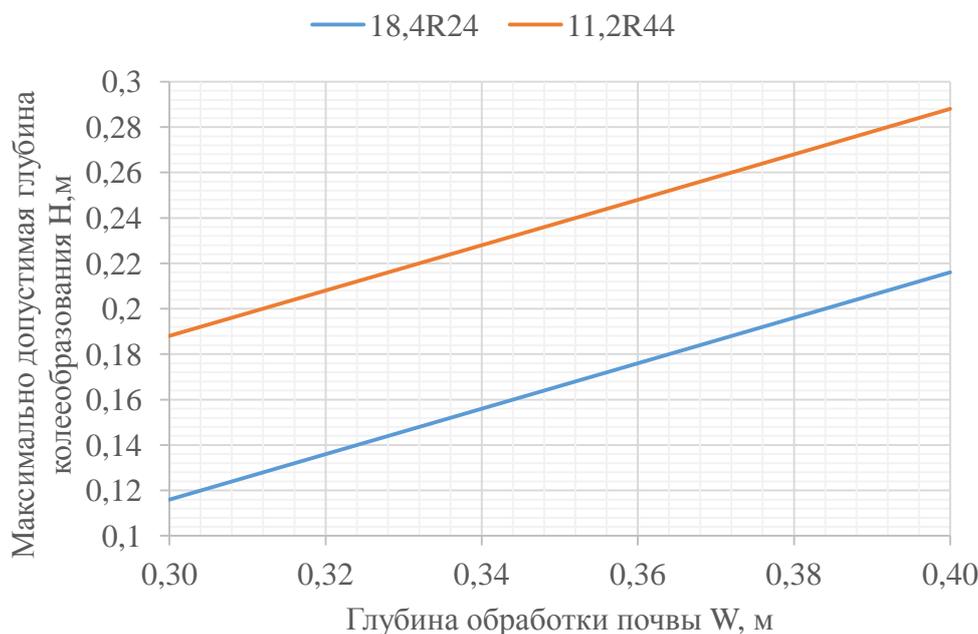


Рисунок 2 – Зависимость максимально допустимой глубины колеобразования  $H$  (м), в зависимости от глубины обработки почвы  $W$  (м) для разных типов колёс

Таким образом, можно сделать вывод, что использование пневмоколёс с уменьшенной относительно серийной шириной профиля, при сохранении неизменной площади пятна контакта, позволяет в лучшей степени использовать упругие свойства почвы, обеспечивая большее значение допустимой глубины

погружения ходовой системы, не приводящее к образованию провала (погружения) ходовой системы на подложку обработанного агрофона. При этом удаётся избежать резкого увеличения глубины колееобразования  $H$ , и образования увеличенных зон выпирания уплотнённого грунта по бокам колеи, что в итоге снижает степень отрицательного воздействия на экологию окружающей среды, возникающего вследствие переуплотнения почвы в ходе эксплуатации многоопорных дождевальных машин.

### *Библиографический список*

1. Анализ зарубежных разработок по повышению проходимости многоопорных дождевальных машин / А. И. Рязанцев, А. О. Антипов, Е. Ю. Евсеев, А. А. Ахтямов // Вестник Государственного социально-гуманитарного университета. – 2019. – № 3(35). – С. 57-62.

2. Влияние числа осей ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на изменение плотности почвы / И. Н. Шило [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 149-160.

3. ГОСТ Р 58655 – 2019. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. – М. Стандартинформ, 2019. – 9 с.

4. Егоров, Ю. Н. Технология и устройство для заравнивания колеи от дождевальной машины "Фрегат" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Егоров Юрий Николаевич. – Рязань, 2004. – 189 с.

5. Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, А. Н. Орда [и др.] // Агропанорама. – 2014. – № 6(106). – С. 2-7.

6. Прогноз устойчивости однослойных и многослойных грунтовых сред в линейной постановке задач: монография / Т. И. Кравченко [и др.]; Владимирский госуниверситет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 163 с.

7. Рязанцев, А.И. Направления повышения опорных свойств дождевальных машин / А.И. Рязанцев, Е.Ю. Евсеев, А.О. Антипов // 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., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 314-319.

8. Рязанцев, А. И. Улучшение агроэксплуатационных показателей и использования дождевальной техники : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / А. И. Рязанцев. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 303 с.

9. Технические решения по повышению производительности многофункциональной машины кругового действия на склоновых участках / Е.

Ю. Евсеев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 119-124.

10. Technological features of irrigation and assessment indicators of multibasic irrigation machines running systems efficiency (On the example of im kuban-lk1) / A. I. Ryazantsev [et al.] // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Vol. 8, No. 8 Special Issue 3. – P. 404-406.

11. Ильина, Л. В. Биологические и техногенные факторы в земледелии / Л. В. Ильина, К. Н. Дрожжин, Р. Н. Ушаков // Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции "Ресурсоэнергосберегающие приемы и технологии возделывания сельскохозяйственных культур". – Рязань, 1998. – С. 247-249.

12. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

13. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере овощеводства и садоводства) / О. В. Абашева [и др.]. – 2-е издание. – Москва : ИТК "Дашков и К", 2021. – 407 с.

14. Лапик, В. П. Исследование уплотнения почвы МТА / В. П. Лапик, В. С. Французов, И. П. Адылин // Вестник Брянской ГСХА. - 2012. - № 1. - С. 35-37.

15. Сазонкин, К. Д. Экологическая устойчивость и рациональное землепользование / К. Д. Сазонкин, Д. В. Виноградов // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 134-136.

16. Патент на полезную модель № 43958 U1 Российская Федерация, МПК G01B 3/28. Прибор для измерения глубины колеи во время движения колесной сельскохозяйственной машины : № 2004129126/22 : заявл. 04.10.2004 : опубл. 10.02.2005 / Н. В. Бышов, А. М. Лопатин, М. М. Слугин, А. Н. Бачурин ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева.

17. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68.

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

*Хортов А.В., аспирант 1 курса,  
Научный руководитель: Сибирев А.В., д-р.техн. наук, гл. науч. сотр.,  
Тетерин В.С. канд. техн. наук, ст. науч. сотр.  
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, РФ*

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

Картофель является четвертой по значимости культурой потребляемой человечеством во всем мире и с 18 века является одной из основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в западных и восточных странах, в том числе и в России. Мировое производство картофеля достигло 368,8 млн тонн в 2019 году, 371,1 млн тонн в 2020 году и 376,1 млн тонн в 2021 году, при этом ожидается, что производство будет расти вместе с ростом населения планеты.

Аграрный же сектор в целом в настоящее время страдает от кадрового голода, связанного с урбанизацией, происходящей повсеместно. Поэтому одной из мощнейших тенденций развития сельскохозяйственного производства в целом на текущий момент становится ресурсосбережение, снижение экологической и антропогенной нагрузки на окружающую среду, комбинирование операций, роботизация, автоматизация внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта во все отрасли сельскохозяйственного производства, направленная на экономию трудовых ресурсов, с увеличением общей производительности труда. Данная тенденция в частности наблюдается в таком секторе растениеводства как картофелеводство.

Одной из наиболее трудоемких и ресурсоемких операций в производстве картофеля остается уборка урожая, которая заключается в отделении клубней картофеля от земляных и растительных остатков, в процессе которого могут происходить потери урожая как из-за травмирования клубней, так и от не выкопанного или неправильно отсепарированного картофеля. Анализ трудовых ресурсов, затрачиваемых на полный цикл выращивания картофеля, показывает, что 70% от общего количества трудозатрат приходится на уборку урожая. Уборка картофеля включает в себя следующие операции: удаление ботвы, подкапывания пласта с клубнями, разрушение пласта и отделение клубней от почвы, ботвы, камней, других примесей, сортировка и сбор клубней в тару[1-5].

Единого универсального способа и технологии выращивания и уборки картофеля, подходящего для разных регионов, климатических и почвенных условий не существует. Однако существует несколько основных способов организации работ и уборки картофеля, реализуемых как в крупных хозяйствах, так и в фермерских хозяйствах и личных подсобных хозяйствах.

Разделяют три основных способа организации работ:

- Поточный. Комплекс процессов, обеспечивающих сбор урожая машиной с перегрузкой в транспортное средство с последующей транспортировкой урожая до приемных пунктов или складов хозяйств.

- Перевалочный. Заключается в сборе урожая и складировании его на территории поля в виде куч, валков или кагатов для временного хранения, после чего производится погрузка с очисткой от примесей и транспортировка до конечного места назначения. Используется при сильной засоренности продукта либо при недостатках техники для транспортировки.

- Поточно-перевалочный. Комбинирует в себе оба вида организации работ.

Помимо разных способ организации работ по уборке картофеля, существует несколько способов:

- Уборка картофелекопателями связана со значительными затратами ручного труда. Заключается в подкапывании и разрушении пласта почвы с кустами картофеля, с последующим сбрасывании клубней на поверхность поля и уборкой их вручную [6,7].

- Раздельная уборка. (Двухфазная) Первая фаза — это подкапывание пласта с частичным отделением почвы и растительных остатков с прочими примесями от клубней картофеля и укладка их из нескольких рядков в узкую ленту – валок. (выполняется специальными картофелекопателями валкоукладчиками). Вторая фаза выполняется при помощи картофелеуборочных комбайнов, или подборщиков и заключается в подборе и окончательной очистке клубней от примесей с последующей укладкой их в бункер или тару [6-8].

- Комбинированный способ – подразумевает укладку клубней картофеля с двух или четырех рядков между неубранными соседними рядками и последующую уборку с этих рядков комбайнами [6-20].

- Комбайновая уборка. Наиболее перспективный и функциональный способ уборки урожая картофеля. Выполняется прямым, комбинированным и раздельными способами, однако при прямом комбайнировании все вышеперечисленные операции (подрезка пласта, разделение и очистка от примесей, складирование в бункер или тару) выполняются за один проход агрегата, что существенно экономит трудовые и временные ресурсы организации.

Уборка картофеля с минимальными затратами труда и средств может быть достигнута за счет повышения урожайности, разработки машин с низким энергопотреблением и улучшения организации труда, высокие стандарты селекции и семеноводства. Эффективность технологии обеспечивается только в том случае, если она разрабатывается и применяется с учетом почвенно-климатических условий, характерных для конкретного хозяйства.

Одним из сдерживающих факторов повышения производства картофеля является доступность к высокоэффективной современной картофелеуборочной технике. В настоящее время в связи с секционным давлением наблюдается ограниченный доступ к импортным современным картофелеуборочным машинам. Кроме того, в результате вышеуказанных факторов имеется дефицит запасных частей к уже имеющимся в хозяйствах образцам техники, в связи с чем существует острая необходимость в разработке картофелеуборочных

комбайнов отечественного производства отвечающим современным тенденциям в области сельского хозяйства.

При разработке новых машин необходимо обращать внимание на технологии бережной сепарации убираемого материала, с учётом использования цифровых технологий, в частности систем машинного зрения, машинного обучения, ГИС технологий и т.д.

Стоит обратить внимание, что при совершенствовании картофелеуборочной техники уделяется внимание процессам разрушения почвенного пласта при его подкапывании, а также отдельно разрабатываются системы бережной сепарации картофельного вороха, поступающего на сепарирующие рабочие органы.

В связи с вышеизложенным можно говорить о том, что при проектировании современной картофелеуборочной техники важной задачей является обоснование режимов работы активных подкапывающих рабочих органов и систем сепарации картофельного вороха, а также внедрение технологий машинного обучения с целью повышения степени очистки при условии минимизации травмируемости клубней.

### ***Библиографический список***

1. Механизация уборки и хранения клубнеплодов: учебное пособие / О. А. Старовойтова [и др.]. – М., 2018. –102 с.
2. Пшеченков, К.А. Картофель: убрать эффективно / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Д.Г. Семёнов // Картофель и овощи. - 2016. - № 9. - С. 24-26.
3. Старовойтов, В.И. Механизированные технологии возделывания картофеля и топинамбура / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А.А. Манохина // Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля: материалы международной науч.-практ. конференции. – (Сер. "Картофелеводство") / под редакцией С.В. Жеворы. – Красково, 2017. - С. 3-9.
4. Старовойтов, В. И. Технология возделывания картофеля и топинамбура / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина //Техническое обеспечение технологий производства сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам II Всероссийской (национальной)научно-практической конференции / под общей редакцией С. Ф. Сухановой. – Лесниково: Курганская ГСХА, 2018. – С. 128-132.
5. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : монография / Н. В. Бышов [и др.]. - Рязань: РГАТУ, 2015. - 304 с.
6. Колчин, Н.Н. Технология и комплексы машин для возделывания важнейших сельскохозяйственных культур. Часть I. Картофель / Н.Н. Колчин. – М.: ИНФРА– М, 1997. – 104 с.
7. Лурье, А.Б. Сельскохозяйственные машины: / А.Б. Лурье, Ф.Г. Гусинцев, Е.И. Давидсон. – М. : Колос, 1976 . – 496 с.

8. Камалетдинов, Р.Р. Научно-методологическое обоснование технологий и технических средств возделывания и уборки картофеля на основе объектноориентированного моделирования : автореф. дис...д.т.н. 05.20.01 / Р.Р. Камалетдинов – Уфа: Башкир. гос. аграр. ун-т 2017 г. – 40 с.

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

10. Совершенствование картофелеуборочного комбайна для уборки картофеля / Д.В. Колошеин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.. – 2024. – № 198. – С. 136-146.

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

12. Анализ современного уровня и обоснования эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И. А. Успенский и др. // 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.

13. Торикив, В. Е. Овощеводство: учеб. пособие для вузов / В. Е. Торикив, С. М. Сычев. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. – 124 с.

14. Захаров, А. В. Математическое описание процесса подкапывания картофельного гребня / А. В. Захаров, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С. 304-306.

15. Крыгин, С. Е. Проблемы технического обеспечения уборки картофеля в Рязанской области / С. Е. Крыгин // Инновационные и нанотехнологии в системе стратегического развития АПК региона, Тверь, 13–15 ноября 2013 года / Тверская государственная сельскохозяйственная академия. – Тверь: СФК-офис, 2013. – С. 201-206.

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

17. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

18. Патент № 2479981 С2 Российская Федерация, МПК А01D 91/02, А01D 17/00. Способ уборки картофеля и устройство для его осуществления : №

2011131354/13 : заявл. 26.07.2011 : опубл. 27.04.2013 / Н. Н. Колчин, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский, А. А. Голиков ; заявитель ЗАО "Колнаг".

19. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

20. Романова, Л. В. Российское автомобилестроение: тенденции развития в условиях санкций / Л. В. Романова, Л. В. Черкашина // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 27–28 апреля 2023 года. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 288-291.

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

22. 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 Н.В. Бышова. - Рязань, 2022. - С. 419-422.

23. Агроэкологическая оценка систем удобрений под картофель в условиях колхоза имени Ленина Касимовского района / Я. В. Костин, Д. В. Виноградов, Г. Н. Фадькин, С. А. Пчелинцева // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля. – Рязань: РГАТУ, 2015. – С. 140-145.

## Секция 2. «Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК»

УДК 621.313.333

*Агарков А.Г., студент 2 курса магистратуры,  
Фатьянов С.О., канд. техн. наук, доцент,  
Морозов А.С., канд. техн. наук,  
Тетерин В.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНАСОСА В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

В последние десятилетия вопрос энергосбережения становится все актуальнее [1]. Животноводческая ферма является крупным потребителем воды для поения животных и обеспечения процесса получения молока, связанного с обработкой молочного оборудования. Получение 1 л молока требует до 5 л воды на корову в зависимости от характеристик животного. К тому же животные потребляют воду неравномерно и существуют пики потребления, как это видно из графика на рисунке 1.

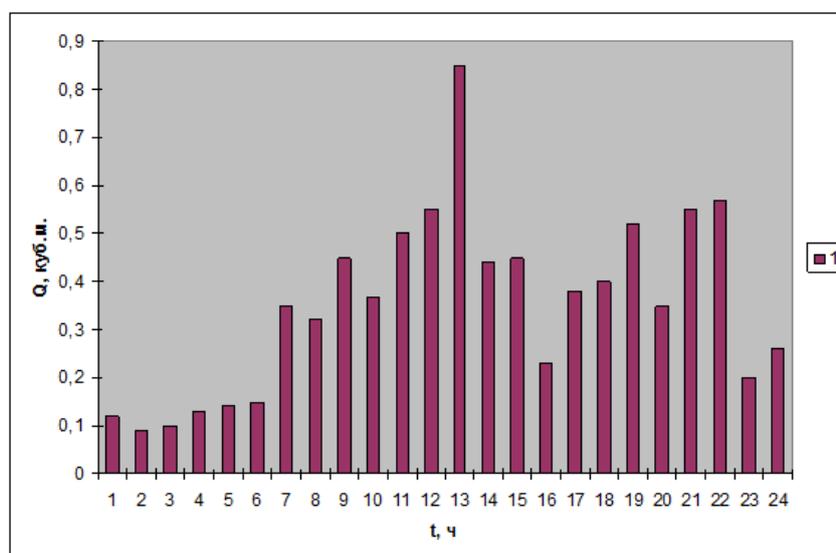


Рисунок 1 – График объемов потребления воды 200 животными на ферме КРС в течение суток

Представляется целесообразным обеспечивать напор воды в системе водоснабжения хотя бы в рамках животноводческой фермы не на постоянном уровне, а в зависимости от ее потребления. В противном случае электродвигатель насоса должен всегда работать в номинальном режиме или быть выключенным [2]. Режим номинальной производительности водяного насоса требует большого расхода электроэнергии для создания необходимого

напора в то время, когда большой объем воды и не требуется. Одновременное включение насоса на номинальную мощность, а это почти единственный способ при использовании в качестве электродвигателя асинхронный электродвигатель, может сопровождаться гидравлическим ударом, приводящим к разрыву труб [3]. Наиболее оптимальным является поддержание давления в системе водоснабжения в следящем режиме, т. е. в зависимости от ее расхода, а также плавный выход на требуемый режим[4]. Для этого используются частотные преобразователи с адаптивным управлением.

Требуемая мощность электродвигателя водяного насоса определяется выражением:

$$P = \frac{k_3 \gamma Q_n H_n}{\eta_n \eta_n}, \quad (1)$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса;  $\gamma$  – удельная плотность воды, Н/м<sup>3</sup>;  $Q_n$  – номинальная подача воды, м<sup>3</sup>/с;  $H_n$  – номинальный напор, м;  $\eta_n$  – КПД водяного насоса;  $\eta_n$  – КПД привода водяного насоса.

При выборе мощности насоса требуется учесть потребности пожаротушения.

Традиционное использование системы башенного водоснабжения имеет ряд недостатков, заставляющих применять систему водоснабжения с управляемым электроприводом насоса. К этим недостаткам можно отнести работу водонапорной башни в зимний период, когда возможно замерзание воды в башне, ее обледенение и как следствие обрушение. Для противодействия этому необходимы затраты электроэнергии на ее обогрев[5,6].

Использование управляемого электропривода насоса наиболее целесообразно при выборе прямоточной системы водоснабжения не требующей водонапорной башни и промежуточного резервуара. Давление воды при такой системе поддерживается на постоянном уровне за счет установки датчиков давления в начале магистральной части водопровода и у крайнего водопотребителя [7]. Такой способ водоснабжения позволяет применять управляемый электропривод на основе ШИМ (широотно-импульсная модуляция) преобразователя.

В системе сельского водоснабжения широко применяются такие станции управления как СУЗ, Каскад, ШЭП различных модификаций. Эти станции обладают функцией защиты электродвигателя насоса от неполнофазных режимов, перегрузок, «сухого» хода. Включение и отключение насосного агрегата осуществляется в этих станциях управления в зависимости от уровня воды в резервуаре, который контролируется датчиками уровня [8]. Но насосный агрегат всегда работает с номинальными оборотами, что не способствует энергосбережению. Управлять скоростью вращения электродвигателя можно различными методами, представленными на рисунке 2.

С развитием электронной техники механические методы практически не используются, т.к. они обладают рядом серьезных недостатков, как то сложность в исполнении и при эксплуатации, малый диапазон регулирования,

невозможность плавного изменения скорости вращения электродвигателя и другие [9].



Рисунок 2 – Методы изменения скорости вращения электродвигателя

Среди электрических методов наиболее перспективным способом изменения скорости вращения электродвигателя в настоящее время является изменение частоты питающего напряжения, от которой зависит скорость вращения ротора АД (асинхронного двигателя) согласно выражению:

$$n = \frac{60f}{p} (1 - s), \quad (2)$$

где  $n$  – количество оборотов ротора электродвигателя;  $f$  – частота питающего электродвигатель напряжения;  $s$  – скольжение АД;  $p$  – количество пар полюсов АД.

Изменение любого из этих параметров приводит к изменению частоты вращения электродвигателя, на практике это осуществляется в подавляющих случаях регулированием частоты  $f$ . Остальные электрические методы также имеют свои недостатки. Например, применение АД с фазным ротором и регулировочными сопротивлениями в его цепи повышает энергоёмкость электропривода за счет наличия активных сопротивлений в цепи ротора, значение сопротивления которых необходимо постоянно менять автоматически каким-то способом, если требуется работа электропривода в следящем за расходом воды режиме [10-15].

Изменение величины питающего напряжения выше номинального значения не позволяет увеличивать скорость вращения АД из-за перегрева электродвигателя, поэтому доступным может быть регулировка скорости вращения АД только в меньшую сторону от номинальной.

### *Библиографический список*

1. Воробьев, А.Э. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве / А.Э. Воробьев, С.О. Фатьянов С.О. // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2017. - № 2(5). - С. 169-174.
2. 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.
3. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей в медицине / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Естественные основы медико-биологических знаний : Материалы всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием. - 2017. - С. 16-18.
4. Власов, С.С. Исследование разветвленных несимметричных трехфазных цепей с отрицательным активным (расчетным) сопротивлением / С.С. Власов, С.О. Фатьянов // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года. Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". - 2011. - С. 153-154.
5. Фатьянов, С.О. Биогазовая установка как способ решения проблемы утилизации отходов промышленного животноводства / С.О. Фатьянов, С.В. Карловский // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 162-165.
6. 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.
7. 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 посвященной 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро РГАТУ им. П.А. Костычева; Совет молодых учёных РГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - С. 34-38.
8. Evaluation of biophysical parameters of the cardiovascular system in the experiment / A. Pustovalov [et al] // International Transaction Journal of Engineering,

Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11. - № 4. - С. 11A04A.

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

10. Фатьянов, С.О. Перспектива применения сои в качестве добавки в корм / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 246-250.

11. Дрожжин, К. Н. Обзор теоретических исследований технологических параметров машин / К. Н. Дрожжин, И. А. Соколов, П. Н. Дыков // Инновации молодых ученых и специалистов - национальному проекту "Развитие АПК": Материалы международной научно-практической конференции, Рязань, 14–15 декабря 2006 года. – Рязань, 2006. – С. 460-462.

12. Аникин, Н. В. К вопросу о защите электродвигателей погружных насосов от обрыва фаз и несимметрии напряжений / Н. В. Аникин, А. С. Терентьев, В. В. Коченов // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 21-25.

13. Система машин для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства и птицеводства на период до 2030 года : монография / Н. М. Морозов, П. И. Гриднев, В. И. Сыроватка и др. - М., 2021. – 180 с.

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

**УДК 620.9**

*Вельковская М.И., студент 3 курса,  
Самуйленкова А.М., студент 3 курса,  
Научный руководитель: Хохлова Л. И., канд. техн. наук,  
доцент, ФГБОУ ВО ГУЗ, г. Москва, РФ*

## **ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТЁКЛА С ДОБАВЛЯЕМЫМИ МОДЕЛЯМИ В УСЛОВИЯХ АПК**

Фотоэлектрические стёкла как инновационное решение в области инженерно-технического обеспечения становятся все более актуальными для предприятий агропромышленного комплекса (АПК). Фотоэлектрические

элементы способны преобразовывать солнечную энергию в электрическую, что значительно улучшает энергетическую эффективность и снижает эксплуатационные издержки. Внедрение фотоэлектрических стёкол открывает новые горизонты для устойчивого развития АПК, снижая зависимость от традиционных источников энергии и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду. Применение традиционных источников энергии в сельском хозяйстве приводит к увеличению выбросов углекислого газа, в то время как фотоэлектрические системы позволяют одновременно производить и перерабатывать сельскохозяйственную продукцию и электроэнергию, снижая тем самым антропогенное воздействие [1].

Существует 2 основных вида фотоэлектрических оконных стёкол: интегрированные в само стекло и стёкла с добавляемыми модулями.

Под термином «добавляемые модули» подразумевается покрытие, наносимое на оконное стекло и представляющее собой полупрозрачную плёнку. В процессе производства таких покрытий применяются различные формы кремния (аморфный кремний и кристаллический кремний) [2] или перовскит [8].

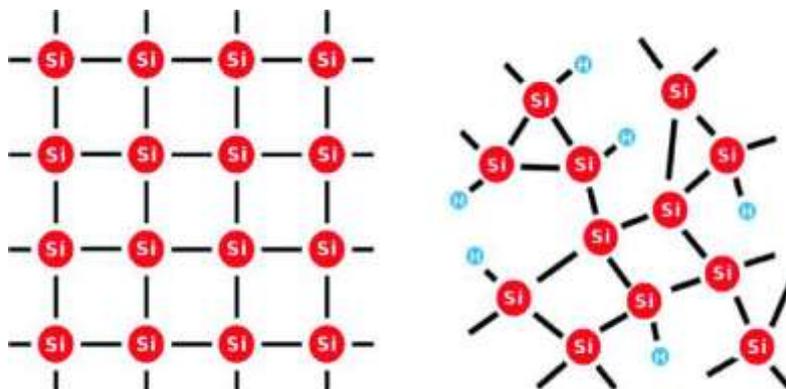


Рисунок 1 – Сетка атомов кристаллического и аморфного кремния

Фотоэлектрическое стекло из аморфного кремния имеет особенную структуру – атомы кремния в аморфных ячейках имеют вид сплошных неупорядоченных сетей – атомы осаждаются на поверхность таким образом, чтобы позволить ионизированному кремниевому газу образовать твердый слой, всё это происходит в полностью контролируемых условиях [3]. Покрытие из аморфного кремния отлично подходит как для стеклянных панелей, так и для панелей из гибких материалов.

Верхний слой кремния легирован элементом с высоким содержанием электронов и несёт отрицательный заряд; нижний – со сравнительно небольшим содержанием электронов и несёт положительный заряд. В месте контакта слоёв образуется нейтральная зона. Фотоны взаимодействуют с электронами на отрицательной поверхности, поглощая часть энергии и импульса. Заряженные электроны не могут преодолеть нейтральную зону и направляются к электродам. Проходя по проводнику, электроны попадают в положительно заряженную зону, формируя электрический ток [4].

Фотоэлектрическое стекло с покрытием из кристаллического кремния имеет в своей основе атомы кремния, упорядоченные в кристаллические решетки. Одним из главных преимуществ использования кристаллического кремния является меньший расход материала при производстве панелей [5].

Одним из основных критериев при оценке эффективности солнечного элемента является коэффициент преобразования энергии. Оценка производится на основе определения того, какой из элементов способен генерировать большее количество электроэнергии при одинаковой интенсивности падающего светового потока.

Элементы из кристаллического кремния демонстрируют коэффициент преобразования солнечной энергии в электрическую около 14%, тогда как солнечные элементы из аморфного кремния показывают коэффициенты преобразования около 22,3% и 26,1% [5]. Причина данного различия заключается в структурной организации материалов. Аморфный кремний характеризуется более высокой плотностью дефектов в своей структуре, составляющей порядка  $10^{16}/\text{см}^3$  – наличие дефектов затрудняет движение электронов внутри материала, что приводит к снижению эффективности электроэнергетики.

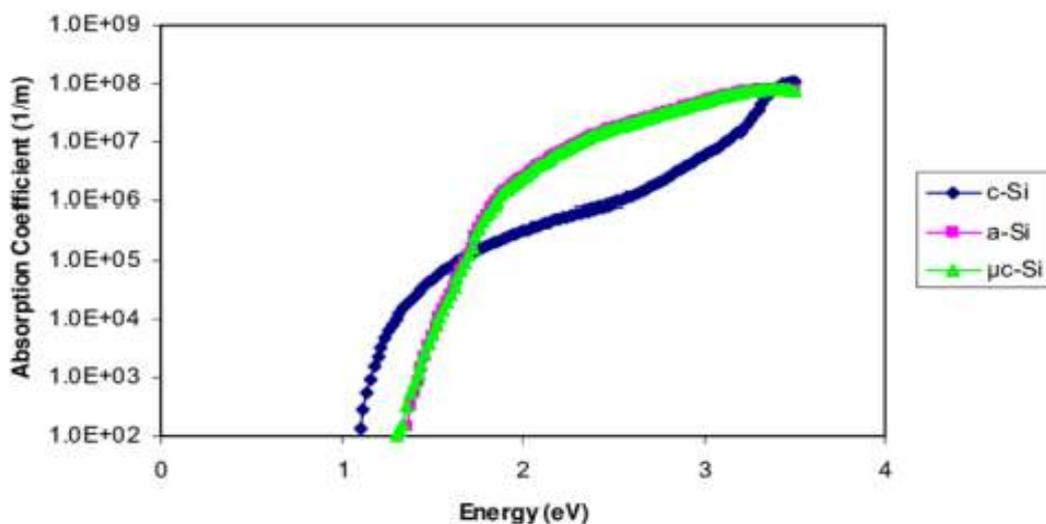


Рисунок 2 – График коэффициента поглощения

В то же время неупорядоченная структура аморфного кремния способствует лучшему поглощению фотонов при меньшей интенсивности солнечного излучения, что делает его более эффективным в условиях низкой облачности. Это свойство обусловлено поглощательной способностью материалов. На Рисунке 2 представлены значения коэффициента поглощения фотонов с энергией более 1,8 эВ – аморфный кремний (a-Si) поглощает фотоны эффективнее, чем кристаллический кремний (c-Si).

Необходимо подчеркнуть, что для поглощения одинакового количества солнечной энергии, рассматриваемым материалам требуются различные толщины. Для аморфного кремния оптимальная толщина составляет 1-2 микрометра, для кристаллического кремния – 100 микрометров [6].

В процессе поглощения солнечной энергии фотоэлектрическими панелями происходит их нагрев. Для обеспечения стабильности работы необходимо поддерживать оптимальную температуру. В условиях экстремально высоких температур окружающей среды температура солнечного элемента может достигать 70°C. При превышении температуры солнечного элемента отметки в 25°C эффективность его работы снижается на 0,4-0,5% при каждом увеличении температуры на 1°C для элементов, изготовленных из кристаллического кремния. Для элементов, содержащих аморфный кремний, этот показатель составляет 0,2-0,25% при аналогичном увеличении температуры. Теоретический предел эффективности преобразования энергии аморфного кремния составляет 15%, однако на практике достигнутая эффективность составляет около 6-7% [7].

На основе полученных данных можно выделить несколько ключевых факторов, которые необходимо учитывать при выборе фотоэлектрического элемента, в зависимости от используемого материала:

1. занимаемая площадь – благодаря более высокому коэффициенту эффективности электроэнергетики, для производства 1 кВт электроэнергии фотоэлектрические элементы на основе кристаллического кремния требуют приблизительно вдвое меньшей площади по сравнению с элементами на основе аморфного кремния;

2. условия эксплуатации – в условиях пасмурной погоды или при среднесуточной температуре выше 25°C более эффективными оказываются фотоэлектрические элементы на основе аморфного кремния благодаря их лучшей поглощающей способности и большей стабильности при высоких температурах;

3. параметры – из-за меньшей необходимой толщины материала для получения одинакового количества энергии, вес фотоэлектрических элементов на основе аморфного кремния снижается;

4. экологичность – производство солнечных элементов на основе кристаллического кремния часто связано с использованием токсичных металлов, таких как ртуть и кадмий. В то же время, производство элементов на основе аморфного кремния позволяет избежать этих вредных веществ, делая их более экологически чистыми;

5. эстетическая выразительность – аморфный кремний позволяет создавать гибкие панели, что упрощает реализацию нестандартных решений.

Фотоэлектрические элементы на основе перовскитов представляют собой наиболее современную и пока преимущественно теоретическую технологию. Авторами исследования [8] была предложена модель солнечных элементов, изготовленных из термостойкого стекла и содержащих перовскит (соединение галогенов с перовскитом).

Перовскит обрел популярность в области исследований фотоэлектрических элементов благодаря своим уникальным характеристикам:

1. высокая эффективность преобразования электроэнергетики;

2. стабильный и фотоактивный полупроводниковый материал, способный изменять свою прозрачность без изменения электронных свойств.

В процессе исследования свойств, связанных с изменением степени прозрачности солнечные элементы подвергались термическому воздействию с участием влаги, в результате чего наблюдался обратимый переход между прозрачной фазой (видимая прозрачность 81,7%) с низкой эффективностью преобразования солнечной энергии и непрозрачной фазой (видимая прозрачность 35,4%) с высокой эффективностью преобразования солнечной энергии [9].

Благодаря полностью обратимой изменяемости прозрачности материала появляется возможность регулировать количество пропускаемого света. При том условии, что использование окон на основе перовскитных материалов сейчас значительно затруднено, в связи с сложностью массового производства, эта технология заслуживает внимания как одна из наиболее передовых и перспективных.

Типичное солнечное окно характеризуется коэффициентом преобразования солнечной энергии в электрическую в диапазоне от 7% до 15%, что значительно ниже показателей, достигаемых традиционными солнечными панелями, которые демонстрируют средний коэффициент около 23%. Авторы [10] рассчитали зависимость методом анализа эффективности энергосбережения от использования интегрированных в здание фотоэлектрических элементов – эффективность зависит от соотношения площади, занимаемой окнами, к площади стен и варьируется в пределах от 18% до 59%.

Помимо самой функции преобразования солнечной энергии в электрическую, фотоэлектрические окна обладают дополнительной функцией, связанной с регулированием проникающего внутрь помещения солнечного света, что обусловлено полупрозрачностью стекла таких окон. Иными словами, полупрозрачные фотоэлектрические панели стекла способны снижать количество нежелательного солнечного света и тем самым увеличивать визуальный комфорт пребывания внутри помещения. Также благодаря тому, что такие окна пропускают меньше света в помещение, помещение меньше нагревается, что позволяет снизить нагрузку на систему кондиционирования здания в летний период и сэкономить электроэнергию.

Помимо основной функции преобразования солнечной энергии в электрическую, фотоэлектрические окна выполняют задачу по регулированию проникновения солнечного света в помещение – это обусловлено полупрозрачностью материала. Таким образом, фотоэлектрические панели способны снижать интенсивность нежелательного солнечного излучения, повышая визуальный комфорт пребывания внутри помещения и уменьшая нагрев, что позволяет уменьшить нагрузку на систему кондиционирования воздуха в летний период и сократить потребление электроэнергии [10-12].

Таким образом, внедрение фотоэлектрических стёкол в АПК открывает новые перспективы для устойчивого развития, снижая зависимость от

традиционных энергоносителей и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду. Современные модели фотоэлектрических стёкол обладают гибкостью и могут быть адаптированы к специфическим требованиям различных производственных процессов, что обеспечивает их успешную интеграцию в существующие архитектурные решения. Применение таких технологий также способствует повышению привлекательности сельскохозяйственных объектов, делая их более современными и технологически продвинутыми.

При проектировании новых предприятий агропромышленного комплекса необходимо учитывать внедрение фотоэлектрических стёкол не только с точки зрения энергетической эффективности, но и для обеспечения комфортных условий труда работников. Такой подход является важным шагом на пути к созданию умных и устойчивых производств, способных эффективно отвечать на потребности современности.

### *Библиографический список*

1. Даус, Ю.В. Технико-экономическая оценка применения фотоэлектрической системы для электроснабжения объекта АПК / Ю.В. Даус, И.В. Юдаев // Вестник Казанского Государственного аграрного университета. - 2023. - №1. - Т. 18. - С. 52-59.

2. Chunwen, X. Photovoltaic double-skin façade: A combination of active and passive utilizations of solar energy / X. Chunwen, Y. Chuck // Indoor and Built Environment. - 2019. - V. 28(8). - P. 1013-1017.

3. Dixon, A.E. Photovoltaic energy conversion: theory, present and future solar cells / A.E. Dixon // Solar Energy Conversion II. Selected Lectures from the 1980 International Symposium on Solar Energy Utilization. - 1980. - P. 243-259.

4. Yin, H. Fundamentals of BIPVT design and integration / H. Yiu, M. Zadshir, F. Pao // Building Integrated Photovoltaic Thermal Systems. Fundamentals, Designs and Applications. - 2022. - P. 45-129.

5. Kang, H. Crystalline Silicon vs. Amorphous Silicon: the Significance of Structural Differences in Photovoltaic Applications / H. Kang // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. - V. 726.

6. Cannavale, A. The Challenge for Building Integration of Highly Transparent Photovoltaics and Photoelectrochromic Devices / A. Cannavale, F. Martellotta, F. Fiorito // MDPI. Energies. - 2020. - V. 13(8). - P. 1929.

7. Klugmann-Radziemska E. The effect of temperature on the power drop in crystalline solar cells / E. Klugmann-Radziemska // Renewable Energy. - V. 28(1). - P. 1-12.

8. Lin, J. Thermochromic halide perovskite solar cells J. Lin, M. Lai, L. Dou // Nature Materials. - 2018. - V. 17. - P. 261-267.

9. He, C. Resolving the Contradiction between Efficiency and Transparency of Semitransparent Perovskite Solar Cells by Optimizing Dielectric-Metal-Dielectric

Transparent Top Electrode / C. He, J. Wang, S. Chen // Solar RRL. - 2023. - V. 7(13).

10. Li, N. Occupant-centered evaluation on indoor environments and energy savings of radiant cooling systems with high-intensity solar radiation / N. Li, Y. He, C. Yuan // Solar Energy. - 2022. - V. 24. - P. 30-44.

11. Of the quality of the results of the state assessment of soil and landscape objects / A. V. Musyal [et al.] // E3s web of conferences : X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-X 2024), Termez, Uzbekistan, 29–30 апреля 2024 года. Vol. 548. – Les Ulis: EDP Sciences, 2024. – P. 08002.

12. Моисеев, П. С. Повышение эффективности работы автономной фотоэлектрической системы / П. С. Моисеев, С. Е. Крыгин, Л. А. Чигишева // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 163-167.

**УДК 631.3**

*Говоров И.В., студент 1 курса,  
Научный руководитель: Старунский А.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ И МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Значительная часть (около 30%) свинцовых стартерных аккумуляторных батарей (САБ) в процессе эксплуатации автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники теряет свою работоспособность по причине снижения ёмкости из-за возникновения процесса сульфатации на поверхности электродов, являющегося результатом электрохимических реакций в электролите при заряде и разряде САБ с образованием сплошного слоя сульфата свинца  $PbSO_4$ . Потеря работоспособности САБ влечет за собой общее снижение показателей надежности машины в целом и её последующий отказ [1, 2]. Конструкторские, технологические, эксплуатационные и ремонтные мероприятия по повышению показателей надежности САБ достаточно разнообразны и не теряют своей актуальности [3, 4]. Наилучшие результаты по снижению отрицательного действия сульфатации достигнуты первыми двумя группами выше названных мероприятий, но и они же являются наиболее дорогостоящими.

Повышение показателей надежности САБ методами эксплуатационного и ремонтного направлений являются наиболее доступными, но имеют существенный недостаток в виду значительной трудоемкости их выполнения квалифицированным персоналом [5-11].

В условиях рядовой эксплуатации работоспособность аккумуляторных батарей восстанавливают периодическим их зарядом на постоянном токе с применением специальных зарядных устройств или от бортовой сети электрооборудования. При применении специальных зарядных устройств стационарного или мобильного типа заряд ведут током равным:

$$I = 0,1 \cdot C_{20}, \quad (1)$$

где  $I$  – сила тока заряда, А;  $C_{20}$  – емкость САБ при 20-ти часовом разряде, А·ч.

Заряд ведут до напряжения не менее 2,4 В на каждом аккумуляторе, соответствующее обильному газовыделению после чего силу тока уменьшают на 50% от начального и продолжают заряжать при обильном газовыделении до постоянных значения напряжения 2,7 В на каждом аккумуляторе и плотности электролита, наблюдаемых в течение двух часов.

При заряде на отрицательном электроде образуется губчатый свинец  $Pb$ , на положительном электроде двуокись свинца  $PbO_2$ , серная кислота  $H_2SO_4$ , и вода  $H_2O$ . Плотность электролита при этом повышается.

Когда преобразование активных масс положительного и отрицательного электродов заканчивается, плотность электролита перестает повышаться, что служит признаком окончания заряда САБ. При дальнейшем заряде происходит разложение воды на водород и кислород, которые выделяясь из электролита в виде газовых пузырьков, вызывают его «кипение». Однако кристаллический сульфат свинца не переходит в исходные материалы положительного и отрицательного электродов – часть активного материала «омертвляется», образуя сульфатацию. Батареи с засульфатированными пластинами имеют повышенное внутреннее электрическое сопротивление, уменьшенную емкость, пониженную плотность электролита.

При заряде засульфатированных САБ напряжение на их выводах быстро повышается, быстро нарастает температура электролита, преждевременно начинается газовыделение. Разряжается засульфатированная САБ с резким падением напряжения, особенно при пусковых токах разряда с использованием стартера.

Причинами сульфатации пластин САБ являются длительное хранение САБ при положительной температуре без дозарядки, систематические глубокие разряды при неисправной системе запуска двигателя, соприкосновение верхних участков пластин с воздухом при недопустимо низком уровне электролита, неполнота формирования емкости электродов при первом заряде и систематический недозаряд САБ в период эксплуатации; повышенные температура и плотность электролита.

В настоящее время для восстановления засульфатированных пластин применяют несколько способов: при незначительной сульфатации – уравнильный заряд или длительный заряд малыми токами; при глубокой, но не застарелой сульфатации – заряд в дистиллированной воде; заряд на асимметричном токе.

Уравнительный заряд проводят на постоянном нормальном токе  $0,1 \cdot C_{20}$  до тех пор, пока во всех аккумуляторах не будет наблюдаться постоянство значений плотности электролита и напряжения САБ течение трех часов.

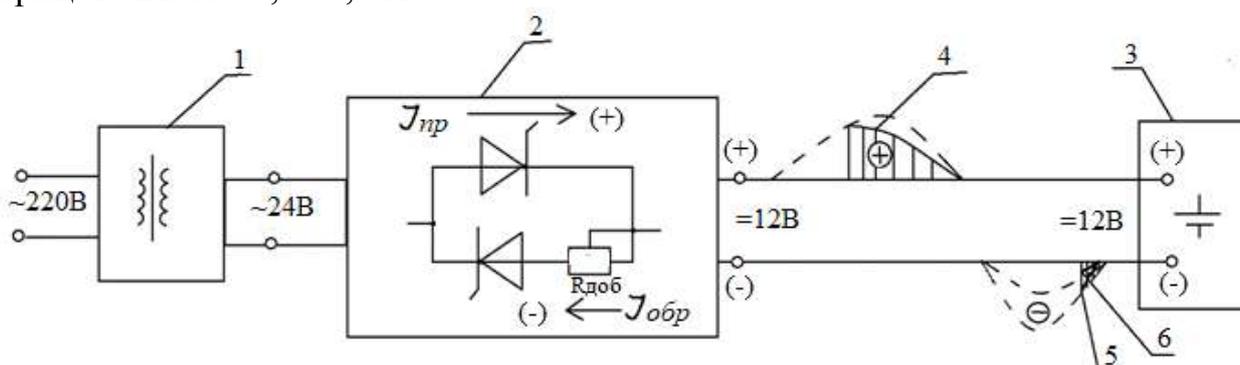
При длительном заряде малыми токами в аккумуляторы доливают дистиллированную воду несколько выше нормы и заряжают нормальным током  $0,1 \cdot C_{20}$  до напряжения 2,4В на каждом аккумуляторе начала газы выделения. Затем делают перерыв на 20...30 мин и вновь заряжают, но уменьшенным в 2 раза током. Второй заряд проводят до начала обильного газы выделения и опять делают перерыв на 20...30 мин.

Прерывистый заряд малыми токами длится несколько суток до тех пор, пока плотность электролита не достигнет нормального значения.

При заряде на дистиллированной воде из разряженных до 1,7 засульфатированных аккумуляторов выливают электролит и заливают в них дистиллированную воду. Через час выдержки САБ ставят на заряд, установив зарядный ток с таким расчетом, чтобы напряжение на выводах 12-ти вольтовой САБ не превышало 13,8 В. Когда плотность электролита станет  $1,12 \text{ г/см}^3$ , устанавливают зарядный ток, соответствующий в амперах значению  $0,02 \cdot C_{20}$ . Заряд ведут до начала газы выделения во всех аккумуляторах и постоянства плотности электролита. Затем САБ ставят на 1,5...2 часовой разряд примерно таким же током. Зарядно-разрядные циклы выполняют до тех пор, пока повышается плотность электролита, после чего ее доводят до нормального значения. Циклирование выполняется в течение 3...5 циклов.

Десульфатацию эффективнее проводить зарядом на асимметричном токе (Рисунок 1).

При этом способе предварительно выливают использованный электролит и заливают в аккумулятор дистиллированную воду. Заряд САБ проводят асимметричным током, положительная волна которого равна 1, 8...2 А, а отрицательная – 0,4...0,5 А.



1 – трансформатор; 2 – тиристорный преобразователь; 3 – САБ;  
4, 5, 6 – характер изменения токов заряда (4) и разряда без добавочного сопротивления (5), с добавочным сопротивлением (6)

Рисунок 1 – Схема функциональной структуры зарядного устройства асимметричным током на основе тиристорного источника питания

При заряде по достижении плотности  $1,12 \text{ г/см}^3$  использованную дистиллированную воду заменяют новой. САБ ставят на заряд и ведут его до

достижения плотности 1,12 г/см<sup>3</sup>. Циклирование проводят до тех пор, пока плотность воды (образующего электролита) не будет повышаться. Длительность циклирования зависит от степени начальной сульфатации САБ. Количество циклов повторяют до окончательного постоянства плотности электролита во всех аккумуляторах. Признаком уничтожения сульфатации является достижение электролитом его нормальной первоначальной плотности. Для САБ, емкость которых снижена до 30% от номинальной, число циклов, как правило, не превышает шести.

Основным недостатком указанных способов повышения долговечности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники, ограничивающим их более широкое распространение на практике остается чрезмерная длительность самих процессов десульфатации.

### *Библиографический список*

1. 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.

2. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / В. В. Акимов [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 129-130.

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 науч.-практ. конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / МСХ РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 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. 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.

6. Анализ методов электрофизической и химической обработки материалов / О. В. Терентьев, Р. А. Чесноков, А. И. Ушанев, А. В. Старунский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники :

Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 125-131.

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

8. Энергетические установки в агропромышленном комплексе / Н. В. Чижков [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-338.

9. Коровин, М. А. Безопасность жизнедеятельности при техническом обслуживании сельскохозяйственной техники / М. А. Коровин, Е. В. Сазонов, С. А. Грашков // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. – С. 340-344.

10. Михальченков, А. М. Технологии возобновления ресурса сельскохозяйственной техники и оборудования: учеб. пособие для самостоятельной работы, обучающихся по очной, очно-заочной и заочной формам обучения по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, магистерская программа Технический сервис в АПК / А. М. Михальченков, А. А. Тюрева, И. В. Козарез. - Брянск, 2022. – 155 с.

11. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р. В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

12. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 11. – С. 985-1000.

13. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве / В. В. Акимов [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111.

14. Актуальные вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, А. В. Старунский // Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы : Сборник материалов Всероссийского научно-практического круглого стола, Рязань, 25 мая 2017 года / Академия ФСИН России ; Под общей редакцией Р. В. Фокина. – Рязань: Отделение полиграфии РИО Академии ФСИН России, 2017. – С. 28-35.

*Калинин А.О., студент магистратуры,  
Крыгин С.Е., старший преподаватель,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук, доцент,  
Утолин В.В., д-р техн. наук, доцент,  
Кунцевич А.А., канд. с.х. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПОСЕВАМ СЕМЯН ТРАВ И ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Наличие в севообороте трав, играет большую роль в поддержании плодородия и улучшения структуры почвы [1,2]. Кроме того, они являются важным элементом в создании надежной кормовой базы животноводства, используются для приготовления кормовых смесей, легко выдаются животным [3,4,5], поэтому обеспечение оптимальных условий для их развития важная задача. Для нормального развития растений почву перед посевом надо своевременно освободить от растительных остатков, удобрить, вспахать и разрыхлить [6]. Во время сева семена необходимо равномерно распределить по площади поля и заделать их во влажный слой почвы на одинаковую глубину.

Наличие влаги и питательных веществ в почве являются важными условиями развития растений. Их нехватка приводит к резкому снижению урожайности возделываемых культур.

Создание необходимых условий растениям достигается, прежде всего, равномерным распределением их по площади питания [7].

Обычно под площадью питания понимают «...определенную площадь поля с соответствующей ей толщиной почвы и объемом воздуха, которые приходятся на одно растение в посевах или насаждении, и при которой достигается не наибольшая продуктивность растения, а получается максимальный урожай основной продукции данной культуры высокого качества с единицы площади при наименьших затратах труда и материальных средств». Исследования показывают, что нормальная жизнедеятельность растений зависит не только от площади питания, но и от ее конфигурации.

Многие исследователи считают оптимальной площадью питания для растений круг. Это связано с тем, что корневая система злаков имеет вид конуса с вершиной в узле кущения и корни в проекции на горизонтальную плоскость образуют круг «... определенного радиуса, величина которого зависит от вида культуры, сортовых особенностей, физико-механических свойств почвы и обеспеченности ее питательными веществами и водой, условий и приема возделывания растений». В таком случае растения получают круговое освещение «...лучше кустятся и растут более мощными. У растений, имеющих круговую освещенность, стебли более прочные, колос длиннее, а зерно полноценнее, чем у растений с недостаточной освещенностью».

Исследования ряда ученых позволяют сделать вывод, что площадь

питания имеет форму правильного шестиугольника, оптимальная площадь лежит в пределах 16...20 см<sup>2</sup>.

По мнению академика Майсурия Н.А., к моменту уборки число растений зерновых культур достигает 50% от количества посеянных семян, а в ряде случаев еще меньше. Этот показатель является следствием неравномерности распределения семян по площади и глубине заделки, такая ситуация наблюдается при рядовом посеве.

Например, при густом посеве площадь питания каждого растения меньше допустимой, что значительно ограничивает доступ питательных веществ, приводит к ослаблению, а зачастую и к гибели растений. Ученые также считают, что загущенные посевы выделяют вещества, способствовавшие биологическому угнетению одного растения другим, подавляя их рост. В обратном случае, когда выдерживаются агротехнические требования к посеву зерновых культур, эти вещества поглощаются почвой и становятся практически безвредными.

Профессор Семенов А.Н. отмечал, что только из-за неравномерности и неправильности высева в нашей стране недобирается ежегодно 15...20% зерна ценнейшей культуры – пшеницы.

Площадь питания растений стоит в прямой зависимости от нормы высева семян. Норма высева в свою очередь зависит от содержания питательных веществ в почве, климатических условий, засоренности полей и назначения посева [8].

Ученые латвийского научно-исследовательского института земледелия и электрификации сельского хозяйства (НИИЗ и ЭСХ) для чистых посевов многолетних трав предложили следующие нормы высева, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы высева семян многолетних трав при чистом рядовом посеве, кг/га (при 100% хозяйственной годности)

Культура	Средняя	С покровной культурой, выращиваемой:		Без покровной культуры
		на зерно	на зеленый корм	
Клевер красный	12	15	12	10
Клевер розовый	10	12	10	8
Люцерна гибридная	12	15	12	10
Лядвенец рогатый	10	13	11	9
Экспартец виколистный	75	90	75	60
Тимофеевка луговая	10	12	10	8
Овсяница луговая	<b>18</b>	20	18	15
Ежа сборная	12	16	12	10
Райграс многолетний	16	18	15	12
Костер безостый	22	25	22	20

Нормы высева меняются в зависимости от назначения посева. При посеве трав под покровную культуру норма высева увеличивается, а в беспокровных посевах уменьшается.

Немалую роль в выборе нормы высева, а также состава травосмесей, играет влажность, механический состав и система обработки почвы [9-20].

Рекомендуются следующие нормы высева травосмесей для средних по механическому составу почв:

- клевер красный раннеспелый (13-14 кг/га + тимофеевка 6-8 кг/га);
- клевер красный позднеспелый (12-13 кг/га + тимофеевка 4-6 кг/га).

Для тяжелых хорошо окультуренных и удобренных почв:

- клевер красный раннеспелый (4-6 кг/га) + люцерна (14-16 кг/га) + тимофеевка (3-5 кг/га).

Для тяжелых увлажненных почв:

- клевер красный раннеспелый (3-4 кг/га) + тимофеевка (6-8 кг/га).
- клевер красный позднеспелый (8-10 кг/га) + клевер розовый (3-4 кг/га) + тимофеевка (6-8 кг/га).

Для легких среднеувлажненных почв:

- клевер красный позднеспелый (7-9 кг/га) + клевер розовый (4-5 кг/га) + тимофеевка (6-8 кг/га).

Для торфяных почв:

- клевер красный среднеспелый (5-6 кг/га) + клевер розовый (7-10 кг/га) + тимофеевка (6-8 кг/га).
- клевер розовый (8-10 кг/га) + тимофеевка (8-10 кг/га).

Наблюдениями установлено, что клевер, включенный в травосмеси, дает значительную прибавку в урожайности.

Согласно исследованиям, при увеличении нормы высева клевера увеличивается урожайность клеверо-timoфеечной смеси (Таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность клеверо-timoфеечной смеси (сена) в зависимости от норм высева

Норма высева, кг/га	1-й год пользования, т/га	2-й год пользования, т/га	За 2 года, т/га
12 кг/га клевера	4,95	4,86	9,81
12 кг/га клевера + 2 кг/га тимофеевки	4,77	5,86	10,63
14 кг/га клевера + 2 кг/га тимофеевки	5,61	5,95	11,56
16 кг/га клевера + 2 кг/га тимофеевки	5,63	5,84	11,47
20 кг/га клевера + 4 кг/га тимофеевки	5,83	6,20	12,03

Одним из основных факторов, определяющих норму высева, является качество семян. В теоретических расчетах оно принимается за 100%. Однако на практике приходится пользоваться поправками, направленными на увеличение нормы высева в зависимости от годности высеваемых семян (Таблица 3).

Для получения хороших урожаев особенно важно выбрать срок высева семян кормовых трав. В Нечерноземной зоне отдается предпочтение раннему севу, способствующему более быстрому созреванию урожая и его уборке. При благоприятных погодных условиях ростки трав легко переносят кратковременные заморозки.

Таблица 3 – Поправки нормы высева в зависимости от качества семян

Культура	Всхожесть, %	Хозяйственная годность, %	Следует увеличить норму высева, %
Клевер красный	75	72	до 35
	65	62	40-55
Клевер розовый	70	66	до 50
	65	61	51-60
Люцерна гибридная	80	77	до 30
	70	67	31-50
Тимофеевка луговая	80	76	до 30
	75	67	35-50
Овсяница луговая	80	76	до 30
	75	67	31-50
Ежа сборная	75	71	до 40
	65	58	41-65

Посев трав необходимо осуществлять в кратчайшие сроки – 3-5 дней, учитывая при этом следующие агротехнические показатели:

- 1) отклонение от нормы высева должно составлять не более +3%;
- 2) отклонение от заданной глубины заделки семян +0,5 см. Наличие незаделанных семян на поверхности почвы недопустимо;
- 3) величина стыков междурядий не должна превышать  $\pm 5$  см, исключая при этом огрехи и пересевы.

Немалое значение в получении высоких урожаев уделяется выбору необходимой глубины заделки семян в почву. Эта величина имеет множество значений, определяемых в зависимости от климатических условий, времени посева, качества семян, их видов и размеров. По исследованиям многих ученых, для зерновых культур эта величина лежит в пределах от 2,5 до 5 см. Согласно опытам академика Вильямса В.Р., отклонение от допустимой величины заделки семян пшеницы на  $\pm 2,5$  см снижает ее урожайность на 25-30%.

В случае, когда глубина заделки семян меньше допустимой, всходы получаются изреженными, многие семена не прорастают в связи с нехваткой влаги. Такие растения обычно имеют слабо развитый узел кущения, расположенный у поверхности почвы. От глубины залегания узла кущения зависит развитие вторичных корней. Особенно в засушливое лето, при недостаточной глубине заделки семян, вторичные корни развиваются очень слабо или не развиваются вообще. Озимые культуры при мелком расположении узла кущения плохо переносят морозные зимы. Все эти факторы в значительной мере снижают урожайность зерновых культур.

При глубине заделки семян больше допустимой величины росткам не хватает пластических веществ, с помощью которых растение пробивается к поверхности поля, в связи с чем многие из них гибнут.

Глубина заделки семян на необходимую величину зависит и от биологических особенностей растений. Так, для многолетних трав она лежит в пределах от 0,5 до 5 см. Например, семена костра безостого высевают на глубину 2-3 см, овсяницы луговой и ежи сборной - 1,5-3,0 см, тимофеевки и

клевера розового 0,5-1,5 см, люцерны и лядвенца рогатого - на 1-2 см. Чем мельче семена, тем меньше глубина их заделки.

В латвийском НИИЗ и ЭСХ была изучена зависимость глубины заделки семян люцерны от механического состава почвы. Критерием оценки этих исследований являлась всхожесть семян.

В таблице 4 приведены некоторые данные влияния механического состава почвы и глубины заделки на всхожесть семян люцерны.

Таблица 4 – Влияние механического состава почв и глубины заделки семян на полевую всхожесть люцерны

Механический состав почвы	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть при глубине заделки семян			
		1 см	2 см	3 см	5 см
Глина	74,6	52,6	60,6	36,0	16,0
Суглинок	74,6	58,0	55,8	55,6	37,0
Супесь	74,6	54,6	50,0	33,5	17,5

Из анализа таблицы 4 видно, что на суглинистых почвах глубина заделки семян должна лежать в пределах 1-2 см, на супесчаных 2-2,5 см.

Анализируя вышеуказанные факторы, влияющие на развитие растений, необходимо сделать вывод, что важнейшим агротехническим требованием, предъявляемым к посеву семян трав, является равномерное распределение их по глубине. Академик Вильямс В.Р. отмечал: «... семя сельскохозяйственного растения должно располагаться на плотном ложе, не способном к оседанию, и покрыто рыхлым и влажным слоем почвы». В свое время и П.А. Костычев указывал, что при расположении семян на уплотненном влажном ложе к ним возможен хороший приток капиллярной воды снизу, а высыхание плотного слоя устраняется лежащей сверху рыхлой землей.

Глубина заделки семян не должна превышать заданную более чем на 15%. Конструкция сеялок для посева многолетних трав должна обеспечивать выполнение указанных агротехнических требований. Наибольшее значение играют параметры и режимы работы высевающего аппарата и сошниковой группы. Только тогда можно ожидать быстрые и дружные всходы, а, следовательно, и хороший урожай кормовых культур.

### ***Библиографический список***

1. Исмаилов, Ш. Л. Улучшение земель и совершенствование организации севооборотов / Ш. Л. Исмаилов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 244-248.

2. Пути оптимизации плодородности почв, подчиненных исправительным колониям Милославского и Скопинского районов, путем определения и оптимизации их химического состава / А. А. Полункин [и др.] // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем

возделывания зерновых бобовых культур: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Памяти ректора Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина (2004-2019 гг.), Почётного работника ВПО РФ, Почётного работника АПК России, д. с.-х. н., профессора Дозорова А.В., Ульяновск, 09 июня 2020 года. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 81-87.

3. Патент на полезную модель № 184627 U1 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Комбикормовый агрегат: № 2018115102: заявл. 23.04.2018: опубл. 01.11.2018 / В. В. Утолин, В. Д. Липин, Н. Е. Лузгин, М. В. Паршина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" ФГБОУ ВО РГАТУ.

4. Комбикормовый агрегат / В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, В. И. Гриньков, А. В. Байдов // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 36-40.

5. Анализ конструкций смесителей / В. В. Утолин [и др.] // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 187-194.

6. Обзор смесителей вязких густых сред / Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, В. В. Горшков, Е. С. Лузгина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – № 1(4). – С. 72-78.

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

8. Системы обработки почвы под зерновые культуры в Рязанской области / Н. И. Белоусов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве: Материалы национальной науч.-практ. конф., посв. памяти д.т.н., профессора Бычкова В.В., Рязань, 28 февраля 2023 года – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 104-111.

9. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

10. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-

технической конференции «I юбилейные чтения Бойко Ф. К.», посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

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

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

13. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной науч.-техн. конф. "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посв. 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. - Том 2, 2020. – С. 291-296.

14. Левин, В. И. О трех фазах ответной реакции семян растений на повреждающие воздействия / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, И. А. Акулина // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 415-420.

15. Совершенствование экономического механизма повышения эффективности воспроизводственного процесса в зерновой отрасли / А. И. Алтухов [и др.]. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2019. – 175 с.

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

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

18. Обеспеченность кормами в Рязанской области / К. Д. Сазонкин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Матер. VIII Междунар. науч.-практич. конф. – Рязань, 2024. – С. 294-298.

19. Чигишева, Л. А. Технологии ухода за лугами и пастбищами / Л. А. Чигишева, А. Н. Бачурин // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 57-58.

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ГРАВИТАЦИОННЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ**

Одной из разновидностей смесителей сыпучих материалов являются гравитационные смесители. Их очевидными преимуществами является отсутствующие или минимальные затраты энергии на процесс смешивания при простой конструкции, но качество смешивания в таких смесителях не всегда соответствует зоотехническим требованиям в случае использования их в качестве основного смесителя в технологической линии по приготовлению смеси. Объясняется это большой разницей в соотношениях смешиваемых компонентов. При приготовлении сыпучих кормовых смесей распространена технологическая схема с применением нескольких смесителей, формирующих несколько потоков предварительно смешанных компонентов, имеющих примерно одинаковые доли в составе готовой смеси. В таком случае применение гравитационных смесителей становится оправданным и возможным [1].

В общем случае, процесс работы гравитационного смесителя подразумевает перемешивание потоков сыпучих материалов, движущихся под действием сил тяжести и направляемых при помощи различных конструктивных элементов, которые условно можно считать рабочими органами. Такие смесители можно считать пассивными - в них отсутствуют приводные элементы. В ряде случаев, для повышения эффективности смешивания, конструктивно предусматривают дополнительные активирующие устройства: активные лопасти, шнеки, вибраторы, пропускание воздуха и другие. Такие смесители можно считать активными или смешанного действия. Проведенный обзор патентных решений позволил произвести классификацию направляющих элементов пассивных гравитационных смесителей (Рисунок 1).

Самыми простыми, с конструктивной точки зрения, являются гравитационные смесители с плоскими гладкими лотками [2], представляющими собой плоские гладкие пластины, расположенные в несколько ярусов, по которым происходит свободное истечение компонентов смеси. Но качество смешивания в таких смесителях невысокое, особенно при большой разнице в соотношении долей смешиваемых компонентов [3, 4]. Для интенсификации процесса смешивания на лотках могут располагаться продольные ручьи или поперечные прутки различного сечения [3, 5], создавая тем самым дополнительные перемешивающие потоки компонентов. Неровности на поверхности лотка ведут к разделению потока компонентов на несколько слоев, вызывая притормаживание нижнего слоя и скольжение относительно него верхнего. Наличие продольных ручьев, также как и

поперечных стержней, практически не вызывает перемещение частиц компонентов на лотке поперек потока, что негативно сказывается на качестве готовой смеси.

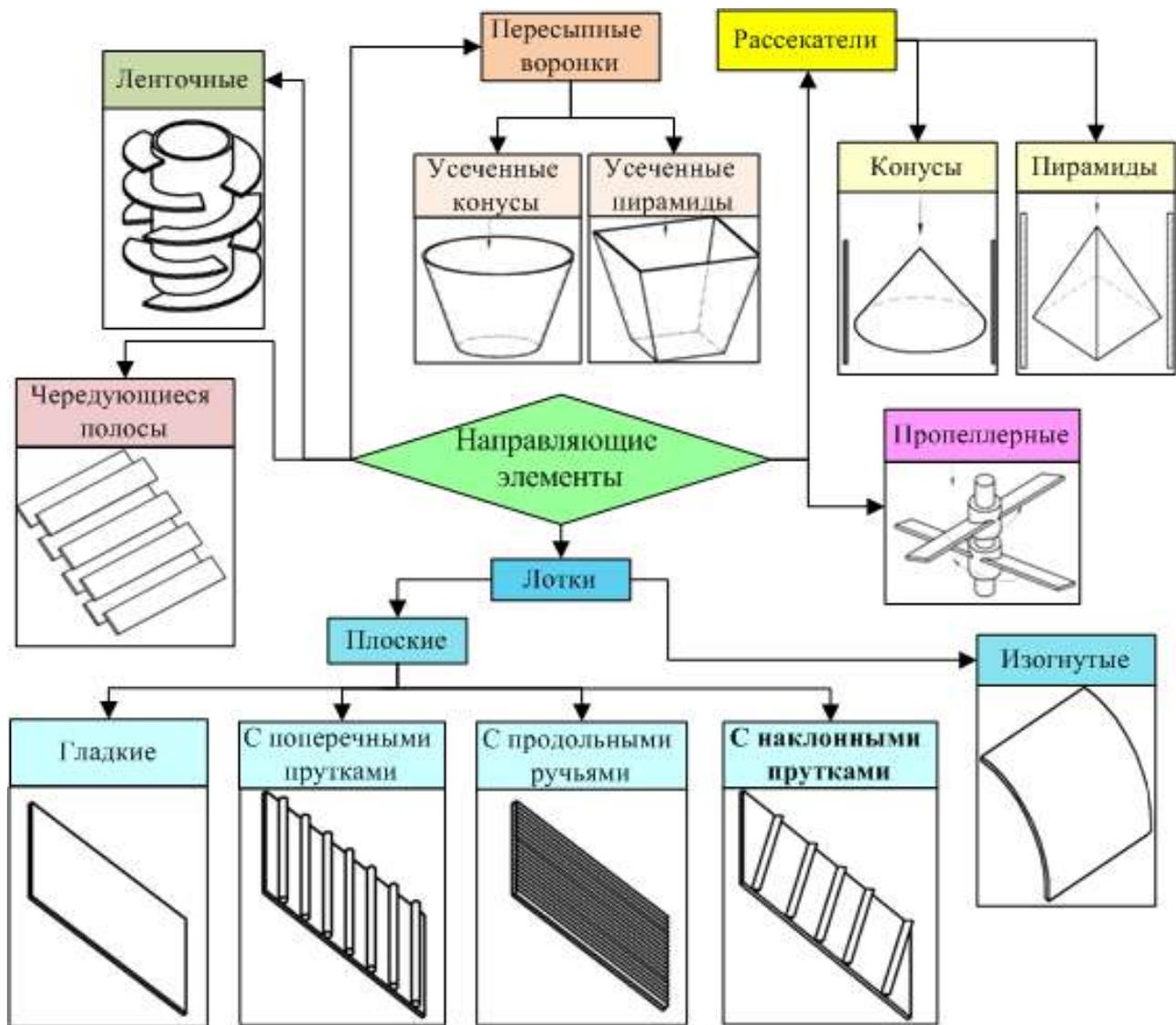


Рисунок 1 – Классификация направляющих элементов пассивных гравитационных смесителей

Еще одной разновидностью направляющих элементов гравитационных смесителей являются более сложные в изготовлении и настройке лотки изогнутой формы [6]. Они могут иметь как вогнутую, так и выпуклую форму. Часто они также оснащаются дополнительными устройствами для активирования процесса смешивания (активные катушки, щетки, эластичные виброподвесы). Недостатками таких смесителей является сложность конструкции, возможность сегрегации потока при сходе с лотка, необходимость привода активаторов смешивания, что негативно сказывается на энергоемкости процесса.

Достаточно много конструкций гравитационных смесителей имеют в своем составе пересыпные воронки и рассекатели [7]. Обычно они применяются одновременно и располагаются в несколько рядов и уровней. К примеру, на верхнем уровне стоят рассекатели конусной или пирамидальной формы, а на втором пересыпные воронки в виде усеченных конусов и пирамид, затем снова рассекатели и так далее. Недостатками таких смесителей являются сложность изготовления, отсутствие возможности регулировки, высокая чувствительность к влажности компонентов, достаточно большие габариты и сложность в очистке от остатков продуктов смешивания, а преимущества - высокая надежность и приемлемое качество смешивания.

Менее распространенными являются гравитационные смесители с чередующимися полосами [8]. Их принцип работы схож с работой гладких плоских лотков. Отличие заключается в более частом переходе потоков смеси с одного уровня полос на другой, что в ряде случаев может активизировать процесс смешивания, но при определенном соотношении плотностей смешиваемых компонентов к их сегрегации. Также практически отсутствует поперечное смещение компонентов.

Схожий принцип действия реализован в ленточных смесителях с прерывистой лентой [9]. Только здесь компоненты корма движутся по спирали, смещаясь и в поперечном направлении и осевом, но сложность их конструкции и регулировок объясняют их малую распространенность.

Попыткой использования веса свободно падающих компонентов для активизации процесса смешивания являются конструкции пропеллерного типа [10-13]. Здесь компоненты корма, падая на повернутые на определенный угол лопасти, заставляют их вращаться пропеллер по часовой или против часовой стрелки. При этом часть компонентов уносится лопастью на некоторое расстояние от места их падения на лопасти. Для большей эффективности применяют несколько рядов таких пропеллеров. Недостатком таких устройств является ненадежность конструкции, вызванная наличие подвижных частей, работающих в пыльной среде. Как правило, такие устройства применяются с дополнительными направляющими устройствами.

Проведенный обзор гравитационных смесителей пассивного типа позволил установить, что существует большое разнообразие их конструкций, имеющих свои преимущества и недостатки. Наиболее простыми являются лотковые направляющие устройства. Их основным недостатком является неудовлетворительное качество смешивания из-за отсутствия поперечного перемещения компонентов по лотку. Для интенсификации поперечного смешивания компонентов перспективным видится использование лотков с наклонными стержнями. Наличие наклонных стержней обеспечивает, помимо осевого перемещения компонентов, еще и поперечный их сдвиг существенно повышая качество смешивания. На данный момент смесители с таким расположением стержней мало изучены. Изучение перспективности их применения в качестве усреднителей в технологических схемах с формированием предварительных смесей и обоснование конструктивных

параметров (шаг и форма стержней, их наклон и размер) требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований. Для снижения трудоемкости исследований целесообразно применять системы моделирования сыпучих материалов.

### *Библиографический список*

1. Механизация приготовления кормов. Часть 1. Механизация приготовления кормов: учебное пособие/ С. М. Ведищев [и др.]. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 136 с.

2. Макаров, Ю. И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

3. Патент № 2526963 С1 Российская Федерация, МПК В28С 5/04, В01F 3/18. Смеситель сыпучих материалов гравитационного типа : № 2013135421/03 : заявл. 26.07.2013 : опубл. 27.08.2014 / А. И. Зайцев, А. Е. Лебедев, А. Б. Капранова ; заявитель ФГБОУ ВПО "Ярославский государственный технический университет".

4. Мирошниченко, Я.А. Анализ конструкций гравитационных смесителей / Я.А. Мирошниченко, А.В. Гвоздев // Перспективная техника и технологии в АПК: материалы Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 13–14 апреля 2023 г. – С. 43-45.

5. Патент № 2683838 С1 Российская Федерация, МПК В28С 5/04, В01F 3/18. Гравитационный смеситель сыпучих материалов : № 2018112079 : заявл. 03.04.2018 : опубл. 02.04.2019 / В. Я. Борщев, Т. А. Сухорукова ; заявитель ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет" (ФГБОУ ВО "ТГТУ").

6. Патент № 2770358 С1 Российская Федерация, МПК В01F 23/60, В01F 33/00, В01F 35/81. Смеситель сыпучих материалов гравитационного типа : № 2021133071 : заявл. 12.11.2021 : опубл. 15.04.2022 / А. Е. Лебедев, И. С. Гуданов ; заявитель ФГБОУ ВО "Ярославский государственный технический университет" ФГБОУВО "ЯГТУ".

7. Авторское свидетельство № 1660719 А1 СССР, МПК В01F 3/18, В01F 5/24, В29В 7/78. Гравитационный смеситель сыпучих материалов : № 4701382 : заявл. 05.06.1989 : опубл. 07.07.1991 / И. О. Дрейер [и др.] ; заявитель Рижский политехнический институт им.А.Я.Пельше.

8. Авторское свидетельство № 1755908 А1 СССР, МПК В01F 13/00, В01F 5/24. Гравитационный смеситель : № 4764090 : заявл. 04.12.1989 : опубл. 23.08.1992 / С. П. Андриевский, В. Н. Урсу, А. Б. Истру [и др.] ; заявитель Кишиневский политехнический институт им.С.Лазо.

9. Патент № 2348449 С1 Российская Федерация, МПК В01F 13/00, В01F 3/18. гравитационный смеситель : № 2007146161/15 : заявл. 11.12.2007 : опубл. 10.03.2009 / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, О. Л. Околелова, Е. Н. Демина ;

заявитель ГОУ ВПО "Воронежская государственная технологическая академия".

10. Патент № 2603670 С1 Российская Федерация, МПК В01F 3/18, В01F 7/18. Гравитационный способ смешивания сыпучих материалов и устройство для его осуществления : № 2015122079/05 : заявл. 09.06.2015 : опубл. 27.11.2016 / А. Т. Лебедев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Ставропольский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ).

11. Дрожжин, К. Н. Обзор теоретических исследований технологических параметров машин / К. Н. Дрожжин, И. А. Соколов, П. Н. Дыков // Инновации молодых ученых и специалистов - национальному проекту "Развитие АПК": Материалы международной научно-практической конференции, Рязань, 14–15 декабря 2006 года. – Рязань, 2006. – С. 460-462.

12. Анализ конструкций смесителей / В. В. Утолин, Е. Е. Гришков, Н. Е. Лузгин [и др.] // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 187-194.

13. Оптимизация и модернизация машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий - факторы роста их экономической эффективности / А. В. Малахов, А. А. Борисов, С. В. Малахова, М. Н. Жердев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4. – С. 17-21.

**УДК 631.51.015**

*Крыгин С.Е., инженер, старший преподаватель,  
Утолин В.В., д-р техн. наук, доцент,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРОТНЫХ ПЛУГОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Несмотря на повсеместное внедрение элементов ресурсосберегающей системы обработки почвы (mini-till и no-till), в ряде случаев глубокая обработка почвы, в том числе вспашка, по-прежнему широко используются на предприятиях агропромышленного комплекса [1, 2].

Вспашка с оборотом обеспечивает переворачивание, перемешивание и рыхление пластов, вследствие чего увеличивается пористость почвы в пахотном горизонте на 10...15% при увеличении объема на 25...50% [3, 4].

Отвальная вспашка позволяет без применения химических средств эффективно бороться с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

При вспашке вредители, обитающие в верхних слоях почвы, оказываются в глубоких слоях и гибнут из-за смены условий. Значительная часть уничтожается птицами, гибнут их личинки и яйца от действия зимних холодов [1]. Глубокая вспашка значительно снижает развитие ряда болезней культурных растений: корневой гнили, фузариоза, бурой ржавчины, мучнистой росы и других [4].

Вспашка с оборотом пласта является наиболее энергозатратной операцией, однако в ряде случаев от нее нельзя отказаться. В первую очередь пахут при выращивании картофеля и ряда пропашных культур, овощей. Вспашка обеспечивает качественную заделку сидератов и разбросанных по поверхности поля органических удобрений. При соблюдении технологии вспашка улучшает воздухо- и водопроницаемость пахотного горизонта, значительно снижается засоренность. По прогнозам отвальная вспашка будет по-прежнему широко применяться в почвенно-климатических зонах с выпадением осадков более 500 мм в год [4].

О востребованности плугов сельскохозяйственными организациями Рязанской области можно судить по показателям наличия плугов на 100 используемых тракторов. С 2019 по 2021 годы это составляло 25 шт., а в 2022 и 2023 годах достигло 26 [5].

Плуги по-прежнему остаются востребованными. На рисунке 1 представлена динамика приобретения новых плугов и списание из-за износа сельскохозяйственными организациями Рязанской области за период 2020-2023 годы [6]. Менее 50% приходится на плуги отечественного производства.

До последнего времени вспашка осуществлялась преимущественно загонным способом плугами традиционной конструкции «всвал», «вразвал» и «свально-развальная» (чередованием загонов). Основной недостаток загонной технологии вспашки – наличие свальных гребней с непропахами и развальных борозд на поверхности поля [4].

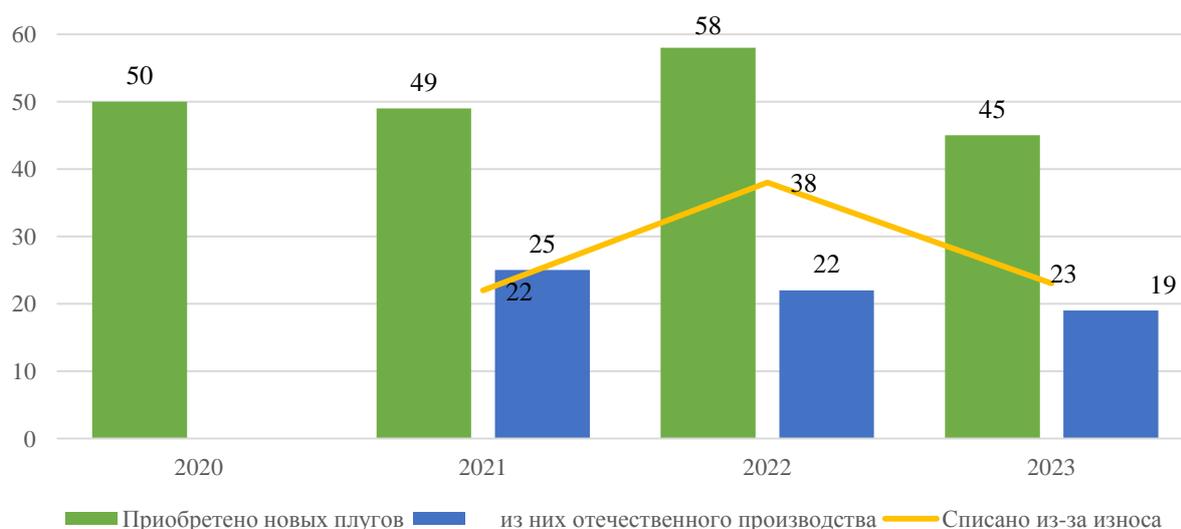


Рисунок 1 – Динамика обновления парка плугов в сельскохозяйственных организациях Рязанской области

Указанных недостатков лишена так называемая «гладкая» вспашка. Для её реализации могут применяться плуги различных типов: балансирные, челночные, клавишные, оборотные, поворотные, линейные и фронтальные. Наибольшее распространение получили оборотные плуги [7]. На симметричной раме оборотных плугов смонтированы правооборачивающие и левооборачивающие корпуса, ножи, опорные колеса. Механизм поворота обеспечивает поворот рамы на 180° относительно продольной горизонтальной оси. Оборотные плуги изготавливаются навесными, полунавесными и прицепными. Оборотными плугами поле пахут без разбивки на загоны челночным способом [4,7].

В Российскую Федерацию оборотные плуги стали массово поступать в конце прошлого века при открытии рынка иностранным производителям сельскохозяйственной техники. Преимущественно это были европейские фирмы «Kuhn», «Lemken», «Amazone», «Kverneland», «Gregoire Besson» и др. Прошедшая выставка «AGROSALON 2024» наглядно продемонстрировала, что им на смену приходят импортеры из стран «Глобального юга» и сельхозмашиностроители России и Белоруси. Основные технические характеристики оборотных плугов представлены в таблице 1 [8, 9].

Таблица 1 – Краткая техническая характеристика оборотных плугов

	PERESVET ППО-(8+1) -35	«Сириус» ПОМ- 6+1+1	ППО- (8+2+1) х40П	ППО-8РК	ПО-9
Производитель	ЗАО «Рубцовский завод запасных частей», Россия	ООО «Волгаагромаш», Россия	ПАО «Грязинский культиваторный завод», Россия	ОАО «Минский завод шестерен», Республика Беларусь	ПОО «Техмаш», Республика Беларусь
Способ агрегатирования	полунавесной	полунавесной	полунавесной	полунавесной	полунавесной
Рабочая скорость, км/ч	до 9	7...10	до 8	7...13	7...9
Глубина обработки, см	до 30	20...27	до 30	до 27	до 27
Ширина захвата, м	2,7-3,6	3,32	2,64 - 4,0	3,0 – 3,5	3,0 – 3,5
Масса, кг	3550	5990	4128	5000	5800
Требуемая мощность, л.с.	380...420	не менее 320	300...350	300...350	от 350

Сельскохозяйственные организации приобретают преимущественно полунавесные и прицепные оборотные плуги для энергонасыщенных тракторов общего назначения с двигателями мощностью от 180 л.с.

Заслуженным авторитетом пользуется продукция группы компаний «Алтайские машиностроительные заводы» («АЛМАЗ»). Компания производит также плуги традиционной компоновки, чизельные плуги и другие почвообрабатывающие машины. Наиболее широкозахватным является 9-ти корпусной оборотный плуг PERESVET ППО-(8+1)-35. Особенность плугов является возможность ступенчатого изменения ширины захвата корпуса от 30 до 40 см и демонтажа одного корпуса. Ширина захвата указанного плуга регулируется в пределах от 2,7 до 3,6 м, что позволяет в конкретных условиях работы оптимально загрузить двигатель трактора.

ООО «Волгаагромаш» выпускает семейство оборотных плугов «Сириус» у которых так же имеется возможность демонтировать ряд корпусов в зависимости условий работы. Двухколесная опорная тележка позволяет уменьшить радиус разворота.

На «Минском заводе шестерен» выпускают оборотные плуги и по схеме «push-pull» («тяги-толка»). Это два навесных плуга на переднюю навеску предложен оборотный плуг ПП-3-45 (Рисунок 2), а для задней навески ПОН-3-45.



Рисунок 2 – Плуг ПП-3-45 ОАО «Минский завод шестерен» для передней навески трактора

При работе колесных тракторов с оборотными плугами трактора обычно движутся «в борозде». Ряд производителей выпускают и модификации плугов для пахоты «вне борозды». В частности, ПАО «Грязинский культиваторный завод» выпускает плуги модификации On land.

Основными недостатками оборотных плугов является наличие двойного количества рабочих органов, что увеличивает их массу, габариты, стоимость и затраты на эксплуатацию по сравнению с традиционными плугами.

Гладкая вспашка является наиболее предпочтительной, в том числе для контурной вспашки полей с уклонами до 7°. Несмотря на указанные недостатки, оборотные плуги импортного производства, при более высокой цене, по-прежнему пользуются спросом у аграриев [4-15].

Для повышения спроса на отечественную технику необходимо дальнейшее развитие программ субсидирования на приобретение новой техники, проведение НИОКР научно-учебным и производственным предприятиям.

### ***Библиографический список***

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

2. Пути оптимизации плодородности почв, подчиненных исправительным колониям Милославского и Скопинского районов, путем определения и оптимизации их химического состава / А. А. Полункин [и др.] // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Памяти ректора Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина (2004-2019 гг.), Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного работника агропромышленного комплекса России, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Дозорова А.В., Ульяновск, 09 июня 2020 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 81-87.

3. Обоснование эффективности гладкой вспашки поворотным плугом / Б. Н. Нуралин [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(77). – С. 147-150.

4. Лобачевский, Я. П. Семейство фронтальных плугов для гладкой вспашки: специальность 05.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства: дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук / Яков Петрович Лобачевский; Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - Москва: 2000. – 335 с.

5. Рязанская область в цифрах. 2024: Крат.стат.сб./ Рязаньстат. – Рязань, 2024. – 169 с.

6. Бюллетень «Наличие техники, энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации в 2022 году». - Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: официальный, 2023. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document> (дата обращения: 01.11.2024).

7. Рабочая тетрадь по дисциплине «Сельскохозяйственные машины»: для студентов направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия / М. В. Орешкина,

В. Д. Липин, В. В. Коченов, С. Е. Крыгин. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 189 с.

8. Дальский Н. Отечественный плуг: ТОП самых интересных и больших моделей/ Н. Дальский // Рынок АПК. – 2024. - №9 (249) сентябрь. - С. 28-33.

9. Перспективный плуг ПО-(8+4)-40 для тракторов мощностью 450 л.с / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 167-171.

10. Крыгин, С. Е. Основные средства в АПК / С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин, Е. В. Меньшова // 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. 374-379.

11. Крючков, М.М. Применение почвообрабатывающих и посевных комбинированных агрегатов в условиях Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 157 с.

12. Дефекты деталей рабочего органа скоростных плугов / А. М. Михальченков и др. // Вестник Брянской ГСХА. - 2021. - № 3 (85). - С. 41-46.

13. Экспорт как этап дальнейшей реализации политики импортозамещения / О.В. Святова [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 5(383). – С. 41-45.

14. Системы обработки почв / М. М. Крючков [и др.]. – Горки-Рязань : Book Jet, 2021. – 268 с.

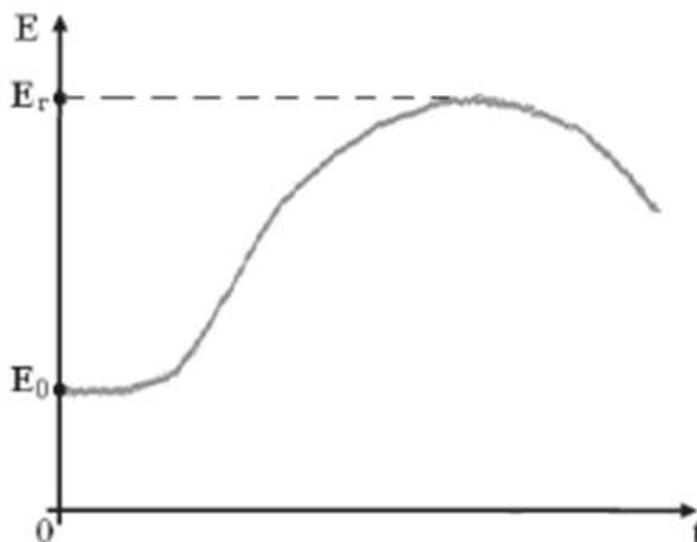
15. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р. В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

16. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 129-134.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Рост населения в последние десятилетия создал необходимость поиска новых способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур [1]. Поэтому проводятся исследования с целью анализа влияния электромагнитного излучения на развитие растений. В связи с этим рассмотрим эксперимент, проведенный для анализа влияния облучения электромагнитными волнами частотой 2,3625 ГГц [2]. Целью эксперимента является исследование урожая кукурузы, полученного с участка, подвергнутого дополнительному излучению, с другим, оставшимся без дополнительного излучения, а имевшего воздействие только от естественного излучения. Результаты показывают, что у растения, подвергнутого воздействию излучения с установленной частотой, размер корней уменьшается.

В некоторых из исследований были представлены данные, показывающие взаимосвязь между ростом растений и временем воздействия на них электромагнитного излучения [3]. Согласно этим исследованиям, содержание растения под воздействием электромагнитного излучения в течение определенного времени приводит к увеличению урожая. Однако если растение подвергается слишком длительному облучению, всхожесть растения снижается. Эту зависимость можно увидеть на рисунке 1.



$E_r$  – пик всхожести растений при воздействии облучения;

$E_0$  – исходная всхожесть растений при естественном облучении

Рисунок 1 – Связь времени воздействия электромагнитного излучения с ростом растений

Помимо времени, когда растение подвергается воздействию электромагнитного излучения, исследования показали, что частоты этих волн могут оказывать различное влияние на его развитие. Имеют место некоторые эффекты, вызванные разными частотами. При частоте воздействия 60–100 Гц увеличивается концентрация железа у растений, при частотах 400, 900, 1900 МГц происходит увеличение и изменение биохимических свойств. Эти соотношения можно наблюдать в исследованиях, проводившихся на растениях с корневой системой, погруженной в воду[4]. Воздействие электромагнитными волнами частотой 400 МГц и 900 МГц с напряженностью до 390 В/м, экспозицией по два часа ежедневно проводилось в течение 3, 5, 8, 10, 12 и 14 дней. В результате эксперимента было замечено увеличение примерно на 15% высоты растений, подвергнутого воздействию волны частотой 400 МГц электрического поля напряженностью 23 В/м при воздействии в течение двух часов в день в течение трех суток. В других случаях можно было наблюдать снижение способности роста растений [5]. Другие исследования, проведенные аналогичным образом, подтверждают данный факт. Известны данные об облучении переменным магнитным полем волны частотой 50 Гц, по этим данным можно заметить, что произошло увеличение урожайности корнеплодов свеклы [6].

По результатам исследований можно провести анализ влияния воздействия электромагнитного (ЭМ) излучения на развитие кукурузы. Наблюдаемые положительные или отрицательные влияния, возникают в зависимости от времени, в течение которого кукуруза подвергается воздействию ЭМ облучению. Для проведения этого эксперимента использовались группы кукурузы. Первая группа была посажена в горшки из пенополистирола, заполненные почвой и была подвергнута воздействию электромагнитного излучения по два часа в день в течение пяти дней, в то время как другая группа подвергалась воздействию только окружающего электромагнитного излучения. Кроме того, культуры ежедневно поливали 25 мл минеральной воды, которая при 25°C имеет рН 7,49, проводимость 204 мкСм/см и остаток от испарения при 180°C 160,70 мг/л. Кроме того, в его составе имеется 131,77 мг/л  $\text{NaHCO}_3$ , 43,561 мг/л  $\text{Na}^+$ , 4698 мг/л  $\text{Ca}^+$ , 2503 мг/л  $\text{K}^+$ , 1,94 мг/л  $\text{Cl}^-$ , 1233 мг/л  $\text{Mg}^+$ , 1 мг/л  $\text{F}^-$ , 0,98 мг/л  $\text{SO}_4^{2-}$ , 0,68 мг/л  $\text{PO}_4^{3-}$ , 0,144 мг/л  $\text{Ba}$ , 0,053 мг/л  $\text{B}$ , 0,050 мг/л  $\text{Sr}$ , 0,035 мг/л  $\text{Fe}$  и 0,03 мг/л  $\text{NO}_3^-$ .

Для проведения электромагнитной обработки использовался таймер, включающий и выключающий СВЧ-генератор, настроенный на работу на 2 часа в сутки [7]. Используемый генератор сигналов генерирует волну приблизительно 2,3625 ГГц, как показано на диаграмме излучения на рисунке 2. Эксперименты проводились в следующих условиях: два отдельных горшка из пенополистирола были заполнены одной и той же землей, и в каждый из них высаживалось по пять семян с целью гарантированного прорастания. Почву из первого горшка облучали по два часа в день в течение пяти дней, после чего ждали еще пять дней, чтобы и облученная, и контрольная группа растений развились[8].

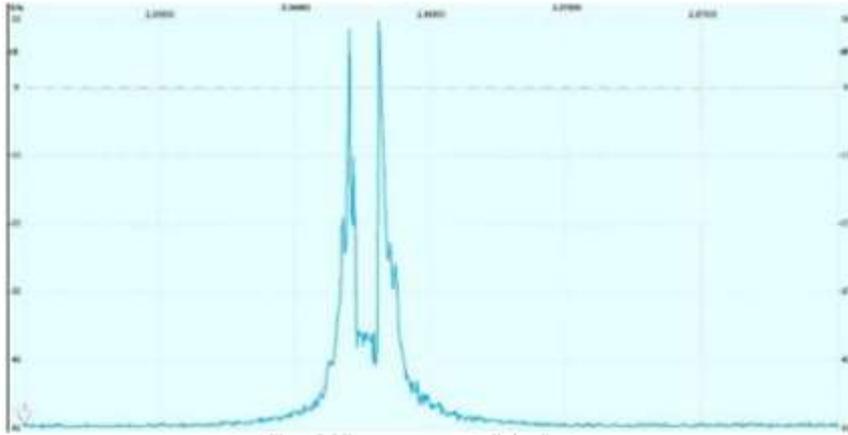


Рисунок 2 – Генерация электромагнитных волн для ЭМ облучения

В ходе эксперимента наблюдались определенные эффекты, которые проявились в результате облучения семян кукурузы после десяти дней роста. Для достоверности эксперимента одну и ту же процедуру повторяли трижды в одном и том же месте с одинаковой яркостью, контролируемой с помощью люксметра. По окончании первых десяти дней растения были извлечены из горшка. Это позволило зафиксировать их рост по сравнению с контрольными растениями. Измерение проводили со всеми семенами, участвующими в эксперименте. Сравнивались размеры контрольных растений с облученными. Это показало, что корни контрольных растений крупнее облученных и показали лучший рост. Разница в их корнях составляла около 2 см. У растения без облучения – 28 см, а у растения, подвергнувшегося облучению - примерно 26 см. Для повышения достоверности экспериментов их провели повторно через десять дней с получением аналогичных результатов. Длина контрольного растения в эксперименте подтверждала закономерность: размер корней растений без облучения значительно больше, чем у растений с облучением, а именно: 23 см при облучении и 29 см без облучения. Соотношение длины растения, облученного микроволнами, в третьем эксперименте сохраняла закономерность. Эксперимент имел один и тот же период в 10 дней, окружающая среда была менее благоприятной для роста растения (пониженная температура), но и в этом случае рост двух растений протекает аналогично, т.е. растение с облучением имеет корень длиной 11 см, а без облучения – 15 см, что позволяет наблюдать явное влияние на рост растения[9,10, 11, 12, 13, 14].

Полученные результаты позволяют заключить, что электромагнитные волны оказали негативное влияние на рост корней, однако следует отметить, что, несмотря на задержку развития корней, рост растения в целом оставался на том же уровне. Таким образом, электромагнитное облучение на исследуемой частоте не всегда способствует повышению урожайности выбранной культуры, но и не приводит к ее снижению, оказывая благотворное влияние на другие показатели.

### *Библиографический список*

1. Фатьянов, С.О. Биогазовая установка как способ решения проблемы утилизации отходов промышленного животноводства / С.О. Фатьянов, С.В. Карловский // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 162-165.
2. 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.
3. Игнатов, В.Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро РГАТУ им. П.А. Костычева; Совет молодых учёных РГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - С. 34-38.
4. Evaluation of biophysical parameters of the cardiovascular system in the experiment / A. Pustovalov [et al] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11. - № 4. - С. 11A04A.
5. 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.
6. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей в медицине / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Естественнонаучные основы медико-биологических знаний : Материалы всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием. - 2017. - С. 16-18.
7. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 170-174.
8. Фатьянов, С.О. Перспектива применения сои в качестве добавки в корм / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 246-250.

9. Власов, С.С. Исследование разветвленных несимметричных трехфазных цепей с отрицательным активным (расчетным) сопротивлением / С.С. Власов, С.О. Фатьянов // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева: Материалы научно-практической конференции 2011 года. Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". - 2011. - С. 153-154.

10. 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.

11. Левин, В. И. О трех фазах ответной реакции семян растений на повреждающие воздействия / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, И. А. Акулина // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 415-420.

12. 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 Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 129-135.

13. 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

14. Никонов, С.В. Исследование бактерицидных свойств ультрафиолетового излучения / С. В. Никонов, А. А. Гурьева, Н. Б. Нагаев // Инженерные решения для АПК: Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 84-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16–17 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 92-97.

*Нижегородова А.И., студент 3 курса,  
Сафин Г.М., студент 3 курса,  
Хохлова Л.И., канд. техн. наук, доцент кафедры строительства  
ФГБОУ ВО ГУЗ, г. Москва, РФ*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛИЦ В УСЛОВИЯХ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ, БОЛОТ И ХОЛОДНОГО КЛИМАТА**

Сегодня, в 21 веке, когда направление исследований всё больше склоняется в сторону устойчивого развития, проблема обустройства болот для земледелия как нельзя. При правильной мелиорации и осушении болотистых участков можно создать плодородные земли, подходящие для сельского хозяйства. Болотные почвы, богатые торфом, могут стать продуктивными при добавлении питательных веществ и улучшении структуры почвы. Однако это требует значительных усилий и инвестиций в дренажные системы и обработку почвы. Кроме того, болотистые почвы распространены в лесной, таёжно-лесной и притундровой зонах, где остро стоит вопрос холодов. Для решения этой проблемы предлагается проектирование теплиц и климатронов в виде геодезического купола.



Рисунок 1 – Геокупол изнутри

Геодезический купол (он же геокупол или геодом) — сферическое архитектурное сооружение, собранное из относительно коротких стержней, которые, соединяясь между собой, образуют геодезическую структуру, благодаря которой сооружение в целом обладает хорошими несущими качествами [1].

Отличие стратодезических куполов, также многогранных, от геодезических состоит в том, что основой структуры последних является радиальная симметрия. Стратодезические же купола имеют в своей основе симметрию осевую. Геодезические купола лучше воспринимают нагрузки, векторы которых сходятся в одной точке – центре исходной сферы. Стратодезические более устойчивы к вертикальным нагрузкам. По сути, геодезический купол является несущей сетчатой оболочкой. Форма купола образуется благодаря тому, что в каждом соединительном узле сходятся ребра слегка различной длины, которые в целом образуют многогранник, близкий по форме к сегменту сферы. И купольный дом в целом также получается выполненным в виде в виде многогранника, приближающегося по внешнему виду к сфере (полусфере) – чем больше в конструкции граней, тем ближе она по форме к сфере [2].



Рисунок 2 – Виды геокуполов

Преимущества геокупольной конструкции по сравнению с традиционной:

1. Экономия материала и времени. Поверхность шара примерно на четверть меньше, чем поверхность куба такого же объема, а значит и материалов для строительства купола потребуется на четверть меньше. Помимо этого, у купола, на 60-70% меньше деталей в самом каркасе конструкции, что позволяет сэкономить дополнительно 5-10% энергии на отсутствии «мостиков холода» из-за однородности материала защитных ограждений и еще сэкономить 40% времени на сборке.

2. Лёгкость. Чем больше геокупол, тем легче и прочнее его конструкция (пропорционально к изменению его размера), так как сеть геодезических линий предлагает геометрию самой прочной и экономичной структурной системы, а геодезическая решетка распространяет напряжение и натяжение в самой экономичной манере из всех возможных. Равномерность распределения нагрузки по оболочке купола позволяет изъять до 50% треугольников.

3. Энергоэффективность. В условиях холодного климата, когда крайне важно поддерживать необходимую температуру в течение необходимого времени, а то и всего года, форма. Завихрения охлаждают здание, а вакуум высасывает из помещения нагретый воздух не только через щели вокруг дверей и окон, но и любые мельчайшие несовершенства конструкции на этой стороне здания. Теплый воздух, высосанный из помещения, замещается холодным, с подветренной стороны, через подобные щели, микротрещины и микропоры.

Даже в современных домах совокупная площадь таких щелей и пор составляет эквивалент открытого окна. Расширяясь в помещении плотный, холодный воздух, дополнительно охлаждается за счет эффекта Берноули и превращается в сквозняк, влекомый всасыванием. Конструкция купола лишена таких сквозняков. Положительное соотношение площади к объему – не единственная причина удивительных термальных характеристик куполов; меньший процент огороженного воздуха соприкасается с оболочкой, где происходят потери тепловой энергии, или нежелательный нагрев. Удвоение размеров купола приводит к удвоению его термоэффективности. Кроме того, куполообразная форма так же, как и скатная крыша, предполагает сход снега. Таким образом, Расходов на вентиляцию и отопление требуется меньше на 35%, чем на отопление и вентиляцию обычного здания прямоугольной формы. Кроме того, на наш взгляд, при проектировании климатрона, «теплицы» функционирующей целый год, оптимальным будет проектирование геокупола с двойной оболочкой. Достаточным расстоянием между поверхностями будет 20-30 см [3].

Выбор формы геокупола при проектировании теплиц в условиях болот и пучинистых грунтов выгоден как раз из-за своей лёгкости. Таким образом, можно сэкономить на фундаменте, поскольку при проектировании геокупола обычно достаточно ленточного фундамента неглубокого заложения.



Рисунок 3 – Варианты фундамента

При выращивании растений на болотистых почвах основные проблемы – это обилие грунтовых вод и оглеение. Но именно эти процессы и делают болота привлекательными для земледелия, поскольку при почвообразовательном процессе в болотном грунте накапливается торф, и происходит оглеение минеральных соединений. Это результат постоянного заболачивания, вызванного влиянием грунтовых и поверхностных водных потоков. Затопления, связанные с деградацией рельефа и с воздействием атмосферных осадков, приводят к застаиванию воды, но также такой тип формирования грунта характерен для мест с равнинным рельефом. Это обусловлено присутствием водоупорного слоя почвы – если залегание подземных вод высокое, то верхние пласты перенасыщены влагой, и на ней хорошо развита растительность [4].

Такая органика, постепенно разлагаясь на болотах, служит основой плодородной части грунта. Со временем, с участием органики, а также ила и минералов, образуется толстый слой торфа. Безусловно, главным внешним и внутренним фактором воздействия является сама природная зона с её погодными условиями и климатом, располагающая к заболачиванию и торфообразованию.

Кроме того, глины имеют ряд преимуществ в выращивании растений:

1. Питательные вещества. Глина является одним из самых питательных типов почв, поскольку она содержит много минеральных элементов, необходимых для роста растений. Она также обладает способностью удерживать воду, что делает ее особенно полезной в сухих климатах.

2. Удержание влаги. Глина является идеальным материалом для удержания воды в почве, что может быть особенно полезно в периоды засухи или когда растения нуждаются в дополнительном увлажнении.

3. Стабильность почвы. Глина обладает способностью удерживать свою форму и не распадаться, что помогает сохранять структуру почвы и защищать ее от эрозии.

4. Защита корней растений. Глина может помочь защитить корни растений от перегрева, поскольку она может уменьшить температуру почвы и предотвратить их перегрев.

5. Не требует частой подкормки. По мере того как глина содержит много питательных веществ, растения, выращенные на ней, не требуют постоянного удобрения [5].



Рисунок 4 – Строение болотистого грунта

Что касается выбора культур для выращивания на болотистой почве и/или в условиях холодного климата, подойдут главным образом сорта с

мочковатой, или просто компактной корневой системой, которая способна выносить повышенную влажность. К таким относятся в первую очередь, груши, яблони, сливы, а также ягодные культуры: крыжовник, садовая земляника, голубика и смородина [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Проектирование теплиц на почвах с высокой влажностью, таких как болотистые и пучинистые – задача, решив которую, можно повысить перспективы развития сельского хозяйства. Геокупольные конструкции отлично подходят для подобных случаев, помогая устранить многочисленные недостатки такой территории и особенно минимизировать потери тепла, что наиболее важно в подобных условиях.

Особенностью болотистых почв является их насыщенность органическими веществами, такими как торф, который при восстановительной обработке превращает их в пригодные для выращивания сельскохозяйственных культур. Использование теплиц с геокуполам в подобных условиях не только повысит урожайность, но и позволит использовать участки, ранее непригодные для массового выращивания сельскохозяйственных культур. Это даст возможность организовать экологически чистую и современную систему земледелия в регионах с суровым климатом и неблагоприятными почвами.

#### ***Библиографический список:***

1. Бадьин, Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома / Г.М. Бадьин. – БХВ-Петербург, 2011. – С. 62-64.
2. Есипова, А. А. Применение геодезических куполов в строительстве: преимущество и недостатки / А. А. Есипова // Наука и современность. – 2015. – № 38. – С. 8-11.
3. Александров, В. И. Геодезические купола: теория и практика применения / В.И. Александров. – Москва: Стройиздат, 2018. – 246 с.
4. Поверхность купола как элемент энергоэффективности ограждающих конструкций / Е. И. Попова [и др.] // Инновационная наука. – 2017. – Т. 1, № 3. – С. 73-76.
5. Чуб В. Подземная жизнь растений. Корни [Текст] / Чуб В. // Цветоводство. - 2007. - N 6. - С. 46-51.
6. Козлова, Е. С. Мелиорация болотистых почв в условиях таежных регионов / Е.С. Козлова. – Санкт-Петербург: Агропромиздат, 2019. – 189 с.
7. 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.
8. Current state and problems of development of organic gardening in Russia / O. V. Sokolov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012048.
9. Широбокова, О. Е. К вопросам качества электроэнергии в сети тепличных хозяйств / О. Е. Широбокова // Современные тенденции развития

аграрной науки: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - С. 363-365.

10. Ерофеева, Т. В. Оценка влияния сельскохозяйственного производства на окружающую среду / Т. В. Ерофеева, О. А. Антошина, С. Д. Карякина // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань, 2022. – С. 38-41.

11. 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 . – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 122-128.

12. Бачурин, А. Н. Дачные теплицы с регулируемой температурой / А. Н. Бачурин, А. Ю. Виноградов, В. М. Корнюшин // 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., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 194-198.

**УДК 631.3:621.382.2**

*Ратушная М.Н., студент 2 курса магистратуры,  
Фатьянов С.О., канд. техн. наук, доцент,  
Морозов А.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ОБЛУЧЕНИЕМ СВЕТОДИОДНОЙ УСТАНОВКОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО СПЕКТРА**

В настоящей статье рассматривается применение ультрафиолетового излучения, как об одной из значимых стадий положительного воздействия на семена различных культур, активизирующую дезинфекцию и стимуляцию зерен перед их посевом в почву[1]. Касаясь УФ - излучения, нельзя не отметить оказываемое им воздействие на биопроницаемость гибкой пленки семян, что дает толчок их интенсивному росту. Это излучение, помимо этого, влечет за собой оптимизацию биоэнергетических и биосинтетических процессов, вносит изменения в степень окисления оксидов, активность АТФ. Благодаря этому, семена под воздействием УФ попадают в стадию интенсивного роста и развития. Исследуемый метод выращивания семян различных культур зарекомендовал себя положительно в виду присущих ему характеристик:

экологически безопасный и позитивно воздействующий на степень всхожести зерен; устраняющий токсичные вещества, обладающий стимулирующим воздействием[2].

Существует деление ультрафиолетового излучения на определенные видовые подгруппы. За основу в данном случае должен быть взят стандарт ISO-DIS-21348, определяющий ряд важных показателей:

- Ближний (400–300 нм).
- Ультрафиолет А (длинноволновой диапазон, 400–315 нм).
- Средний (300–200 нм).
- Ультрафиолет В (средневолновой, 315–280 нм).
- Дальний(200–122 нм).
- Ультрафиолет С (коротковолновой, 280–100 нм).
- Экстремальный (121–10 нм).

Такое деление позволяет выполнять более точные измерения в отдельных диапазонах.

В случае с ближайшим УФ (именуемым «черным светом») воздействие на человеческий глаз минимально. Однако, не стоит забывать про наличие материалов, делающих данный вариант УФ видимым для живого существа. Собственно, подобное излучение в науке называется «фотолюминесценция»[2].

В начале XIX столетия всемирно известным физиком И.В. Риттером было сделано открытие, определяющее существование ультрафиолетовой радиации. Помимо этого, ученый отметил, что указанная радиация негативно сказывается на различных микроорганизмах (рисунок 1):

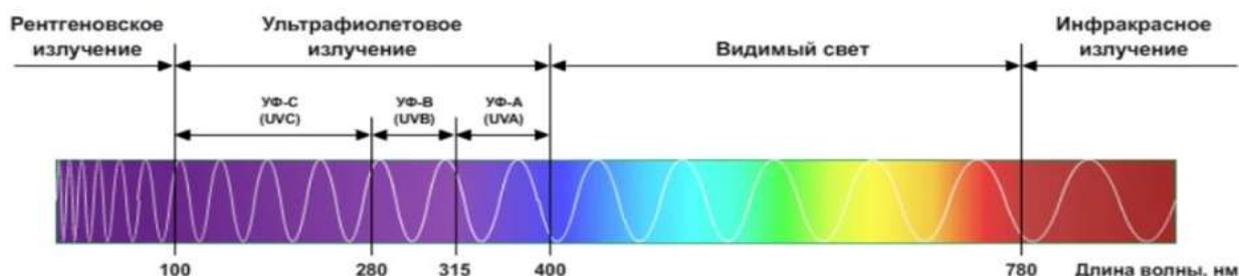


Рисунок 1 – УФ в контексте электромагнитных колебаний

При рассмотрении длинноволнового и средневолнового УФ - воздействия, стоит отметить, то оно систематически встречается в повседневной жизни. Подобное обуславливается исключительно тем, что коротковолновое излучение поглощается озоновым слоем при попадании в атмосферу[3].

Благодаря проведенным исследованиям ясно, что зона «С» (УФ-С,  $\lambda = 100...280$  нм) – это фактор, устраняющий наличие различных бактерий в воде, воздухе, на поверхности и т.д.

Что касается зоны «В» (УФ-В,  $\lambda = 280...315$  нм), то она имеет максимальное биовоздействие. Соответствующий УФ - диапазон, как правило,

применяется в целях витальной обработки, которая в свою очередь повышает всхожесть семян зерновых культур [4].

Помимо выше представленных зон, следует обратить внимание на зону «А» (УФ-А,  $\lambda = 315...380$  нм). Данный диапазон обладает люминисцирующим воздействием, исключая негативное влияние на живые организмы.

Также заслуживает внимание такое явление, как длинноволновое УФ - излучение. Оно способствует проявлению фотопериодических реакций растений. Это допускает его успешное применение в рамках работы с растениями – короткодневками [5].

В рамках проводимых исследований удалось доказать, что ультрафиолетовое излучение первой из ранее представленных зон достигает максимума своего положительного воздействия при наличии определенных условий: повышенная температура, интенсивное освещение. Это в свою очередь воспринимается в качестве фактора, оптимизирующего репарацию клеток, оказавшихся под губительным воздействием [6].

Помимо этого, УФ-излучение – это фактор влияния на фотопериодическую деятельность.

Благодаря грамотному подбору УФ - дозирования, можно оптимизировать рост цветочных почек растений, вне зависимости от времени их дневного выращивания (даже, если световой день является коротким, например, 12 ч/сут, вместо принятых 16 ч/сут.). Кроме того, сокращаются расходы на покрытие нужной энергии для выращивания [7].

Исходя из вышеизложенного, стоит сделать вывод о том, что дозировка УФ - излучения в пределах зон «А», «В» - прямо сказывается на таком аспекте, как степень воздействия. Исследуемый метод положительно воздействует на выращивание имеющих иммунитет растений (Рисунок 2).

УФ позволяет обеспечить быструю всхожесть растений. Доказано, что УФ - обработка семян до их посева – способствует:

- 1) увеличению численности цветков на растения;
- 2) активизации энергии прорастания;
- 3) оптимизации качества семян.



Рисунок 2 – Растения, полученные за счет выращивания при смешении УФ и ДС

Рассматриваемый метод выращивания зерновых культур может быть разделен на несколько видов. Однако вне зависимости от этого он оказывает положительное воздействие на каротиноиды и антоцианы [8].

Воздействие может быть малым и большим. Во втором случае результат будет таков: падение синтеза хлорофилла. Синтез – это явление, к которому склонны большая часть растений, однако, есть и те, которые ему не подвержены [9].

УФ-излучение – это метод, используемый в целях обработки семян ячменя. В таблице 1 указаны показатели дозирования УФ в работе с зерновой культурой.

Таблица 1 – Показатели степени воздействия УФ-излучения на семена ячменя на стадии предпосевной обработки

Приемы обработки семян	Урожайность,		Количество прод. стеблей		Масса 1000 зерен		Количество зерен в колосе		Масса зерна с колоса	
	г/м <sup>2</sup>	%	шт.м <sup>2</sup>	%	г	%	шт.	%	г	%
Контроль (без обработки)	220	100	337	100	39,0	100	15,7	100	0,57	100
УФО, 3 кДж/м <sup>2</sup>	278	115	518	140	43,4	110	11,1	73	0,55	82
УФО, 4 кДж/м <sup>2</sup>	270	117	474	127	43,2	110	12,2	69	0,47	78

Таким образом, представленные показатели демонстрируют, что рассматриваемый метод будет наиболее эффективным в части воздействия на урожайность и численность стеблей, поскольку им устраняются вредоносные бактерии [10-17].

При расчете УФ - дозировки важно учитывать, что растения будут хуже поддаваться воздействию излучения, если они находятся близко к земле. При несоответствующем использовании УФ - воздействия могут быть негативные последствия.

### *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. 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.

3. Игнатов, В.Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов //

Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро РГАТУ им. П.А. Костычева; Совет молодых учёных РГАТУ им. П.А. Костычева. 2020. С. 34-38.

4. Evaluation of biophysical parameters of the cardiovascular system in the experiment / A. Pustovalov [et al] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11. - № 4. - С. 11A04A.

5. Фатьянов, С.О. Перспектива применения сои в качестве добавки в корм / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 246-250.

6. Власов, С.С. Исследование разветвленных несимметричных трехфазных цепей с отрицательным активным (расчетным) сопротивлением / С.С. Власов, С.О. Фатьянов // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева: Материалы научно-практической конференции 2011 года. Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". - 2011. - С. 153-154.

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

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

9. Левин, В. И. О трех фазах ответной реакции семян растений на повреждающие воздействия / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, И. А. Акулина // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 415-420.

10. Петрушина, О. В. Экспортно-ориентированная стратегия зернового производства / О. В. Петрушина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 90-97.

11. 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.

12. Широбокова, О. Е. К вопросам качества электроэнергии в сети тепличных хозяйств / О. Е. Широбокова // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - С. 363-365.

13. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя градиентным магнитным полем и биологическим препаратом "Гуми 80" / А. А. Соколов, В. И. Левин, М. М. Крючков, Д. В. Виноградов // Международный научный журнал. – 2015. – № 5. – С. 98-104.

14. Левин, В. И. Каскадный эффект внутривидового дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные / В. И. Левин, С. А. Макарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 16-20.

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

**УДК 621.383**

*Старостенков Я.Н., учащийся  
Научный руководитель: Петровская Т.А., старший преподаватель  
УО «НДТП», г. Минск, Республика Беларусь*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЗРАЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ**

Солнечные панели активно внедряются в сельское хозяйство. За счёт применения фотоэлектрических модулей сельскохозяйственный комплекс обеспечивается автономность от общественных сетей снабжения электроэнергией, что позволяет комплексу бесперебойно функционировать в период устранения аварии.

На данном этапе происходит активное применение солнечных фотомодулей в теплицах для снабжения необходимых приборов для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур. Одной из основных проблем является уменьшение пропускной способности стеклянной

покрытия теплицы, вследствие чего происходит меньшее усвоение солнечного света растениями, что сказывается на замедлении их роста. Современные солнечные панели обладают прозрачностью, показатель которой ниже 70%. Этот лимит в большой степени негативно сказывается на активном использовании солнечных панелей в растениеводстве, несмотря на многочисленные эксперименты с перовскитными солнечными панелями. Кроме перовскита, одним из перспективных решений является установка солнечных панелей на основе монослойных полупроводников из халькогена и определённого металла.

Одним из редких полупроводников является дисульфид вольфрама ( $WS_2$ ). В производстве прозрачных солнечных панелей также используются и прозрачные проводящие оксиды. Для разработки модели солнечной панели будет использоваться оксид индия-олова (ITO), технология производства которого достаточно проста. Для корректирования расположения материалов были применены солнечные панели на барьере Шоттки, который представляет собой потенциальный барьер, появляющийся в приконтактном слое полупроводника, граничащего с металлом и равного разности работ выхода металла и полупроводника. При контакте электроны из материала, имеющего меньшую работу выхода, переходят в материал с большей работой выхода. В этом случае выравниваются уровни Ферми металла и полупроводника. Возникающее внутреннее электрическое поле препятствует переходу электронов в металл, поэтому полупроводник оказывается положительно заряженным. Между металлом и полупроводником возникает разность работ выхода, благодаря чему происходит обмен электронами: электроны из полупроводника с меньшей работой выхода переходят в металл с соответственно большей работой выхода. Электрическое поле, прекращающее однородный переход электронов, возникает в равновесном состоянии, когда металл заряжается отрицательно [1-7].

Кроме материалов и барьеров Шоттки в прозрачные солнечные панели активно внедряются прозрачные люминесцентные солнечные концентраторы (TLSC), которые поглощают ультрафиолетовое и инфракрасное излучения и генерируют яркое свечение, распространяющееся к краю TLSC за счет внутреннего отражения. В качестве подложки для нанесения полупроводников используются полупроводники оксид кремния, кремний либо кварц в зависимости от объёма нанесённых на них материалов.

В результате эксперимента была создана прозрачная солнечная панель с коэффициентом полезного действия, показатель которого составляет 44%. Рабочие функции  $Mx/ITO$  измерялись методом фотоэлектронной спектроскопии выхода. ITO, толщина которого составляла порядка 40 нм, напылялся на кварцевую подложку, после чего тонкие металлические пленки (1–5 нм) готовились методом термического испарения, который использовался для изготовления устройств.

На основе источников и измерений был определён показатель средней видимой прозрачности (AVT). В результате данная величина составила 79%,

что является наивысшим показателем в производстве прозрачных солнечных панелей.

Прозрачные солнечные панели, произведённые по вышеописанной технологии, в будущем смогут активно применяться в теплицах для выращивания теплолюбивых сельскохозяйственных культур. Подобные солнечные панели смогут поглощать инфракрасное и ультрафиолетовое излучение и при этом пропускать солнечный свет. Произведённая электроэнергия будет поступать в теплицу для активизации систем полива и обогрева в периоды с показателями температур не соответствующим нормам по выращиванию культуры.

Для модели теплицы были подобраны следующие размеры (таблица 1).

Таблица 1 – Размеры модели теплицы

Показатели	Числовое значение, м
Длина	5
Ширина	2,5
Высота до крыши	2,4
Высота стен	1,5

Площадь теплицы составляет 12,5 м<sup>2</sup>. Условная теплица предназначена для поддержания температуры при выращивании сельскохозяйственной культуры (томата) и автоматического полива в период жарких дней. Мощность системы отопления составляет 1,2 кВт, мощность системы полива – 0,25 кВт. Значит, необходимо создать солнечную электростанцию, мощность которой составляет порядка 1,45 кВт. Мощность одной солнечной панели составляет 340 Вт. Учитывая КПД созданной модели, который равен 44%, рассчитаем количество солнечных панелей с помощью следующей формулы:

$$N = \frac{P_{СП} * \eta}{P_{системы} * 100}, \quad (1)$$

где  $P_{СП}$  – мощность солнечной панели, Вт;  $\eta$  – коэффициент полезного действия, %;  $P_{системы}$  – мощность систем отопления и полива в совокупности, Вт.

Следовательно, необходимо 10 подобных солнечных панелей. Для установки солнечных панелей в качестве платформы была использована крыша теплицы, площадь которой составляет 7,7 м<sup>2</sup>. Площадь паза крыши составляет 5,13 м<sup>2</sup>. Солнечные панели будут размещены на обоих скатах крыши теплицы (Рисунок 1).

Данное значение было применено и в соединении фрагментов прозрачных солнечных панелей с внедрёнными сульфидом вольфрама и оксидом индия-олова на основе оксида на основе диодов Шоттки из оксида кремния. Площадь такого фрагмента составляет 10\*10<sup>-4</sup> м<sup>2</sup> (Рисунок 2).

Количество фрагментов рассчитывалось согласно следующей формуле:

$$N = \frac{S_{\text{паза}}}{S_{\text{фрагм}}}, \quad (2)$$

где  $S_{\text{паза}}$  – площадь сегмента теплицы, м<sup>2</sup>;  $S_{\text{фрагм}}$  – площадь фрагмента прозрачной солнечной панели, м<sup>2</sup>.

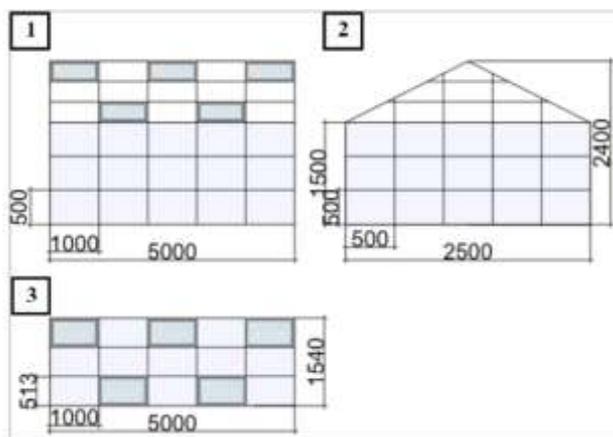


Рисунок 1 – Схема размещения прозрачных солнечных панелей на крыше теплицы: 1 – вид сбоку; 2 – вид спереди; 3 – вид сверху

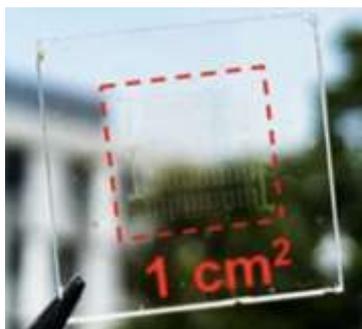


Рисунок 2 – Фрагмент прозрачной солнечной панели

Итого количество фрагментов прозрачной солнечной панели для одного паза составляет 5130 штук. Поскольку число пазов, необходимых для установки солнечных панелей, на крыше теплицы составляет 10 штук, то конечное количество фрагментов солнечной панели составит 51300 штук.

Предполагается, что стоимость прозрачных солнечных панелей, созданных по данной технологии, будет относительно ниже по сравнению с солнечными панелями на основе Р-Н перехода. В ходе анализа источников и проведения исследований, было установлено, что стоимость одной прозрачной солнечной панели составит 627,37 белорусских рублей (18666,47 российских рублей). Срок окупаемости солнечной электростанции составит 4 года. Чистая прибыль за 20 лет составит 37740,57 белорусских рублей (1122915,20 российских рублей).

Таким образом, внедрение прозрачных солнечных панелей на основе дисульфида вольфрама на крыши сельскохозяйственных теплиц является

перспективным решением проблемы низкой освещённости теплицы вследствие работы солнечных фотомодулей. Прозрачные солнечные панели обладают относительно высоким КПД по сравнению с другими видами солнечных панелей. Также солнечная электростанция с установкой подобных панелей обладает относительно малым сроком окупаемости, который равен 3 годам. Солнечная электростанция в сельскохозяйственной теплице обеспечивает автономность комплекса. Тем самым теплица будет снабжена электроэнергией в случае аварии в общественных сетях. Кроме того, излишки электроэнергии, выработанной СЭС, смогут поступать на продажу либо использоваться в случае экстренных ситуаций или тёмное время суток. Прозрачные солнечные панели вследствие высокой энергоэффективности и сравнительно небольшого веса смогут найти применение и в других отраслях агропромышленного комплекса.

### *Библиографический список*

1. Алёхин, В. А. Солнечная энергия и диоды Шоттки / В. А. Алёхин. – Текст: электронный // Известия ТулГУ. – Тула, 2019. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/solnechnaya-energiya-i-diody-shottki/viewer> (дата обращения: 05.10.2024).

2. Петровская, Т. А., Старостенков Я. Н. Технологии солнечных элементов и модулей / Т. А. Петровская, Я. Н. Старостенков. – Текст: непосредственный // Лучшая студенческая работа 2024: материалы XIII Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза, 2024. – С. 7-10.

3. Изготовление почти невидимого солнечного элемента с монослоем WS<sub>2</sub> / Син Хэ, Юта Ивамото, Тоширо Канеко, Тошиаки Като // Журнал Nature. – 2022. – №11315. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-15352-x> (дата обращения: 27.10.2024).

4. Талызин, В.С. Применение солнечных коллекторов для инженерно-технического обеспечения предприятий агропромышленного комплекса / В.С. Талызин, Г.А. Нестеренко // Инновационные инженерные решения для АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках десятилетия науки и технологий. – Рязань, 2024. – С. 144-147.

5. Бачурин, А. Н. Анализ существующих конструкций систем автопроветривания теплиц для дачных участков / А. Н. Бачурин, В. М. Корнюшин, А. Ю. Виноградов // Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов : материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина , Рязань, 24 мая 2022 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 8-13.

6. 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.

7. Способы повышения эффективности работы солнечных модулей / А. А. Гурьева [и др.] // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 17-18.

**УДК 637.116.5**

*Ульянов В.М., д-р техн. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук,  
Ефремов Д.Н., аспирант,  
Юдаев И.Ю., студент магистратуры  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СДВОЕННЫЙ ПУЛЬСАТОР ДОИЛЬНОГО АППАРАТА**

В настоящее время в России сельское хозяйство успешно развивается, в том числе и отрасль животноводства. Продуктивность животных за счет улучшения пород скота и рационов кормления растет, особенно в молочном животноводстве. Для успешного функционирования молочных ферм требуется современное их техническое обеспечение [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Особенно, когда многие иностранные производители доильной техники покинули нашу страну. Вопрос импортозамещения в этой области стоит на повестке дня. На фермах для доения коров используют различные доильные установки с двухтактными аппаратами. В последнее десятилетие стали широко применять доильные аппарата попарного действия, которые наиболее адаптированы для извлечения молока у высокоудойных коров [6, 7, 8, 9, 10].

Режим работы доильного аппарата обеспечивают пульсаторы. Для попарного доения используют в основном пульсаторы пневматические и пульсаторы пневмогидравлического действия импортного производства. Применяемые пульсаторы подобного класса обычно имеют корпус жёсткой конструкции, состоящий из основания, боковых стенок и поперечины. В корпусе имеется управляющее устройство для возвратно-поступательного перемещения золотника, от чего он циклически при движении по пластине из износостойкого синтетического материала с окнами подключает источник вакуума с межстенными камерами доильных стаканов аппарата. При этом для исключения утечек воздуха, пластина должна быть плотно прижата к основанию с каналами [4, 11].

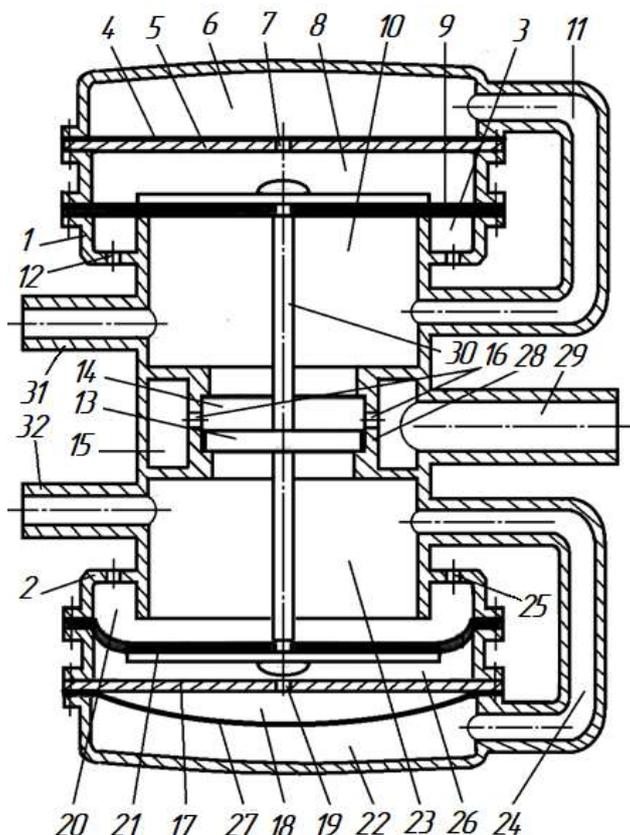
Пульсатор достаточно сложной конструкции. При доении из-за возвратно-поступательного движения золотника по пластине изнашиваются трущиеся рабочие поверхности, что приводит к подосу воздуха и нарушению работы пульсатора. Это ведет к его ремонту и значительным расходам по замене

вышедших из строя частей. Для их замены требуется высококвалифицированный персонал.

Поэтому актуальна задача по разработке пульсатора доильного аппарата, обеспечивающего стабильную частоту пульсаций и величину вакуума под сосками вымени при извлечении молока, особенно, у высокоудойных коров.

На кафедре технических систем в АПК предложен оригинальный по конструкции пульсатор попарного действия, выполнен на основе сдваивания, хорошо зарекомендовавших на практике, пневматических пульсаторов синхронного действия в противоположных тактах работы [12-14].

На рисунке представлена схема предлагаемого сдвоенного пульсатора доильного аппарата.



- 1,2 – пульсаторы; 3, 20 – камеры атмосферного давления; 4, 27 – гибкие перегородки;  
 5, 17 – стенки; 6, 22 – камеры; 7, 19 – калиброванные отверстия; 8, 26 – управляющие камеры;  
 9, 21 – мембраны; 10, 23 – камеры переменного вакуума; 11, 24 – каналы; 12, 25 – отверстия;  
 13 – клапан; 14 – полость; 15 – вакуумная камера; 16 – радиальные отверстия;  
 18 – полость вакуумная; 28 – вставка; 29, 31, 32 – патрубки; 30 – стержень

Рисунок – Сдвоенный пульсатор

Предлагаемый пульсатор доильного аппарата, судя по рисунку, представляет собой два зеркально отображенных пульсатора, соединенных между собой основаниями корпусов и вставкой с радиальными отверстиями. Здесь представлена схема при работе в положении, при котором пульсатор 1 осуществляет такт сосания, а пульсатор 2 – такт сжатия в каждой паре доильных стаканов. Верхняя мембрана 9 находится в горизонтальном состоянии, а нижняя

будет прогнута, и клапан 13, размещенный на стержне 30, переместит в крайнее нижнее положение. Камера переменного вакуума 10 пульсатора 1 через полость 14 вставки 28, радиальные отверстия 16 соединяется с общей камерой 15 с постоянным рабочим вакуумом. Это обеспечивает поступление вакуума в камеру 6 через канал 11. Ввиду того, что под гибкой перегородкой 4 давление будет при этом атмосферное, она выгибается вверх, образуя вакуумная полость под собой над жесткой стенкой 5 аналогично той, что у пульсатора 2 (поз. 18 рисунок). Туда через калиброванное отверстие 7 из управляющей камеры 8 устремится воздух. С течением некоторого времени в управляющей камере 8 пульсатора 1 вакуумметрическое давление достигнет значения, при котором мембрана 9 прогнется вверх. При этом на основание клапана 13 снизу действует перепад давлений ввиду того, что в камере переменного давления 23, а также сообщенной с ней камере 22, будет атмосферное давление. Перемещаясь под действием давления и силы упругости, гибкая перегородка 27 нагнетает воздух через калиброванное отверстие 19 в управляющую камеру 26 пульсатора 2. Через некоторый промежуток времени движения произойдет переключение клапана 13 с занятием им своего крайнего верхнего положения на рисунке. Верхней поверхностью клапан 13 отключит от вакуумной камеры 15 камеру переменного вакуума 10, но откроет в неё проход через отверстия 12 атмосферного воздуха из камеры 3, так как мембрана 9 прогнется вверх. Одновременно с этим через радиальные перфорации 16 к разряжению подсоединится камера 23, а камера атмосферного давления 20 перекроется мембраной 21 и поступление воздуха в камеру 23 прекратится. От чего положение движущихся частей пульсатора 1 будет таким, что у пульсатора 2 и наоборот (см. рисунок). Затем рабочий процесс сдвоенного пульсатора будет повторяться. При отключенном сдвоенном пульсаторе клапан 13 и соответственно мембраны 9 и 21 будут стремиться к равновесному положению. Что обеспечивает занятие в полости вставки 28 клапаном 13 среднего положение с перекрытием радиальных отверстий 16. Условием того, что пульсатор бесперебойно включится в работу при подаче вакуума после его отключения, заключается в том, чтобы сила упругости одной из мембран при её прогибе должна быть больше, чем у другой. Что осуществляется простым изменением толщины стенки мембраны. При этом клапан 13 не перекроет отверстие 16 полностью, и сдвоенный пульсатор стабильно запустится в работу.

Управляющие камеры 8 и 26 в сдвоенном пульсаторе закрыты герметично, через калиброванные отверстия 7 и 19 во время работы пульсатора перемещается один и тот же объём воздуха, поэтому отверстия не засоряются, а пульсатор функционирует со стабильной частотой пульсаций, обеспечивая при доении попарный принцип извлечения молока из сосков вымени при постоянном вакууме под ними.

Итак, нами предложен простой пневматический сдвоенный пульсатор для доильного аппарата, обеспечивающий попарное доение долей вымени. Дальнейшие исследования будут направлены на обоснование основных параметров пульсатора и его экспериментальные исследования.

### *Библиографический список*

1. Мухтарова, О. М. Биохимические показатели крови крупного рогатого скота и их связь с развитием животных и молочной продуктивностью / О. М. Мухтарова, В. М. Бачинская, Д. В. Гончар // Зоотехния. – 2023. – № 12. – С. 27-30.
2. Мухтарова, О. М. Оценка комбинационной способности генотипов по показателям роста и развития потомства в разных климатических поясах Российской Федерации / О. М. Мухтарова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 7. – С. 101-108.
3. Мухтарова, О. М. Коррелятивная связь признаков молочной продуктивности коров / О. М. Мухтарова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, товароведения и экспертизы сырья и продуктов животного и растительного происхождения, зоотехнии и биотехнологии : материалы X научно-практической конференции в рамках XII Всероссийского фестиваля науки : сборник научных трудов студентов и молодых ученых, Москва, 30 ноября 2022 года. – Москва: ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2022. – С. 224-227.
4. Ульянов, В.М. Совершенствование технологии машинного доения коров путем разработки стимулирующе-адаптированных доильных аппаратов и манипуляторов: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Ульянов Вячеслав Михайлович. – Рязань, 2008. – 395 с.
5. Ведищев, С.М. Механизация доения коров: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 110800 - «Агроинженерия» / С.М. Ведищев. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 160 с.
6. Патент № 2565276 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/02. Двухтактный доильный аппарат попарного доения: № 2014122396/13: заявл. 02.06.2014: опубл. 20.10.2015 / В.М. Ульянов, Н.С. Панферов, В.А. Хрипин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
7. Экспериментальные исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в лабораторных условиях / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Н.С. Панферов, А.В. Набатчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 3(31). – С. 65-70.
8. Патент №2410871 С2 Российская Федерация, МПК А01J 5/00. Доильный аппарат: № 2009113714/05: заявл. 14.04.2009: опубл. 10.02.2011 / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, М.Н. Мяснянкина; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального

образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Экспериментальные исследования доильного аппарата с изменяющимся центром масс в производственных условиях / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, М.Н. Мяснянкина, Ю.Н. Карпов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 45-50.

10. Ульянов, В.М. Доильный аппарат с изменяющимся центром масс / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, М.Н. Мяснянкина // Сельский механизатор. – 2011. – № 5. – С. 28-29.

11. Патент РФ №2289239 С2 Российская Федерация, МПК А01J 5/12. Пневматический пульсатор для доильных установок: № 2003104617: заявл. 17.02.2003, опубл: 20.12.2006 г. Бюл.35 /Николини Габриэле, Сикури Роберто; заявитель Открытое акционерное общество "Интерпульс С.П.А".

12. Патент № 2824211 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/12. Пульсатор доильного аппарата: № 2024104994: заявл. 27.02.2024: опубл. 06.08.2024 / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, В.Д. Липин, К.А. Кулешова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. Коняев, Н. В. Сосковая резина для доильных аппаратов / Н. В. Коняев, В. Н. Трубников, Ю. В. Назаренко // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 16–17 февраля 2017 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 22-24.

14. Результаты исследований устройства для автоматического снятия доильного аппарата / В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, А.В. Набатчиков, М.В. Евсенина // Инновации в сельском хозяйстве. – № 4 (14). – 2015. – С. 140-146.

**Секция 3. «Техническая эксплуатация транспорта  
и сельскохозяйственной техники»**

УДК 629.3.08:519.217

*Владимиров А.Ф., к.ф.-м.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА  
И ДЛЯ ПОСТУПАЮЩЕЙ В НЕЁ ЗАЯВКИ**

В наших учебно-практических пособиях и работах [1-4] для студентов и магистрантов автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ были рассмотрены простейшие многоканальные системы массового обслуживания (СМО) и их основные числовые характеристики и составлена сводная таблица основных числовых характеристик СМО с ограниченной длиной очереди  $m$  ( $m$  конечно), с неограниченной длиной очереди при  $m \rightarrow +\infty$  и с отказами ( $m = 0$ ). В данной работе рассмотрены специальные вероятностные характеристики таких СМО и предложена обновлённая таблица характеристик СМО.

Пусть  $n$  – число каналов обслуживания,  $k$  – целочисленная переменная числа включенных в работу каналов,  $0 \leq k \leq n$ ,  $r$  – переменная числа заявок в очереди,  $0 \leq r \leq m$ . Также применим обозначения среднего числа работающих каналов  $\bar{k}$ , средней длины очереди  $\bar{r}$ , среднего числа заявок, связанных с системой  $\bar{z} = \bar{k} + \bar{r}$ .

Заявки (требования) поступают с интенсивностью  $\lambda = \frac{1}{\bar{t}_{\text{треб.}}}$ , где  $\bar{t}_{\text{треб.}}$  – среднее время между поступающими требованиями. Заявка обслуживается одним каналом с интенсивностью  $\mu = \frac{1}{\bar{t}_{\text{обсл.}}}$ , где  $\bar{t}_{\text{обсл.}}$  – среднее время обслуживания заявки одним каналом. Вводится приведённая плотность потока требований  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$  и она же в расчёте на один канал  $\chi = \frac{\rho}{n}$ .

Введём средние времена:  $\bar{t}_{\text{оч.}}$  – среднее время нахождения заявки в очереди,  $\bar{t}_{\text{кан.}}$  – среднее время пребывания заявки в канале обслуживания с учётом нулевого времени обслуживания при отказе,  $\bar{t}_{\text{сист.}}$  – среднее время пребывания заявки в СМО. При этом  $\bar{t}_{\text{кан.}} \leq \bar{t}_{\text{обсл.}}$ .

Средние числа и средние времена связаны формулами Литтла:

$$\bar{t}_{\text{кан.}} = \bar{k} \cdot \bar{t}_{\text{треб.}} = \frac{\bar{k}}{\lambda}, \quad \bar{t}_{\text{оч.}} = \bar{r} \cdot \bar{t}_{\text{треб.}} = \frac{\bar{r}}{\lambda}, \quad \bar{t}_{\text{сист.}} = \bar{z} \cdot \bar{t}_{\text{треб.}} = \frac{\bar{z}}{\lambda}.$$

В работах [1-4] вводились следующие специальные вероятностные характеристики:  $P_0$  – вероятность простоя СМО,  $P_{\text{отк.}}$  – вероятность отказа в обслуживании заявки;  $q = 1 - P_{\text{отк.}}$  – вероятность обслуживания заявки,  $P_{\text{оч.}}$  – вероятность образования очереди из одной заявки. Вместо последней характеристики здесь будут введены другие вероятностные характеристики.

Далее введена абсолютная пропускная способность СМО  $A$  (обслуженная часть интенсивности потока заявок), рассчитываемая как  $A = \lambda \cdot q = \bar{k} \cdot \mu$ . Отсюда получаем, что  $\bar{k} = \rho \cdot q$ ,  $\bar{t}_{\text{кан.}} = \bar{t}_{\text{обсл.}} \cdot q$ .

На рисунке 1 дана схема усреднённой СМО, в которой равномерно продвигаются заявки. Это вид СМО в вечности, где при неполном заполнении каналов обслуживания имеется очередь из заявок. На этой схеме также продемонстрировано выполнение формул Литтла. Места для заявок, связанных с системой, выделены темно-серым цветом, при этом возможны частично окрашенные квадратики для нецелочисленных средних значений. Рисунок 1 может быть изменён для СМО с неограниченной длиной очереди и для СМО с отказами.

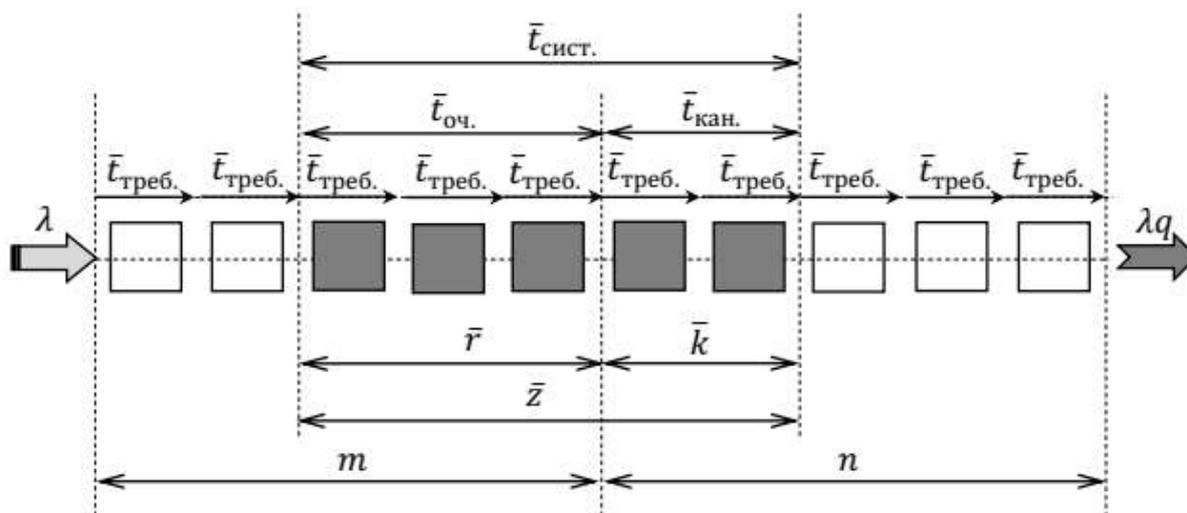


Рисунок 1 – Схема усреднённой в вечности СМО

СМО имеет состояния:  $S_0$  – все каналы свободны,  $S_k$  – занято  $k$  каналов (здесь  $1 \leq k \leq n$ ),  $S_{n+r}$  – все каналы заняты и  $r$  заявок в очереди,  $1 \leq r \leq m$  для СМО с очередью и  $r = m = 0$  для СМО с отказами; состояниям соответствуют вероятности этих состояний  $P_0, P_k, P_{n+r}$ . Граф состояний СМО дан на рисунке 2.

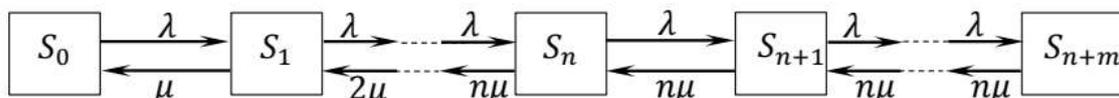


Рисунок 2 – Граф состояний  $n$ -канальной СМО с максимальной длиной очереди  $m$

Решения уравнений Колмогорова для графа на рисунке 2 и другие числовые характеристики СМО приведены в таблице 1, в которой, по сравнению с соответствующей таблицей в [1-4], внесены изменения в строках 5 и 8. Далее опишем эти изменения.

В строке 5 таблицы 1 описаны вероятностные состояния заявки при её взаимодействии со СМО:  $P_{\text{поп.кан.}}$  – вероятность попадания заявки в один из

каналов обслуживания,  $P_{\text{поп.оч.}}$  – вероятность попадания заявки в очередь,  $P_{\text{отк.}}$  – вероятность отказа в обслуживании заявки. При этом

$$P_{\text{поп.кан.}} + P_{\text{поп.оч.}} + P_{\text{отк.}} = 1.$$

Заявка поступит в один из каналов обслуживания, если хотя бы один из них свободен. Для любой СМО  $P_{\text{поп.кан.}} = P_0 + P_1 + \dots + P_{n-1} = \left(\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ .

Таблица 1 – Основные характеристики простейших  $n$ -канальных СМО

№	Характеристики СМО	СМО с ограниченной максимальной длиной очереди $m$ : $1 \leq r \leq m$ .	СМО с неограниченной длиной очереди: $m \rightarrow +\infty, \chi < 1$	СМО с отказами
1	$P_0$	Если $\chi \neq 1$ , то $\left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{\chi(1-\chi^m)}{1-\chi}\right)^{-1}$ Если $\chi = 1$ , то $\left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n \cdot m}{n!}\right)^{-1}$	$\left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{\chi}{1-\chi}\right)^{-1}$	$\left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!}\right)^{-1}$
2	$P_k, 1 \leq k \leq n$	$\frac{\rho^k}{k!} P_0$	$\frac{\rho^k}{k!} P_0$	$\frac{\rho^k}{k!} P_0$
3	$P_n$	$\frac{\rho^n}{n!} P_0$	$\frac{\rho^n}{n!} P_0$	$\frac{\rho^n}{n!} P_0$
4	$P_{n+r}, 1 \leq r \leq m$	$\chi^r \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$\chi^r \frac{\rho^n}{n!} P_0$	0
5	$P_{\text{поп.кан.}}$ $P_{\text{поп.оч.}}$ $P_{\text{отк.}}$ $P_{\text{поп.кан.}} + P_{\text{поп.оч.}} + P_{\text{отк.}} = 1$	$P_{\text{поп.кан.}} = \left(\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ Если $\chi = 1$ , то $P_{\text{поп.оч.}} = m P_n$ Если $\chi \neq 1$ , то $P_{\text{поп.оч.}} = \frac{1-\chi^m}{1-\chi} P_n$ $P_{\text{отк.}} = P_{n+m} = \chi^m \frac{\rho^n}{n!} P_0 = \chi^m P_n$	$P_{\text{поп.кан.}} = \left(\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ $P_{\text{поп.оч.}} = \frac{1}{1-\chi} P_n = \frac{1}{1-\chi} \cdot \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0$ $P_{\text{отк.}} = 0$	$P_{\text{поп.кан.}} = \left(\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ $P_{\text{поп.оч.}} = 0$ $P_{\text{отк.}} = P_n$
6	$q = 1 - P_{\text{отк.}}$	$1 - P_{n+m}$	1	$1 - P_n$
7	$A = \lambda q$	$\lambda(1 - P_{n+m})$	$\lambda$	$\lambda(1 - P_n)$
8	$P_{\text{раб.кан.}}$ $P_{\text{налоч.}}$ $P_0 + P_{\text{раб.кан.}} + P_{\text{налоч.}} = 1$	$P_{\text{раб.кан.}} = \left(\sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ Если $\chi \neq 1$ , то $P_{\text{налоч.}} = \frac{\chi(1-\chi^m)}{1-\chi} P_n$ Если $\chi = 1$ , то $P_{\text{налоч.}} = m P_n$	$P_{\text{раб.кан.}} = \left(\sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ $P_{\text{налоч.}} = \frac{\chi}{1-\chi} P_n$	$P_{\text{раб.кан.}} = \left(\sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ $P_{\text{налоч.}} = 0$
9	$\bar{k} = \rho q$	$\rho q$	$\rho$	$\rho q$
10	$\bar{r}$	Если $\chi \neq 1$ , то $\bar{r} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \cdot \chi \cdot \frac{1-(m+1)\chi^m + m\chi^{m+1}}{(1-\chi)^2}$ Если $\chi = 1$ , то $\bar{r} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \cdot \frac{m(m+1)}{2}$	$\bar{r} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \cdot \frac{\chi}{(1-\chi)^2}$	0
11	$\bar{z} = \bar{k} + \bar{r}$	$\rho q + \bar{r}$	$\rho + \bar{r}$	$\rho q$
12	$\bar{t}_{\text{оч.}} = \frac{\bar{r}}{\lambda}$	$\frac{\bar{r}}{\lambda}$	$\frac{\bar{r}}{\lambda}$	0
13	$\bar{t}_{\text{сист.}} = \frac{\bar{z}}{\lambda}$	$\frac{\bar{z}}{\lambda}$	$\frac{\bar{z}}{\lambda}$	$\frac{\rho q}{\lambda}$

Заявка поступит в очередь, если в очереди имеется хотя бы одно свободное место и заняты все каналы. Для СМО с отказами по смыслу  $P_{\text{поп.оч.}} = 0$ . Для СМО с ограниченной длиной очереди  $P_{\text{поп.оч.}} = P_n + P_{n+1} + \dots + P_{n+m-1} = P_n(1 + \chi + \chi^2 + \dots + \chi^{m-1}) = \frac{1-\chi^m}{1-\chi} P_n$ , если  $\chi \neq 1$ . Если же  $\chi = 1$ , то  $P_{\text{поп.оч.}} = mP_n$ . Для СМО с неограниченной длиной очереди, при обязательном требовании  $\chi < 1$ , получаем в пределе  $P_{\text{поп.оч.}} = \frac{1}{1-\chi} P_n$ .

Для СМО с неограниченной длиной очереди вероятность отказа в обслуживании равна 0. Для СМО с отказами  $P_{\text{отк.}} = P_n$ , для СМО с ограниченной длиной очереди  $P_{\text{отк.}} = P_{n+m}$ .

В строке 8 таблицы 1 описаны вероятностные состояния СМО.  $P_{\text{раб.кан.}}$  – вероятность того, что работает хотя бы один канал обслуживания при отсутствии очереди. Для всех типов СМО  $P_{\text{раб.кан.}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \left(\sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}\right) P_0$ . Вероятность наличия очереди  $P_{\text{нал.оч.}}$  для СМО с отказами равна 0. Для СМО с ограниченной длиной очереди  $P_{\text{нал.оч.}} = P_{n+1} + P_{n+2} + \dots + P_{n+m} = P_n(\chi + \chi^2 + \dots + \chi^m) = \frac{\chi(1-\chi^m)}{1-\chi} P_n$ , если  $\chi \neq 1$ . Если же  $\chi = 1$ , то  $P_{\text{нал.оч.}} = m P_n$ . Для СМО с неограниченной длиной очереди, при обязательном требовании  $\chi < 1$ , получаем в пределе  $P_{\text{нал.оч.}} = \frac{\chi}{1-\chi} P_n$ . При этом  $P_0 + P_{\text{раб.кан.}} + P_{\text{нал.оч.}} = 1$ .

При любом  $\chi$  для любой СМО имеет место формула:  $P_{\text{нал.оч.}} = \chi P_{\text{поп.оч.}}$ .

СМО с ограниченным временем ожидания в очереди рассмотрены в учебном пособии [5]. Также функционирование СМО рассмотрено в учебном пособии коллектива сотрудников ФГБОУ ВО РГАТУ [6].

### ***Библиографический список***

1. Владимиров, А.Ф. Теории случайных функций, марковских процессов, массового обслуживания, надёжности и восстановления в приложении к технической эксплуатации автомобилей: Учебно-практическое пособие / А.Ф. Владимиров. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2006. – 90 с.

2. Владимиров, А.Ф. Рабочая тетрадь по приложению теории случайных процессов к технической эксплуатации автомобилей / А.Ф. Владимиров. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2007. – 49 с.

3. Владимиров, А.Ф. Теории случайных функций, марковских процессов, массового обслуживания, надёжности и восстановления в приложении к технической эксплуатации автомобилей / А.Ф. Владимиров. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 90 с.

4. Владимиров, А.Ф. Рабочая тетрадь по приложению теории случайных процессов к технической эксплуатации автомобилей для студентов

специалитета и магистратуры автомобильного факультета / А.Ф. Владимиров. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 50 с.

5. Плескунов, М.А. Теория массового обслуживания: Учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по УГН 01.00.00 «Математика и механика» / М.А. Плескунов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2022. – 264 с.

6. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие для бакалавров и магистров вузов, обучающихся по направлениям подготовки 190600.62 и 190600.68 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Н.В. Бышов [и др.]. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 163 с.

**УДК 621. 65**

*Голубев Д.Н., старший преподаватель,  
Шуханов С.Н., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО ИГУ, г. Иркутск, РФ*

## **ОБЗОР ТИПОВ БЕНЗОНАСОСОВ И ИХ АНАЛИЗ**

Результаты научных исследований аграрной науки способствуют эффективному функционированию агропромышленного комплекса, в том числе становлению его на качественный новый уровень развития [1-4]. Приоритетное значение при этом имеют работы технического обеспечения сельскохозяйственного производства [5-11]. Не составляет исключения в этом плане автотракторная техника. Автомобили нашли широкое применение в сельском хозяйстве. Без их использования невозможно себе представить работу на селе. Одной из ключевых систем машин является система питания, а бензонасос – неотъемлемая ее часть.

Топливный насос – техническое средство, нагнетающее под давлением бензин из бака либо к карбюратору, либо к форсункам. Установка его обусловлена тем обстоятельством, что бензин под естественным давлением не может поступать из бака к двигателю.

### *Типы бензонасосов*

По конструкции топливные насосы подразделяют на механические и электрические. Первые используются на машинах с карбюраторами, а вторые — с инжектором.

### *Механический тип*

В автомобилях прежних конструкций (в частности, семейства ВАЗ), использовался механический бензонасос (Рисунок 1). Конструктивно он

включает в себя корпус, снабженный ручкой подкачки. Внутри имеется пружина, в которой размещен шток с диафрагмой на поверхности. Вверху насоса смонтированы клапаны впуска, а также выпуска, в том числе пара штуцеров. Первый выполняет функцию подачи горючего к узлу, а второй проводника для подачи к карбюратору.



Рисунок 1 – Механический топливный насос

Топливный насос механического типа функционирует в такой последовательности:

- Кулачок-эксцентрик, установленный на распредвал, приводит в действие насос. При работе мотора вал вращается и соответственно верхней частью кулачка оказывает воздействие на толкатель.

- Осуществляется нажатие на рычаг, что ведет к перемещению штока с мембраной.

- Образованное разрежение реализует открытие клапана впуска, а также подачу горючего в полость.

- Вал проворачивается, толкающий механизм, включая рычаг с мембраной, занимают прежнюю позицию.

- В пространстве сверху конструкции повышается давление, что способствует к закрытию клапана впуска, в том числе открытию выпуска.

- Горючее поступает к карбюратору, а затем – к двигателю.

Функционирование механического насоса базируется на создании разницы давления. После остановки мотора насос прекращает свою работу. Ключевое условие правильной работы - наличие малого количества топлива в камерах. В противном случае требуется ручная подкачка.

*Электрический топливный насос, виды*

В машинах с инжекторным двигателем вместо механического топливного насоса установили электрический (Рисунок 2). Это произошло по причине того, что горючее поступает через форсунки и соответственно должно подаваться под давлением.



Рисунок 2 – Электрический топливный насос

Для образования требуемой рабочей среды новые системы оснащены такими устройствами:

- Электрический бензонасос, формирующий подачу горючей смеси непосредственно к двигателю;
- ТНВД с механическим приводом, образующий давление перед подачей к форсункам.

Электрические бензонасосы структурируются на следующие виды:

- роторно-роликовые – включают в себя электрический двигатель, оснащенный ротором, а также установленными на нем роликами;
- шестеренчатые – имеют в своем составе пару шестеренчатых элементов, смонтированных изнутри и снаружи;
- центробежные – оборудованы крыльчаткой с множеством лопастей и оснащенной внутри камерой.

Все конструкции выполняют задачу образования давления для подачи горючего, а отличаются только своим устройством.

Составные элементы электробензонасоса.

По своему устройству электрический бензонасос схож с механическим, но в то же время имеет свои особенности (Рисунок 3). Внутри размещен сердечник, выполняющий функцию втягивания в клапан до момента собственно разрыва контактной группы, а также снятия питания.

Составные части устройства узла: клапаны впуска, а также выпуска; сердечник; диафрагма гибкая; клапан электромагнитного вида; пружина специальная; контактная группа.

Техническое устройство включает два главных элемента: электрический моторчик и гидравлический нагнетатель. Узлы размещены в одном корпусе и интегрированы друг с другом. Одним из элементов гидронагнетателя является специальный клапан, который защищает механизм от слива топлива из бака. Также он обеспечивает необходимое давление при отключении питания.

## Конструкция бензонасоса

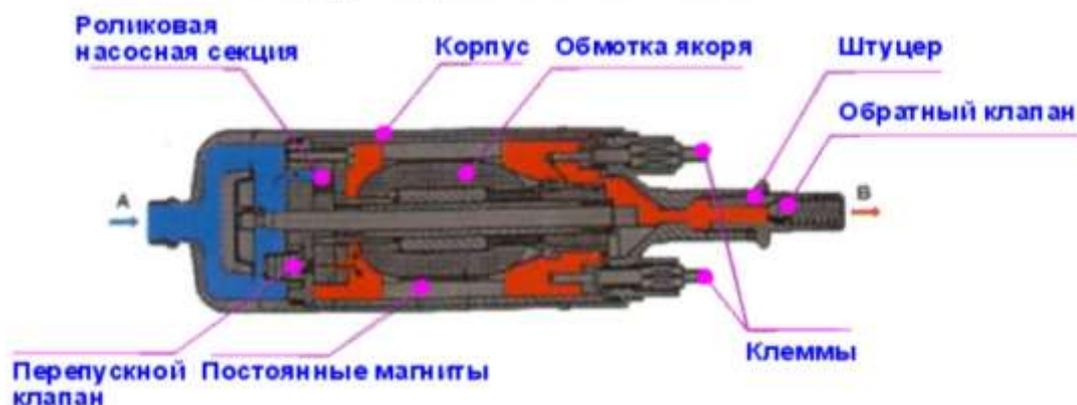


Рисунок 3 – Конструкция электрического бензонасоса

Гидравлический нагнетатель структурируется на два типа:

Центробежный. Устройство его оснащено крыльчаткой, имеющей множество лопастей, создающих давление.

Объемный. Может функционировать за счет шестеренок или роликов.

Функционирование электрического топливного насоса осуществляется в следующей последовательности:

- Включение зажигания.
- Получение бензонасосом питания и последующий запуск.
- Увеличение значения давления внутри, а также в топливной системе.
- Ожидание водителем две-три секунды и последующий пуск двигателя.
- Поступление запроса со стороны ЭБУ.
- Отключение бензонасоса в случае отсутствия подтверждения пуска двигателя.

Рассматриваемый техническое устройство формирует давление на уровне 0,3-0,4 МПа, а в автомобилях с непосредственно прямым впрыском — до 0,7 МПа.

Образование давления топливным насосом формирует диафрагма. С помощью ее перемещения вверх, а также вниз создается разрежение, способствующее открытию клапана впуска. Затем топливо проходит через фильтр и соответственно поступает в емкость над диафрагмой, в процессе поднятия которой горючее нагнетается дальше по системе.

Осуществленный обзор типов бензонасосов и их анализ позволяет лучше понять принцип их функционирования, а также выявить конструктивные особенности современных технических устройств, что имеет большое практическое значение для их корректной эксплуатации производителями, включая студенческую молодежь для более лучшего изучения предмета.

### *Библиографический список*

1. Свободный ход рулевого колеса как параметр технического состояния рулевого управления / А.В. Хабардин и др. // Вестник ИрГСХА. - 2011. - № 43. - С. 154-160.
2. Математическое описание условий труда при техническом обслуживании машин / В.Н. Хабардин, Т.Л. Горбунова, Н.В. Чубарева, М.В. Чубарева // Естественные и технические науки. - 2016. - № 2 (92). - С. 146-152.
3. Беломестных, В.А. Эксплуатационная надёжность зерноуборочных комбайнов РСМ - 142 "AKROS" / В.А. Беломестных, С.В. Агафонов, А.В. Кузьмин // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: Материалы VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Чтения И. П. Терских», посвященной 85-летию Иркутского ГАУ. - 2019. - С. 20-27.
4. Алтухова, Т.А. Анализ работ по надежности технологических систем в исследованиях функционирования машинно-тракторных агрегатов АПК / Т.А. Алтухова, С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2020. - № 50.- С. 5-7.
5. Растительное сырье как топливо для автотракторных двигателей / П.А. Болоев, Т.В. Бодякина Т.П., Гергенова, О.Н. Хороших // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 81-1. - С. 63-67.
6. Ovchinnikova N.I. Simulation diagnostics of power train mechanical drives / N.I. Ovchinnikova, V.V. Bonnet, A.V. Kosareva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - 2020. - С. 52033.
7. Шуханов С.Н. Особенности системы питания инжекторного двигателя / С.Н. Шуханов, Д.Н. Голубев // Самара АгроВектор. - 2023. - Т. 3. № 3. - С.24-30.
8. Совершенствование стенда ремонта и испытания радиаторов тракторов и автомобилей / С.Н. Шуханов, А.Р. Сухаева, А.И. Аносова, Г.И. Хараев // Современная наука: актуальные вопросы и достижения в эпоху трансформационных процессов : Материалы 74-й Всероссийской (национальной) науч.-практ. конференции. Караваево. - 2023. - С. 193-199.
9. Коваливнич, В.Д. Обзор и анализ материалов кузовов автомобилей / В.Д. Коваливнич, А.И. Аносова, Д.Н. Голубев // Научный журнал молодых ученых. - 2024. - № 1 (36). - С. 24-28.
10. Бачурин, А. Н. Диагностика автотракторной техники : Лабораторный практикум / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 81 с.
11. Система ключевых показателей эффективности: плюсы и минусы / А. Д. Захарьин [и др.] // Проблемы развития современного общества : сборник 4-й Всероссийской НПК, Курск, 24–25 января 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 94-97.

## **ОЦЕНКА ФАКТОРОВ СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ И МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

В агропромышленном комплексе страны в эксплуатации используются свыше трех миллионов тракторов, грузовых автомобилей, комбайнов и другой мобильной сельскохозяйственной техники, оснащаемые стартерными аккумуляторными батареями (САБ) [1]. В среднем срок службы стартерных аккумуляторных батарей составляет для большинства перечисленной техники не более 3..5 лет, лишь 15% служат более пяти лет, а до 30% имеют срок эксплуатации менее трех лет [2].

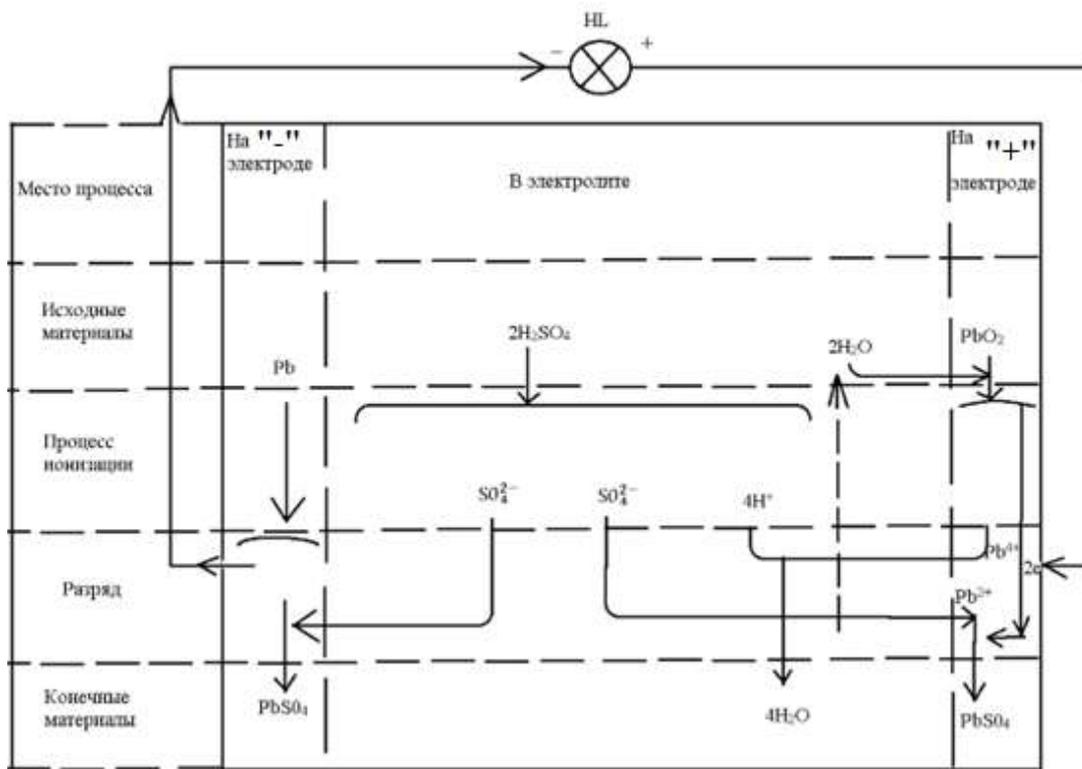
Срок службы современных САБ во многом определяется их конструкцией, используемыми материалами, технологией производства и условиями эксплуатации и хранения [3, 4]. Срок службы САБ снижается по таким основным эксплуатационным причинам как: коррозия решеток положительных пластин (электродов); оплывание (оползание) активной массы электродов; коробление; прораствание сепараторов; необратимая сульфатация; саморазряд, не соответствие плотности электролита требуемым условиям [5], [6]. Изменение рекомендуемого значения плотности электролита значительно снижает долговечность САБ – увеличение плотности на  $0,2 \text{ г/см}^3$  уменьшает срок службы САБ в 8...10 раз от нормативного. Чрезмерно повышенный зарядный ток способствует в ряде случаев оплыванию активной массы пластин, а коррозии их решеток способствует кислород, выделяющийся при перезаряде, а также кислород воздуха при оголении пластин [7]. Из выше перечисленных причин снижения срока службы САБ, только саморазряд можно отнести к условно естественному процессу. Другие причины следует устранять путем назначения соответствующих мероприятий конструкторского, технологического, эксплуатационного или ремонтного типа [8-12].

Наиболее существенным фактором, снижающим показатели долговечности и работоспособности свинцово-кислотных САБ является необратимая сульфатация. Исследованиями установлено, что необратимая сульфатация является причиной сокращения срока службы САБ в 30% случаев, поэтому снижение риска возникновения этого явления является актуальным.

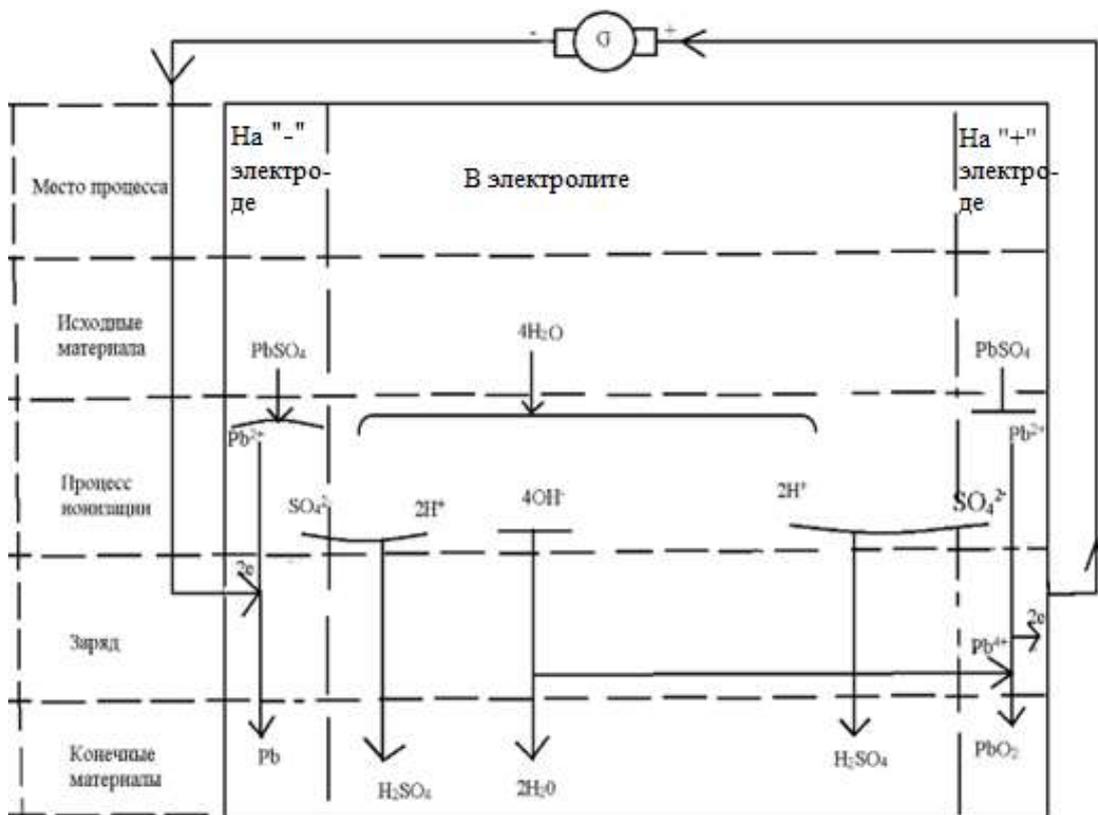
Процесс образования сульфатации на электродах аккумуляторных батарей характеризуется отсутствием накопления заряда при пропуске зарядного тока в течение заданного промежутка времени, вследствие чего САБ не набирает необходимую емкость и в результате становится неработоспособной.

Возникновение условий для образования и действия процесса

сульфатации в САБ представлено на двух электрохимических схемах (Рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Схемы представления поэлементного электрохимического процесса разряда (а) и заряда (б) САБ

Электрохимические реакции, действующие в САБ при образовании сульфатации, характеризуются следующими уравнениями:

на отрицательном электроде идет образование химической реакции:



где  $\leftrightarrow$  – стрелка вправо указывает разряд, стрелка влево указывает заряд;  $Pb$  – свинец из пакета пластин отрицательного электрода;  $e$  – электрон, с отрицательным потенциалом;  $H^+$  – положительный одновалентный ион атома водорода;  $SO_4^{2-}$  – отрицательный сульфатный ион, образующийся при разложении серной кислоты  $H_2SO_4$  электролита;  $PbSO_4$  – сульфат свинца, осаждающийся на поверхности отрицательного электрода САБ.

На положительном электроде САБ химическая реакция имеет вид:



где  $\leftrightarrow$  – стрелка вправо указывает разряд, стрелка влево указывает заряд;  $PbO_2$  – двуокись свинца на положительном электроде САБ;  $SO_4^{2-}$  – второй дополнительный сульфатный ион;  $H_2O$  – молекулы воды, образующиеся при разряде.

Следует обратить внимание на то, что при разряде образуется четыре молекулы воды (Рисунок 1а), но две из них расходуются на диссоциацию двуокиси свинца  $PbO_2$  положительного электрода, и в итоге в электролит выделяется всего две молекулы воды, ведущие к снижению плотности электролита.

Образующаяся сульфатация САБ внешне проявляется наличием на поверхности пластин сплошного слоя сульфата свинца  $PbSO_4$ . Цвет электродов при этом меняется: отрицательного – с серого на светло-серый, положительного – с темнокоричневого на коричневый. Материал электродов при «необратимой» сульфатации при растирании имеет мелко-сыпучую песочную структуру.

При длительном нахождении САБ в разряженном состоянии сульфат свинца  $PbSO_4$  кристаллизуется. Белые образования кристаллов сульфата свинца  $PbSO_4$  покрывают поверхности пластин плотным слоем, забивают их поры и препятствуют доступу электролита к их активной массе. При обнажении пластин свинец отрицательных пластин преобразуется в гидроксид свинца  $Pb(OH)_2$ , а последняя, соединясь с кислотой, образует кристаллический свинец.

Комплексный подход к оценке задачи снижения скорости образования сульфатации в свинцово-кислотных САБ позволит создавать максимально приспособленные технические решения, путем обоснования оптимальных алгоритмов управления зарядом и разрядом, а также разработки средств для их реализации.

### *Библиографический список*

1. 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.
2. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве / В. В. Акимов [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 129-130.
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. – С. 159 – 160.
5. 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.
6. Анализ методов электрофизической и химической обработки материалов / О. В. Терентьев, Р. А. Чесноков, А. И. Ушанев, А. В. Старунский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 125-131.
7. Панин, М. А. Хранение сельскохозяйственных машин / М. А. Панин, А. В. Старунский // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Отв. редактор А.А. Горохов. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2018. – С. 227-229.
8. 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.

9. Старунский, А. В. Повышение эффективности диагностирования технического состояния наземных транспортно-технологических машин и комплексов и сельскохозяйственной техники в период хранения / А.В. Старунский, П.А. Назаров // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Ижевск, 29–30 апреля 2021 года. – Ижевск: Издательство УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – С. 390-395.

10. Старунский, А.В. Обоснование методики оценки ресурса многократно восстановленных деталей автотракторной техники / А.В. Старунский, П.А. Назаров // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова В.В., 28 февраля 2023 г. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 241 - 247. – С. 244-247.

11. Грашков, С. А. Техническое обслуживание электрооборудования / С. А. Грашков, А. А. Ланин, Е. В. Сазонов // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 169-172.

12. Энергетические установки в агропромышленном комплексе / Н. В. Чижков [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-338.

**УДК 621. 43**

*Сомов И.С.,  
Хараев Г.И., д-р техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО ВСГУТУ, г. Улан-Удэ, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО МАСЛЯНОГО НАСОСА**

Эффективная работа аграрного сектора страны во многом обеспечивается современными техническими средствами и технологиями [1-4]. При этом значительная часть производственных процессов осуществляется транспортно-технологическими машинами, совершенствованию которых посвящены работы ряда ученых [5-11]. Важнейшая система поршневых двигателей внутреннего сгорания – это смазочная система, ключевым элементом которой является масляный насос.

В процессе функционирования двигатель испытывает большие нагрузки. Интенсивное трение пар сопряжения является основной причиной повышенного износа его деталей и узлов. Минимизировать это отрицательное

явление призвано масло. В том числе масло часть тепла, выделяемого мотором в процессе работы, берет на себя, что способствует поддержанию оптимального температурного режима. Также масло препятствует коррозионным явлениям внутри мотора. Масло, кроме того, впитывает в себя продукты износа, что существенно улучшает работу поршневого двигателя внутреннего сгорания. Равномерное распределение его повышает эффективность его применения.

Задача масляного насоса заключается в нагнетании масла под необходимым давлением к трущимся деталям мотора.

Устройство масляного насоса. Наибольшее применение получил шестеренный тип масляного насоса. Его составляющими элементами являются: корпус, снабженный двумя каналами; две шестерни; клапан редукционный; сальники.

Принцип функционирования масляного насоса. Насос работает в следующем порядке:

- за счет шестерни привода смазочного насоса коленвал сообщает вращательное движение одной из шестерен, которая приводит в действие другую;

- по причине разницы давления, образуемого движением зубьев шестерен, в корпус поступает смазка (с этой целью применяется всасывающий канал);

- посредством созданного давления посредством зубьев масло сжимается, и соответственно напор жидкости возрастает, и следовательно, выталкивается во второй канал;

- в итоге масло за счет образованного давления омывает необходимые детали, в том числе узлы мотора.

В то же время клапан играет роль выравнителя давления в случае его резкого повышения. При включении его в работу избыточная часть масла направляется в пространство системы, расположенное перед всасывающим клапаном. При этом значение давления уменьшается.

Типы масляных насосов мобильных транспортных средств представлены на рисунке.

Главной положительной стороной шестеренчатой конструкции является простота, а также высокая надежность. Отрицательные стороны. Первое-привод получает от коленвала, по этой причине забирает часть энергии двигателя машины. Второе – значение давления в смазочной системе (а именно, производительность узла) коррелирует с оборотами двигателя, в этой связи зачастую его повышение осуществляется не вовремя.

Роторные технические устройства конструктивно схожи с шестереночными, но в них вращается лишь один элемент – ротор. Второй элемент – статор – неподвижен. Роторный тип масляных насосов включает в себя нерегулируемые, а также регулируемые конструкции. Первые приводятся в действие от коленчатого вала. По этой причине напор, создаваемый ими, коррелирует с оборотами ДВС. Вторые предполагают наличие подвижного статора, в том числе особой пружины. В них собственно статор может

совершать перемещение под ее действием. В результате варьируется объем рабочей камеры, и соответственно – давление.

Шиберные технические устройства насосы являются разновидностью роторных. В то же время, в их конструкции имеются особые пластины. В процессе вращательного движения они выдвигаются из пазов и формируют дополнительные области повышения давления. Главная положительная сторона этого технического устройства – автоматическая регулировка, а также отсутствие корреляции с оборотами двигателя.

Лопастной маслонасос оснащен крыльчаткой с несколькими лопастями для обеспечения движения жидкости. Функционирует такое техническое устройство непосредственно от коленчатого вала.

Разновидностью маслонасоса является электрический. Функционирование от бортовой сети, которая использует электронный блок управления, ставит этот тип на качественно новый уровень работы.

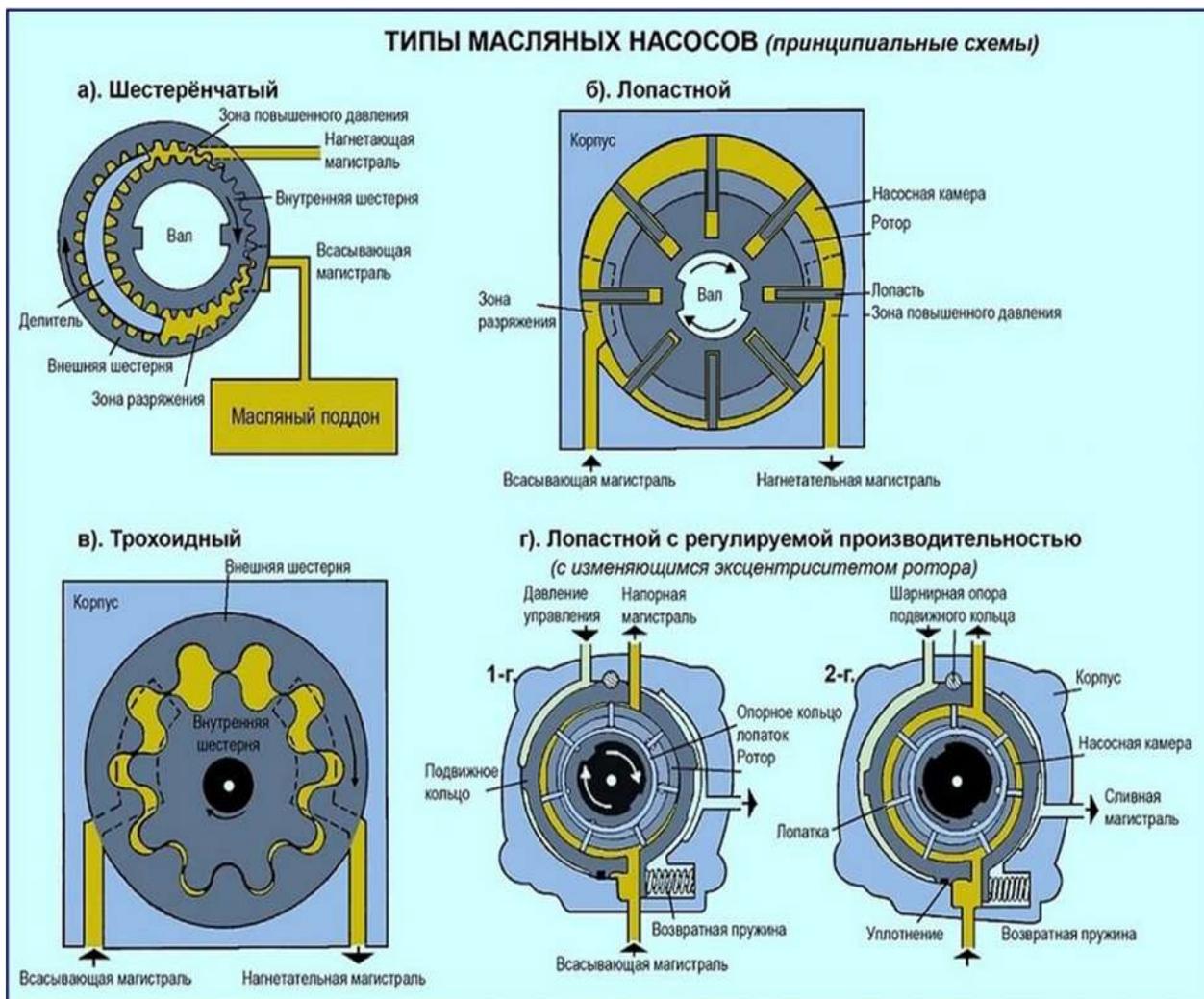


Рисунок – Типы масляных насосов

В корреляции с числом секций конструкции маслонасосов могут быть либо односекционные, либо двухсекционные.

Конструкция первых включает в себя одну секцию, в том числе единственную часть вращения. Вторые оснащены – двумя интегрированными друг с другом секциями, также двумя группами ротор-статор для роторных вариантов.

Кроме того, устройство бывает либо штатным, либо выносным. Это зависит от места его монтажа.

Штатное техническое устройство маслососа устанавливается в предусмотренном проектом месте конструкции мобильного средства. Выносной вариант располагают на специальном участке системы. Его задача заключается в формировании дополнительного давления.

Особенности конструкций масляных насосов и принципов их функционирования, показанных в выполненном обзоре, в том числе их анализ позволяет лучше освоить изучаемый материал, что повышает качественный уровень выпускников для практической деятельности.

### *Библиографический список*

1. Беломестных, В.А. Эксплуатационная надёжность зерноуборочных комбайнов РСМ - 142 "AKROS" / В.А. Беломестных, С.В. Агафонов, А.В. Кузьмин // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Чтения И. П. Терских», посвященной 85-летию Иркутского ГАУ. - 2019. - С. 20-27.

2. Поляков, Г.Н. Состав и изменение структуры сельскохозяйственных машин для почвообработки в Иркутской области / Г.Н. Поляков, В.И. Солодун, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2019. - № 47. - С. 28-32.

3. Алтухова, Т.А. Анализ работ по надежности технологических систем в исследованиях функционирования машинно-тракторных агрегатов АПК / Т.А. Алтухова, С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2020. - № 50.- С. 5-7.

4. Хабардин, С.В. Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники / С.В. Хабардин, Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Тракторы и сельхозмашины. - 2021. - Т. 88. - № 3.- С. 37-41.

5. Алтухов, С.В. Аналитический расчет элементов процесса смазки силовых агрегатов энергонасыщенных тракторов в АПК / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 81-2. - С. 164-170.

6. Аносова, А.И. Влияние параметров декомпрессирования цилиндров двигателя на момент сопротивления сжатию / А.И. Аносова, П.И. Ильин, С.Н. Шуханов // Вестник ВСГУТУ. - 2022. - № 2 (85). - С. 36-40.

7. Шуханов, С.Н. Частная методика экспериментальных исследований функционирования поршневого двигателя УЗАМ-331.10, использующего бензин и газообразное топливо / С.Н. Шуханов, А.И. Аносова, О.Н. Хороших //

Известия Международной академии аграрного образования. - 2022. - № 58. -С. 54-57.

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

9. Оптимизация и модернизация машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий - факторы роста их экономической эффективности / А. В. Малахов, А. А. Борисов, С. В. Малахова, М. Н. Жердев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4. – С. 17-21.

10. Линия для получения масла из семян масличных культур / Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин, В. М. Корнюшин, И. В. Черных // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 3(19). – С. 59-60.

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

**УДК 62-776**

*Сомов И.С.,  
Хараев Г.И., д-р техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО ВСГУТУ, г. Улан-Удэ, РФ*

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЕМОНТАЖА СТУПИЦ КОЛЕС АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

Высокий уровень механизации сельскохозяйственного производства страны в значительной степени обеспечивается результатами инновационных исследований аграрной науки [1-3]. Разработки в области автотракторной техники являются приоритетным направлением научного поиска в области сельского хозяйства [4-10]. С помощью мобильных технических средств выполняется существенная часть производственных процессов на селе, в этой связи трактора и автомобили в настоящее время получили самое широкое распространение.

Процесс эксплуатации автотранспортной техники сопровождается выходом из строя их ходовых частей, что предусматривает как профилактическое техническое обслуживание, так и ремонт.

Нередко имеет место быть работы, требующие демонтажа ступицы, как с осей передних, так и задних мостов мобильных транспортных средств с целью осуществления ремонтных операций или же установки работоспособных подшипников ступиц.

В наиболее сложных случаях: когда у ступицы переднего колеса внутреннее кольцо конусного подшипника сошло с рабочего расположения или же вышла из строя обойма сепаратора подшипника требуется демонтаж. В таком варианте выполнение этой операции крайне затруднительно.

На предприятиях, выполняющих выше описанные операции, используют механические ручные съёмники, применяющие резьбовое соединение «винт – гайка». Такое техническое приспособление предполагает проворачивание рычага винта вручную. Это имеет такие негативные аспекты: приложение большого усилия работником, сопровождающееся случаями травматизма.

Демонтаж сложных составляющих частей конструкции должен осуществляться в соответствии с установленными требованиями. Основным принципом при выполнении таких операций заключается в не повреждении первоначальной формы. Для осуществления, которого используется специальное техническое устройство – съёмник гидравлический.

Современные технические устройства для выполнения демонтажных работ структурируются на специализированные и универсальные. Первые могут применяться только для определенной модели машин, и не пригодны для других.

Как правило, специализированное техническое устройство имеют ряд преимуществ, в том числе такие, как высокая надежность, а также гораздо больший ресурс. Вторые применимы для подавляющего большинства существующих моделей. Их эксплуатационный ресурс, включая такой показатель, как прочность, напрямую зависит от предприятия, которое их изготовило.

Учитывая, все эти факторы предлагается техническое устройство универсального съёмника, совершенствующее операцию по снятию ступицы, которое ведет, в том числе к его облегчению. Отличительной особенностью устройства является его универсальность, кроме того наличие вкладышей для осуществления выполнения выпрессовочных работ. Предлагаемое техническое средство позволяет выполнять такие операции по демонтажу трудно снимаемых частей конструкции. А именно, подшипников различной конфигурации; включая ступицы с осей колес; кроме того, втулок и шкворней; в том числе муфт, а также шестерней.

По своему конструктивному устройству предлагаемый съёмник не является сложным. В этой связи изготовление его не вызовет затруднения для работников мастерской любого предприятия. Плунжерный гидроцилиндр – продукт производства профильных предприятий-изготовителей. Поэтому его заказать не есть проблема.

Основной узел съёмника (рисунок) – плунжерный гидроцилиндр. Он состоит из корпуса 1, крышки 2, плунжера 5, штуцера 12. На крышке гидроцилиндра смонтированы четыре тяги 3 с захватами 4. Крышка гидроцилиндра, в том числе оснащена проушинами. Далее, крышка с помощью пальцев скреплена с тягой, которая интегрирована с захватами. Посредством пружин съёмник закрепляют на самой ступице. Кроме того, в качестве

комплекта имеются вкладыши. Последние необходимы для осуществления выпрессовки наружных обойм подшипников ступицы.

Порядок работы съёмника происходит следующим образом. К цапфе поворотного кулака приспособливают плунжер 5. Затем при помощи работы пружин 6,7 захватами 4 зацепляются за край ступицы. Подача масла под давлением в гидроцилиндр, формируют усилие для достаточно плотного контакта захватов за край ступицы. Работа цилиндра образует давление в рабочем цилиндре, после этого усилие посредством тяги 3, а также функционирования захватов 4 реализуется стягивание ступицы с поворотного кулака на специальную мобильную тележку.

С помощью съёмника выполняется выпрессовка наружных обойм конструкции роликовых подшипников из собственно ступицы. В этом случае требуются вкладыши, используемые для выпрессовки в соответствии со значением диаметра наружных обойм.

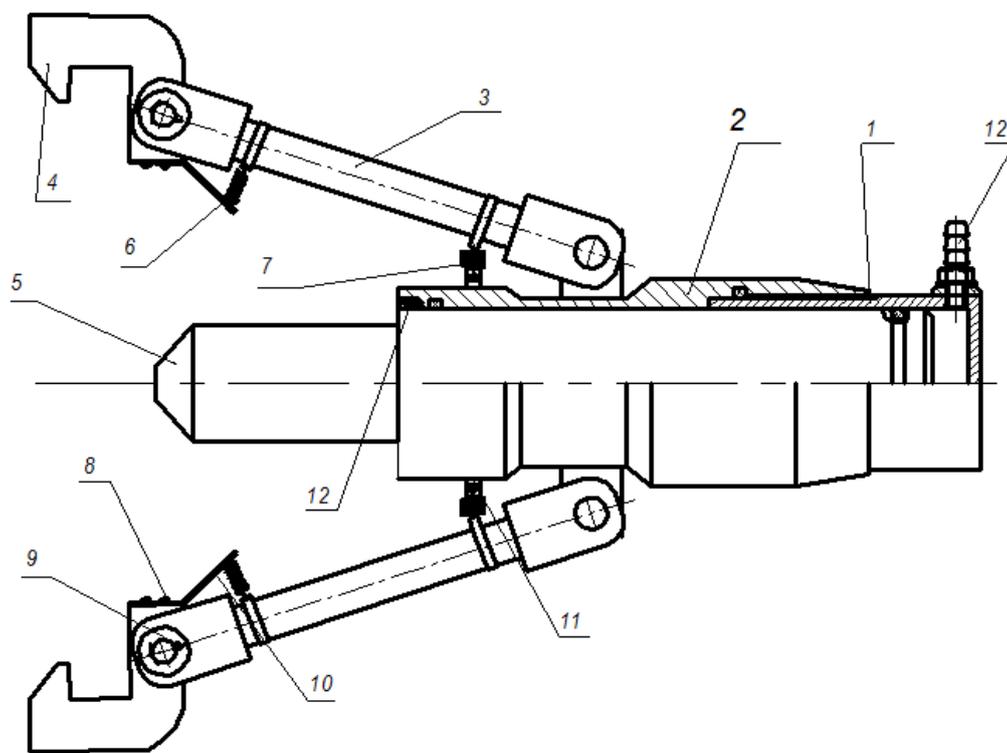


Рисунок – Техническое устройство для демонтажа ступиц передних колес где: 1 – корпус гидравлического цилиндра; 2- крышка гидравлического цилиндра; 3 – тяга; 4 – захват; 5 – плунжер; 6,7 – пружины; 8 – винты; 9 – шплинт; 10,11 – крепление пружин; 12 – штуцер

Процесс разборки ступицы и, кроме того, демонтаж наружных обойм конструкции роликовых подшипников осуществляется таким образом. Закрепить ступицу надежно в тиски, затем вложить вкладыш для подшипника. Последовательность дальнейших операций идентичны операциям по демонтажу ступицы. Порядок работ по демонтажу второй обоймы такой же, к тому же применяется вкладыш непосредственно для подшипников. При этом

весь комплекс операций реализуется, исключая дополнительные работы по подготовке предлагаемого технического средства.

Конструкция данного устройства отличается своей безопасностью в процессе выполнения работ, более того не требует каких-либо сложных навыков при его эксплуатации, а также работников, обладающих высокой квалификацией.

Предлагаемое техническое устройство демонтажа ступиц колес автотракторной техники позволяет значительно облегчить работу мастеров, ускорить выполнение ремонтных операций, повысить производительность труда, следовательно, эффективность функционирования предприятия.

### *Библиографический список*

1. Беломестных, В.А. Эксплуатационная надёжность зерноуборочных комбайнов РСМ - 142 "AKROS" / В.А. Беломестных, С.В. Агафонов, А.В. Кузьмин // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Чтения И. П. Терских», посвященной 85-летию Иркутского ГАУ. - 2019. - С. 20-27.

2. Алтухова, Т.А. Анализ работ по надежности технологических систем в исследованиях функционирования машинно-тракторных агрегатов АПК / Т.А. Алтухова, С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2020. - № 50.- С. 5-7.

3. Шуханов, С.Н. Надежность работы машинно-тракторного агрегата / С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, П.А. Болоев // Инженерные технологии и системы. - 2020. - Т. 30. - № 1. - С. 8-20.

4. Хараев, Г.И. Некоторые факторы снижения износа поршневых двигателей внутреннего сгорания / Г.И. Хараев, А.И. Аносова // Агротехника и энергообеспечение. - 2023. - № 1 (38). - С. 69-73.

5. Шуханов, С.Н. Особенности системы питания инжекторного двигателя / С.Н. Шуханов, Д.Н. Голубев // Самара АгроВектор. - 2023. - Т. 3. - № 3. - С. 24-30.

6. Шуханов, С.Н. Зависимость толщины масляного слоя в подшипниках скольжения от разных условий работы двигателей внутреннего сгорания / С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1 (99). - С. 169-173.

7. Коваливнич В.Д. Обзор и анализ материалов кузовов автомобилей / В.Д. Коваливнич, А.И. Аносова, Д.Н. Голубев // Научный журнал молодых ученых. 2024. № 1 (36). С. 24-28.

8. Разработка стенда для демонтажа шин различных типоразмеров / А. А. Лушников [и др.] // Профессия инженер : Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 14 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. – Орел: Орловский

государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 176-181.

9. Агеев, Е. В. Практикум по технологии ремонта машин / Е. В. Агеев, С. А. Грашков. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2019. – 147 с.

10. Патент на полезную модель № 56853 U1 Российская Федерация, МПК В60В 11/06. переходное устройство для сдваивания бездисковых взаимозаменяемых колес : № 2005137654/22 : заявл. 02.12.2005 : опубл. 27.09.2006 / А. Н. Бачурин, Н. В. Бышов, А. М. Лопатин, И. А. Соколов ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора П.А. Костычева.

**УДК 656.13**

*Шемякин А.Б., студент 2 курса,  
Терентьев О.В., студент 4 курса,  
Терентьев В.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА**

Доставка «последней мили» является заключительным этапом цепочки поставок, во время которого товар транспортируется из распределительного центра или склада до места нахождения конечного клиента. Этот этап является ключевым, поскольку он напрямую влияет на удовлетворенность клиентов и их решение о покупке. Доставка «последней мили» является неотъемлемой частью электронной коммерции и является самой сложной частью цепочки поставок, т.к. включает в себя работу с трафиком, различными местами доставки и доступностью клиентов, а также другими факторами, что делает этот процесс сложным для управления и оптимизации (Рисунок). Вопросы организации транспортного процесса рассматриваются в работах [1-26].



Рисунок – Технологический процесс доставки груза

Основными проблемами при доставке «последней мили» являются высокие затраты, логистические проблемы и нехватка времени, которые часто приводят к задержкам и плохому качеству обслуживания клиентов. Согласно статистическим отчетам, стоимость доставки «последней мили» составляет более 50% от общей стоимости доставки, что делает ее значительной статьей расходов для компаний электронной коммерции. Несмотря на технологический прогресс, проблема «последней мили» остается серьезной головной болью для предприятий электронной коммерции. Одна из ключевых причин – непредсказуемость, связанная с этим этапом. Место доставки может варьироваться от густонаселенных городских кварталов до отдаленных сельских районов, каждый из которых представляет собой уникальную проблему. Кроме того, доступность и предпочтения клиентов также могут усложнить процесс доставки. В довершение ко всему, растущие ожидания клиентов в отношении быстрой, бесплатной и гибкой доставки еще больше усугубили проблему «последней мили». В результате компании, занимающиеся электронной коммерцией, находятся под огромным давлением, чтобы оптимизировать свои операции «последней мили» и обеспечить исключительное качество обслуживания клиентов.

Логистика «последней мили» является ключевым компонентом электронной коммерции, напрямую влияющим на удовлетворенность и лояльность клиентов. Она охватывает все операции, связанные с транспортировкой товаров от распределительного центра до конечного потребителя и включает в себя, среди прочего, планирование маршрутов, отслеживание заказов и подтверждение доставки.

В электронной коммерции логистика «последней мили» часто является дифференцирующим фактором, который отличает компанию от конкурентов. Поскольку клиенты требуют более быстрых и надежных поставок, компании вынуждены оптимизировать логистику «последней мили», чтобы соответствовать этим ожиданиям. Кроме того, логистика «последней мили» играет жизненно важную роль в формировании восприятия бренда клиентом. Бесперебойный и эффективный процесс доставки может оставить положительное впечатление, приводящее к повторным покупкам и лояльности к бренду. С другой стороны, плохой опыт доставки может отпугнуть клиентов от будущих покупок, нанеся значительный ущерб репутации бренда.

Влияние доставки «последней мили» на удовлетворенность клиентов невозможно переоценить. Это конечная точка соприкосновения между клиентом и брендом, и, следовательно, оказывает глубокое влияние на общее впечатление клиента от покупок. Успешная доставка «последней мили» оставляет клиента довольным, побуждая его совершать повторные покупки и рекомендовать бренд другим. И наоборот, плохое качество доставки «последней мили» может привести к недовольству и оттоку клиентов. Задержки, поврежденные товары или отсутствие связи могут вызвать у клиентов чувство разочарования, что повлияет на их решения о покупке в будущем. Таким образом, освоение доставки «последней мили» имеет важное

значение для предприятий электронной коммерции для повышения удовлетворенности клиентов и укрепления долгосрочных отношений. Появление технологий еще больше повысило важность доставки «последней мили» для повышения уровня доверия клиентов. Благодаря отслеживанию в режиме реального времени, гибким вариантам доставки и персонализированной коммуникации компании могут значительно улучшить качество доставки, что приведет к более высокому уровню удовлетворенности клиентов.

Доставка «последней мили», несомненно, трансформирует деятельность компаний электронной коммерции. Обеспечивая более быструю и эффективную доставку, она не только повышает удовлетворенность клиентов, но и дает предприятиям конкурентное преимущество. Развитие технологий сыграло значительную роль в этой трансформации. Передовое логистическое программное обеспечение, оптимизация маршрутов на основе искусственного интеллекта и отслеживание в режиме реального времени сделали доставку «последней мили» более предсказуемой и эффективной. Более того, доставка «последней мили» прокладывает путь к новым бизнес-моделям в электронной коммерции. Доставка в тот же день, доставка по требованию и услуги доставки по подписке набирают популярность, что обусловлено меняющимися ожиданиями клиентов и достижениями в области доставки «последней мили».

Преодоление трудностей при доставке «последней мили» требует стратегического подхода, сочетающего технологии, инновации и клиентоориентированные практики. Внедрение передового программного обеспечения для логистики может помочь в оптимизации маршрутов, сокращении времени доставки и затрат. Аналогичным образом, использование аналитики данных может предоставить ценную информацию о предпочтениях клиентов, обеспечивая персонализированный опыт доставки.

Инвестиции в инновационные методы доставки, такие как беспилотные летательные аппараты или автономные транспортные средства, также могут помочь в решении проблемы «последней мили». Эти технологии могут ускорить доставку и преодолеть географические барьеры, предлагая жизнеспособное решение для отдаленных или труднодоступных районов. Кроме того, развитие культуры, ориентированной на клиента, имеет важное значение для преодоления проблем с доставкой «последней мили». Это включает в себя информирование клиента на каждом этапе процесса доставки, предоставление гибких вариантов доставки и оперативное решение любых вопросов или жалоб.

Будущее доставки «последней мили» в электронной коммерции выглядит многообещающим, обусловленным технологическим прогрессом и меняющимися ожиданиями клиентов. По мере того, как искусственный интеллект, машинное обучение и другие инновационные технологии набирают обороты, доставка «последней мили» станет быстрее, умнее и эффективнее. Несмотря на то, что проблемы, связанные с доставкой «последней мили», являются значительными, они также предоставляют предприятиям возможности для инноваций и дифференциации. Компании, которые могут

эффективно использовать возможности доставки «последней мили», получают конкурентное преимущество, повышают удовлетворенность клиентов и стимулируют рост бизнеса. Доставка «последней мили» меняет правила игры в электронной коммерции и оказывает глубокое влияние на удовлетворенность клиентов. Понимая его нюансы и решая его проблемы, компании могут значительно улучшить свои операции по доставке, что приведет к превосходному опыту покупок для своих клиентов.

### *Библиографический список*

1. Абузьяров, Л. Д. Проблемные вопросы доставки грузов / Л. Д. Абузьяров, В. В. Терентьев, Н. Н. Пашканг // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции – Рязань, 2024. – С. 132-137.

2. Комплексная цифровизация на предприятиях автомобильного транспорта: перспективы внедрения / А. В. Шемякин и др. // Грузовик. – 2023. – № 6. – С. 30-34.

3. Анализ современного состояния транспортного комплекса России / С. А. Кистанова и др. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. – Рязань, 2024. – С. 339-346.

4. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики: учебное пособие / А. В. Шемякин и др. – Рязань, 2022. – 162 с.

5. Экономические аспекты перевозки грузов автомобильным транспортом / О. В. Терентьев, А. Б. Мартынушкин, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022. – С. 247-252.

6. Применение интеллектуальных систем при организации автомобильных перевозок / И. Н. Горячкина, Н. М. Латышенок, В. В. Терентьев, О. А. Тетерина // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022) : сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции – Курск, 2022. – С. 89-92.

7. Повышение эффективности управления автопарком / В. В. Терентьев, А. Б. Мартынушкин, Н. Н. Пашканг, А. В. Шемякин // Теория и практика современной аграрной науки : Материалы IV Всероссийской (национальной) научной конференции – Новосибирск, 2024. – С. 1008-1010.

8. Совершенствование процесса перевозки грузов / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев, Г. К. Рембалович, А. В. Шемякин // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2022. – № 3 (16). – С. 124-130.

9. Внедрение технологий BIG DATA в транспортной логистике / А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, Г. К. Рембалович, А. Б. Мартынушкин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Национальной науч.-практ.

конф. – 2022 – С. 25-32.

10. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса / А. С. Колотов и др. // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы национальной научно-практической конференции – Рязань, 2021 – С. 268-271.

11. Телематика на автомобильном транспорте / Е. А. Кондрашова и др. // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной научной конференции. – Новосибирск, 2021. – С. 584-586.

12. Применение логистических подходов при организации транспортного процесса / Е. А. Кондрашова, Г. А. Мертвищев, В. В. Терентьев, О. А. Тетерина // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2022. – № 2(15). – С. 118-122.

13. Транспортная логистика: учебное пособие / Н. Н. Пашканг [и др.]. – Рязань, 2023. – 181 с.

14. Терентьев, О. В. Логистическая транспортная система / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник Всероссийской науч. конф. – 2023. – С. 303-305.

15. Повышение эффективности доставки грузов / В. В. Терентьев, И. Н. Горячкина, Н. Н. Пашканг, А. В. Шемякин // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации. Материалы международной науч.- практ. конф. – Рязань, 2024. – С. 337-342.

16. Транспортная сеть Рязанской области / А.А. Косырева [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года – Рязань: РГАТУ, 2019. - С. 342-347.

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. Мягкова, А. И. Транспортное обеспечение в технологии утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / А. И. Мягкова, К. В. Булдышкин, И. Ю. Богданчиков // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 207-211.

19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665214 Российская Федерация. Расчет потребления топлива грузовыми автомобилями при перевозке сельскохозяйственных грузов : № 2022664314 : заявл. 29.07.2022 : опубл. 11.08.2022 / А. С. Степашкина [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

20. Современное состояние, проблемы и перспективы развития АПК / Д. И. Жилияков, О. В. Петрушина, Т. М. Рустамов, Ч. К. Ибекве // Актуальные

научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 933-936.

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 научнопрактической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

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

23. Аникин, Н.В. Эффективность функционирования автотранспортного предприятия: учебное пособие / Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев. – Рязань: РГАТУ, 2023. – 250 с.

24. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта: учебное пособие / А.В. Шемякин [и др.]. – Рязань: РГАТУ, 2022. – 328 с.

25. Горячкина, И.Н. Сущность и показатели социально-экономической эффективности работы автомобильного транспорта / И.Н. Горячкина, М.В. Евсенина // Техника и технологии: пути инновационного развития. – Курск, 2020. - С. 107-110.

## Секция 4. Вопросы внедрения цифровых технологий в АПК

УДК 631.171

*Надточий Д.Ю., студент 1 курса магистратуры,  
Олейник Д.О., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, РФ*

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Одним из наиболее сильных факторов, влияющих на экономические показатели молочной отрасли, является здоровье молочного скота. В результате заболевания молочного скота происходит заметное снижение добычи молока и его качества, кроме того, значительно увеличиваются затраты на лечение и профилактику [1-11]. Некоторые заболевания коров напрямую связаны с неисправностями доильного оборудования, к таким болезням относятся: гиперкератоз, компрессия основания соска, мастит и т.д. Для того чтобы снизить риск возникновения заболеваний, связанных с этим фактором, необходимо позаботиться об усовершенствовании подхода к диагностике доильного оборудования. В нашей статье рассмотрены такие аспекты изучаемого вопроса, как причины возникновения повреждений сосков вымени коров при организации доения, способы мониторинга исправности доильного оборудования и их недостатки, краткое описание разрабатываемой системы диагностики и сопровождения доильного оборудования.

Воздействие механических факторов внешней среды может повлиять на возникновение мастита у коров. Неисправности доильного оборудования вызывают травмы вымени и сосков молочной железы, что повышает риск инфицирования [4]. Поэтому своевременное обнаружение проблем, связанных с исправностью доильного оборудования, является важным аспектом работы в этой сфере.

Для наиболее понятного описания проблемы и ее решения, для начала, следует обратиться к тем приборам диагностики и сопровождения, которые на данный момент имеют наиболее широкое распространение. Например, одним из способов определения физиологического воздействия доильных раздражителей на соски вымени является использование специализированного приборного оборудования. Наиболее распространенные устройства в этой области предоставляются такими компаниями, как «DeLaval» и «GEA Farm Technologies» [5].

В качестве возможной технической базы для этих целей могут выступать такие приборы, как: PulsoTest Comfort, PulsoTest Synchro и т.д. (Рисунок 1) В настоящее время применяются и российские аналоги, которые также имеют широкое применение. Стоит обратить внимание, что вне зависимости от марки и страны производителя, представленные приборы диагностики имеют схожие принципы работы, за исключением некоторых вспомогательных функций.



Рисунок 1 – Приборы измерения пульсации

Способ работы приборов, которые представлены выше, заключается в построении осциллограмм доения (Рисунок 2), за счет подключения устройства к доильному аппарату с помощью тройника и измерительных коротких шлангов. При таком способе работы используются имитаторы сосков вымени, с помощью которых выполняются условия доения и появляется возможность собрать информацию о работе доильной установки. Осциллограмма доения, в большинстве случаев, отображается в виде графика в программе MS Excel. На основании полученных данных специалисты могут делать выводы об исправности оборудования в момент теста оборудования.

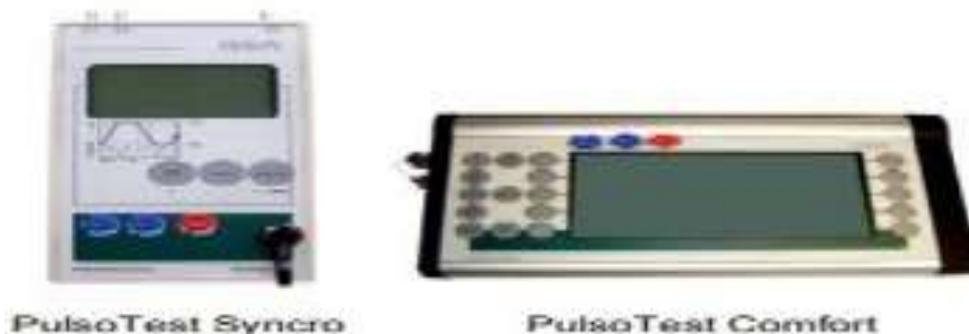
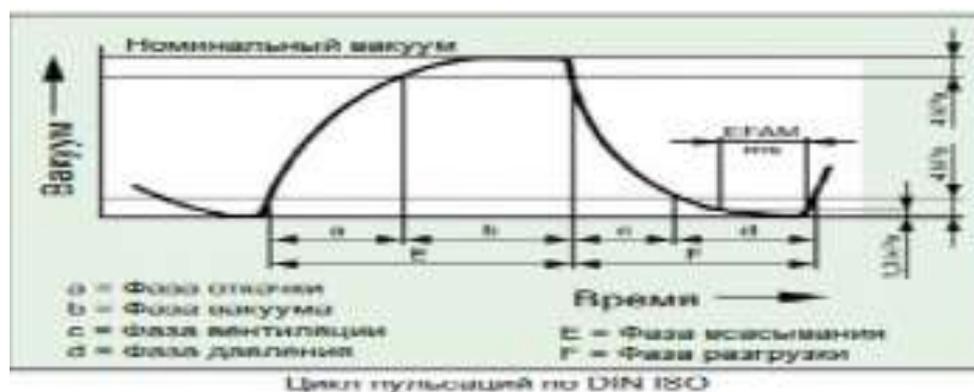


Рисунок 2 – Осциллограмма доения

Данный способ диагностики и сопровождения доильного оборудования имеет ряд недостатков, например, отсутствие оперативности в выявлении поломок доильного оборудования, так как процесс мониторинга проводится вручную с определенной периодичностью, которая варьируется у различных хозяйств. Поэтому при таком способе диагностики оборудование может работать некорректно в течение нескольких дней, что может наносить вред корове и приводить к заболеванию маститом.

В качестве возможного решения проблемы мы разрабатываем стационарные программно-аппаратные комплексы, которые будут закреплены на каждом доильном месте и будут предоставлять данные измерения пульсации и вакуума на доильных установках в режиме реального времени. Принципиальное различие данного способа диагностики заключается в постоянном мониторинге состояния доильного оборудования и своевременного оповещения специалистов о неисправностях. Осциллограммы доения будут регулярно отправляться на выбранный компьютер специалиста без необходимости обходить каждое доильное место. Такой подход минимизирует случаи вывода молочного скота из строя из-за неисправностей доильного оборудования и экономит время работников хозяйств.

Система диагностики и сопровождения доильного оборудования на данный момент находится на уровне разработки и первых испытаний и уже показывает результат. Данная разработка впоследствии ляжет в основу нашей магистерской ВКР, где будет дано подробное описание характеристик, конструкции, возможностей и способов работы.

### ***Библиографический список***

1. Мухтарова, О. М. Коррелятивная связь признаков молочной продуктивности коров / О. М. Мухтарова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, товароведения и экспертизы сырья и продуктов животного и растительного происхождения, зоотехнии и биотехнологии : материалы X научно-практической конференции в рамках XII Всероссийского фестиваля науки : сборник научных трудов студентов и молодых ученых, Москва, 30 ноября 2022 года. – Москва: ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2022. – С. 224-227.

2. Мухтарова, О. М. Биохимические показатели крови крупного рогатого скота и их связь с развитием животных и молочной продуктивностью/ О. М. Мухтарова, В.М. Бачинская, Д.В. Гончар // Зоотехния. – 2023. – № 12. – С. 27-30.

3. Мухтарова, О. М. Оценка комбинационной способности генотипов по показателям роста и развития потомства в разных климатических поясах Российской Федерации / О. М. Мухтарова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 7. – С. 101-108.

4. Лучко, И.Т. Воспаление молочной железы у коров (этимология, патогенез, диагностика, лечение и профилактика) : монография / И.Т. Лучко. – Гродно : ГГАУ, 2019. – С. 29

5. Адрианов, Е.А. Методика определения физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на соски вымени коровы с использованием прибора «Pulsotest Comfort» / Е.А. Адрианов, А.А. Адрианов, В.В. Туфанов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – №3. – С. 48

6. Экспериментальные исследования устройства для автоматического снятия доильного аппарата в лабораторных условиях / В. А. Хрипин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 1(29). – С. 90-96.

7. Модернизированная сосковая резина доильного аппарата / В. Н. Трубников [и др.] // Региональный вестник. – 2017. – № 4(9). – С. 8-10.

8. Ульянова, Н. Д. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве / Н. Д. Ульянова, Е. М. Милютин // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. - С. 28-33.

9. 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.

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

11. Результаты исследований устройства для автоматического снятия доильного аппарата / В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, А.В. Набатчиков, М.В. Евсенина // Инновации в сельском хозяйстве. – № 4 (14). – 2015. – С. 140-146.

**УДК 004.383.4**

*Угрюмов И.С., аспирант 1 курса,  
Ярутин С.А., студент 1 курса магистратуры,  
Чайка М.И., студент 2 курса  
ФГБОУ ВО КубГТУ, г. Краснодар, РФ*

## **ИНТЕГРАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИТ-РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Современные технологии в строительстве играют ключевую роль в развитии и оптимизации инфраструктуры сельскохозяйственных объектов. Быстрое развитие IT-решений в сочетании с новыми строительными методами

открывает возможности для создания более эффективных, энергоэффективных и управляемых фермерских хозяйств. Введение автоматизированных систем управления, улучшение условий хранения и переработки продукции, а также повышение энергоэффективности зданий — всё это становится доступным благодаря интеграции строительных и цифровых технологий [1].

В сельском хозяйстве, где важны как минимизация затрат, так и максимизация производительности, применение современных строительных материалов, умных систем мониторинга и управления микроклиматом позволяет улучшить эксплуатационные показатели хозяйств. Здания для содержания животных, склады, теплицы и другие сельскохозяйственные объекты могут быть не только прочными и долговечными, но и высокотехнологичными, что способствует улучшению условий работы и снижению издержек [2].

Настоящая статья посвящена исследованию возможностей интеграции строительных технологий и IT-решений для повышения эффективности сельскохозяйственной инфраструктуры. Рассмотрены перспективы внедрения умных систем управления зданиями, оптимизации процессов строительства и эксплуатации, а также повышение уровня автоматизации производственных процессов на фермах.

В последние годы сельское хозяйство претерпевает значительные изменения благодаря внедрению современных строительных технологий и IT-решений. Эти инновации направлены на оптимизацию инфраструктуры фермерских хозяйств, улучшение эксплуатационных характеристик зданий, снижение энергозатрат и создание комфортных условий для содержания животных и хранения продукции. Основная задача состоит в том, чтобы интегрировать эти технологии для достижения максимальной эффективности при минимальных затратах.

Одним из ключевых направлений является использование современных строительных материалов и технологий, которые улучшают эксплуатационные характеристики объектов. Например, легкие конструкции с повышенной теплоизоляцией позволяют создать более энергоэффективные здания, что важно для содержания животных и хранения продукции. Применение сэндвич-панелей, металлоконструкций, теплоизоляционных материалов и современных систем вентиляции способствует снижению энергозатрат, что особенно важно в условиях значительного потребления ресурсов на крупных фермерских хозяйствах.

Кроме того, IT-решения играют важную роль в автоматизации управления зданиями и процессами. Системы управления микроклиматом позволяют поддерживать оптимальные условия для животных и хранения продуктов, регулируя температуру, влажность и вентиляцию в автоматическом режиме. Использование умных датчиков и систем мониторинга позволяет оперативно отслеживать изменения условий и реагировать на возможные отклонения, что значительно снижает вероятность проблем, связанных с человеческим фактором. Таким образом, строительные технологии и IT-

инфраструктура работают в тандеме, повышая эффективность работы хозяйства.

Не менее важным аспектом является автоматизация процессов, связанных с логистикой и хранением продукции. Современные сельскохозяйственные объекты оснащаются автоматизированными системами управления складом, что позволяет более эффективно организовать процессы хранения и отгрузки продукции. Применение умных систем для контроля расхода материалов и мониторинга запасов помогает минимизировать потери и оптимизировать процесс управления запасами. Это в свою очередь сокращает затраты на хранение и транспортировку.

Важным направлением интеграции строительных и IT-технологий является использование геоинформационных систем (ГИС) и цифровых двойников. Они позволяют проектировать здания и инфраструктуру фермы с учетом особенностей ландшафта и микроклимата местности, что повышает эффективность использования ресурсов. Цифровые модели помогают не только на этапе проектирования, но и при эксплуатации объектов, позволяя отслеживать изменения и принимать корректирующие меры в режиме реального времени.

Внедрение инновационных систем также способствует улучшению условий труда для сотрудников фермы. Автоматизация рутинных процессов, таких как контроль за микроклиматом, мониторинг состояния животных и управление логистикой, позволяет сократить рабочую нагрузку и сосредоточиться на более важных задачах. Это повышает производительность труда и снижает риск ошибок.

Так, интеграция строительных технологий и IT-решений открывает новые перспективы для развития сельскохозяйственной инфраструктуры. Современные фермы могут стать не только более продуктивными, но и более устойчивыми, экологически чистыми и эффективными.

Анализ интеграции современных строительных технологий и IT-решений в инфраструктуру сельского хозяйства показывает существенные преимущества в плане эффективности, производительности и устойчивости. Во-первых, использование энергоэффективных строительных материалов, таких как сэндвич-панели и теплоизоляционные системы, позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы на фермерских объектах. Энергоэффективность становится ключевым фактором, особенно в условиях роста цен на энергоресурсы [3].

Во-вторых, автоматизация процессов управления микроклиматом, вентиляцией и освещением в зданиях для содержания животных и хранения продукции приводит к снижению ошибок, связанных с человеческим фактором. Использование умных систем мониторинга позволяет в режиме реального времени контролировать важные параметры, что повышает производительность и качество управления хозяйством. Анализ данных, собранных с помощью таких систем, предоставляет возможность для более точного планирования и предсказания изменений.

Автоматизация процессов логистики и управления складом также оказала заметное влияние на снижение затрат и оптимизацию ресурсных потоков. Применение цифровых двойников и геоинформационных систем позволяет точнее проектировать объекты и инфраструктуру, что способствует более рациональному использованию ресурсов на всех этапах эксплуатации.

Тем не менее, для полного раскрытия потенциала таких решений важно учитывать необходимость инвестиций в начальные этапы внедрения технологий, а также обеспечение подготовки персонала для работы с новыми системами. Реализация подобных проектов требует четкой координации и интеграции между строительными и IT-компонентами для достижения синергии.

В общем, анализ показывает, что использование передовых технологий не только улучшает эффективность сельскохозяйственных объектов, но и открывает новые возможности для устойчивого развития и снижения затрат на эксплуатацию в долгосрочной перспективе.

Внедрение современных строительных технологий в сочетании с IT-решениями в инфраструктуру сельского хозяйства представляет собой важный шаг к повышению эффективности и устойчивости сельхозпроизводства. Оптимизация энергопотребления, автоматизация процессов управления объектами и мониторинга, а также улучшение логистических цепочек позволяют значительно сократить затраты и повысить продуктивность. Несмотря на необходимость значительных инвестиций на первоначальном этапе, долгосрочные выгоды от использования технологий, таких как умные системы и цифровые двойники, несомненно, оправдывают затраты [4-10]. В перспективе дальнейшее развитие таких проектов создаст возможности для устойчивого роста и повышения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий, что подтверждает важность интеграции инновационных решений в данную отрасль.

### ***Библиографический список***

1. Интегрированная система управления трафиком для умного города на основе машинного обучения: перспективы для эффективного городского транспорта / А. Г. Волик [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 199. – С. 229-239.

2. Интеллектуальная система управления поливом для умного дома / Н. В. Кушнир, К. Е. Тотухов, К. М. И. Лойола, С. А. Ярутин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 194. – С. 162-180.

3. Особенности создания автоматизированных систем проектирования / В. Р. Гученко, М. И. Чайка, Д. В. Гулякин // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-16. – С. 29-32.

4. Особенности разработки системы управления многофазными

преобразователями / И. С. Угрюмов, Д. Н. Кудрявцев, Н. А. Суртаев // Молодежная наука : Сборник лучших научных работ молодых ученых по результатам XLVII студенческой научной конференции, Краснодар, 24 февраля – 23 2021 года / Отв. редактор С.А. Удодов. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. – С. 80-92.

5. 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.

6. Ульянова, Н. Д. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве / Н. Д. Ульянова, Е. М. Милютин // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. - С. 28-33.

7. Грашков, С. А. Компьютерные технологии в послеуборочной обработке зерна / С. А. Грашков, В. Н. Трубников, Д. И. Еськов // Современные материалы, техника и технологии. – 2023. – № 5(50). – С. 70-78.

8. 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.

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

10. 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.

*Угрюмов И.С., аспирант 1 курса,  
Ярутин С.А., студент 1 курса магистратуры,  
Чайка М.И., студент 2 курса  
ФГБОУ ВО КубГТУ, г. Краснодар, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИТ-РЕШЕНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ: ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ФЕРМЫ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

В современном сельском хозяйстве особое внимание уделяется повышению эффективности и автоматизации производственных процессов, что позволяет сократить временные и трудовые затраты, а также улучшить качество управления. Развитие информационных технологий (ИТ) открывает новые возможности для оптимизации различных аспектов животноводства, в том числе построения и управления фермерской инфраструктурой. Одной из ключевых задач является автоматизация учета и перемещения данных о поголовье, весе, переводе животных между группами, что позволяет существенно сократить человеческие ошибки и повысить оперативность принятия решений [1].

ИТ-решения могут быть интегрированы не только в управленческие процессы, но и в строительство и модернизацию хозяйственных объектов. Современные технологии помогают оптимизировать проектирование и эксплуатацию инфраструктуры, а также улучшить условия содержания животных, что в конечном итоге способствует увеличению производительности ферм [2].

Целью данной статьи является исследование возможности применения ИТ-решений для автоматизации процессов в животноводстве и построения оптимальной инфраструктуры. Рассматривается влияние автоматизации на ключевые аспекты управления, а также влияние на ускорение строительных и эксплуатационных процессов в сельском хозяйстве.

Одним из наиболее трудоемких процессов в животноводческих хозяйствах является учет информации о поголовье, состоянии животных, их переводе между возрастными группами, а также мониторинг их роста и состояния здоровья. Введение ИТ-решений в этих областях позволяет автоматизировать рутинные задачи, такие как сбор и перенос данных, что существенно снижает риск ошибок и упрощает контроль. Программные средства обеспечивают интеграцию данных с различных источников (весовые ведомости, журналы отелов, акты взвешивания и перевода), что позволяет зоотехникам и другим специалистам быстрее принимать решения и более эффективно планировать дальнейшие действия.

Программа, разработанная для автоматизации процессов в животноводстве, позволяет значительно сократить время на внесение данных в

таблицы, формирование актов и создание отчетов. Благодаря использованию автоматизированных решений зоотехник может уделять больше времени непосредственному управлению и контролю состояния животных, а не рутинным административным задачам.

Автоматизация в животноводстве не ограничивается только процессами управления данными. Она также может быть применена к оптимизации физической инфраструктуры фермы. Проектирование и строительство хозяйственных объектов, таких как стойла, ангары для хранения кормов или системы водоснабжения, может быть значительно улучшено с помощью ИТ-решений.

Программное обеспечение для планирования позволяет создавать более точные и функциональные схемы размещения объектов на территории фермы, улучшая тем самым логистику и условия содержания животных. Это снижает затраты на эксплуатацию и обслуживание объектов, улучшает рабочие условия для сотрудников и способствует более рациональному использованию ресурсов.

ИТ-решения могут также помочь в управлении строительными процессами на ферме, позволяя эффективно планировать сроки и ресурсы, что в конечном итоге ускоряет реализацию проектов по модернизации хозяйственных объектов.

Современные технологии позволяют автоматизировать не только управленческие и учетные процессы, но и строительные работы на ферме. Это включает использование программных решений для проектирования, планирования и контроля за строительством хозяйственных зданий. Применение таких технологий может сократить сроки строительства и снизить затраты, благодаря точному расчету материалов, оптимальному распределению рабочих ресурсов и более четкому контролю за выполнением задач.

Кроме того, применение ИТ для контроля строительства и модернизации инфраструктуры помогает минимизировать простои и улучшить координацию между различными отделами фермы. Это особенно актуально для крупных сельскохозяйственных комплексов, где координация строительных и производственных процессов может значительно влиять на общую производительность.

Важным аспектом внедрения ИТ-решений в животноводство и строительство является интеграция с существующими информационными системами. Автоматизированные системы управления поголовьем, кормами, здравоохранением животных и строительством должны быть интегрированы друг с другом, чтобы создавать единую информационную среду. Это позволит обеспечить более эффективное управление хозяйственными процессами и сократить временные затраты на обмен данными между различными подразделениями.

Интеграция позволяет не только сократить объем ручной работы, но и использовать данные для принятия решений, что повышает общую точность планирования и анализа хозяйственной деятельности.

Одним из наиболее ощутимых эффектов от внедрения ИТ-решений является экономия времени и ресурсов. В сельском хозяйстве временные затраты на учетные процессы и строительство могут быть значительными, что приводит к росту издержек и снижению общей продуктивности. Автоматизация этих процессов позволяет сократить временные затраты на рутинные операции, такие как перенос данных, формирование актов, создание отчетов и контроль за строительными работами [3].

Вместе с тем автоматизация способствует более точному планированию расходов и ресурсов, снижению риска ошибок и, как следствие, увеличению прибыли за счет более эффективного использования рабочего времени и сокращения издержек.

В целом, применение ИТ-решений в животноводстве и управлении строительством хозяйственных объектов представляет собой эффективный инструмент для повышения производительности фермы и улучшения инфраструктуры. Автоматизация процессов способствует сокращению ошибок, улучшению координации и сокращению временных и трудовых затрат, что положительно сказывается на общей результативности хозяйственной деятельности.

Анализ результатов внедрения разработанного ИТ-решения показал значительное улучшение в работе фермы. В первую очередь, автоматизация процессов переноса данных и создания отчетной документации снизила количество рутинных операций для зоотехников, что привело к экономии времени и ресурсов. Зоотехники отметили, что программа уменьшила количество ошибок при заполнении актов и ведомостей, так как данные теперь автоматически переносятся из одной таблицы в другую без необходимости ручного ввода.

Также стоит отметить, что внедрение системы позволило улучшить контроль за весом животных и своевременным составлением отчетов. В результате повысилась точность отслеживания привесов и была ускорена обработка данных для анализа продуктивности. В дополнение, система стала важным инструментом для планирования работ, таких как переводы животных в другие группы или составление актов на реализацию [4-12].

Экономический эффект от внедрения проявился в снижении временных затрат сотрудников и улучшении общей продуктивности фермы. Возможность интеграции ИТ-решений с другими системами управления открывает перспективы для дальнейшего улучшения бизнес-процессов, увеличения производительности и сокращения издержек.

В заключение можно отметить, что внедрение ИТ-решений для автоматизации процессов в животноводстве и управления инфраструктурой ферм является важным шагом в повышении эффективности сельскохозяйственных предприятий. Автоматизация учета, мониторинга и управления данными о животных значительно снижает нагрузку на зоотехников, позволяя им больше времени уделять непосредственному управлению и улучшению условий содержания животных. Это, в свою очередь,

ведет к уменьшению ошибок и ускорению хозяйственных процессов.

ИТ-решения оказывают существенное влияние не только на администрирование, но и на строительство и модернизацию объектов инфраструктуры. Они позволяют более эффективно планировать проекты, экономить ресурсы и время, а также улучшать логистику на ферме. В результате этого предприятия получают возможность не только повысить производительность, но и существенно сократить затраты.

Интеграция ИТ-решений с существующими системами управления создает единое информационное пространство, позволяющее получать более точные данные для анализа и принятия решений. В перспективе это обеспечит устойчивое развитие животноводческих хозяйств и повышение их конкурентоспособности за счет инновационных технологий и оптимизации производственных процессов.

### *Библиографический список*

1. Интегрированная система управления трафиком для умного города на основе машинного обучения: перспективы для эффективного городского транспорта / А. Г. Волик [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 199. – С. 229-239.

2. Интеллектуальная система управления поливом для умного дома / Н. В. Кушнир, К. Е. Тотухов, К. М. И. Лойола, С. А. Ярутин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 194. – С. 162-180.

3. Гученко, В.Р. Особенности создания автоматизированных систем проектирования / В. Р. Гученко, М. И. Чайка, Д. В. Гулякин // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-16. – С. 29-32.

4. Особенности разработки системы управления многофазными преобразователями / И. С. Угрюмов, Д. Н. Кудрявцев, Н. А. Суртаев // Молодежная наука : Сборник лучших научных работ молодых ученых по результатам XLVII студенческой научной конференции, Краснодар, 24 февраля – 23 2021 года / Отв. редактор С.А. Удодов. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. – С. 80-92.

5. 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.

6. Земельный кадастр. Бонитировка и экономическая оценка земли / М. В. Поляков, Л. Б. Винникова, Н. Е. Лузгин, Е. В. Меньшова // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных трудов 9-й Международной молодежной научно-практической конференции, Курск, 18 ноября 2022 года. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С. 173-177.

7. Региональные аспекты развития отрасли животноводства / Ю. В. Плахутина [и др.] // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 80-86.

8. Ульянова, Н.Д. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве / Н. Д. Ульянова, Е. М. Милютин // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. - С. 28-33.

9. 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.

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

11. Барсукова, Н.В. Цифровая трансформация сельского хозяйства / Н.В. Барсукова, О.И. Лозовая, О.И. Ванюшина // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции имени Заслуженного деятеля науки КБР, почетного работника виноградарской и винодельческой отраслей Ставропольского края, академика МАНЭБ, д. с-х. н., профессора М.Н. Фисуна. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, 2023. - С. 266-269.

12. 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.

*Ярутин С. А., студент 1 курса магистратуры,  
Макарова С.В., студент 2 курса,  
Емцев А.А., студент 2 курса  
ФГБОУ ВО КубГТУ, г. Краснодар, РФ*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ИТ-РЕШЕНИЙ**

В условиях современного сельского хозяйства автоматизация процессов становится важным фактором повышения эффективности и продуктивности работы. Это касается не только управления животноводческими хозяйствами, но и интеграции передовых технологий в области электротехники для обеспечения более качественного мониторинга и управления оборудованием. Электротехнические решения, такие как системы автоматического контроля и управления, играют ключевую роль в оптимизации процессов, снижении человеческого фактора и улучшении общей производительности хозяйства [1-11].

Системы мониторинга и управления, основанные на электротехнике и информационных технологиях, позволяют значительно повысить уровень точности, безопасности и надежности работы оборудования на фермах. Электротехнические системы, обеспечивающие управление вентиляцией, освещением, температурным режимом и другими важными параметрами, позволяют создать оптимальные условия для содержания животных, что непосредственно влияет на их здоровье и производительность.

Интеграция ИТ-решений с электротехническим оборудованием дает возможность автоматизировать множество процессов, таких как контроль микроклимата в помещениях, мониторинг состояния животных, управление системой кормления и водоснабжения. Кроме того, такие системы позволяют собирать данные в реальном времени, анализировать их и принимать управленческие решения на основе точных и актуальных данных. Это не только повышает эффективность работы фермы, но и способствует снижению издержек и улучшению экологических показателей.

Цель данной статьи – рассмотреть возможности и преимущества использования электротехнических решений в сочетании с информационными технологиями для автоматизации процессов на животноводческих фермах, а также проанализировать их влияние на производительность и устойчивость хозяйств.

Внедрение электротехнических систем в сельское хозяйство, в частности в животноводство, открывает новые горизонты для оптимизации производственных процессов. Электротехнические решения обеспечивают автоматизацию многих ключевых функций, от управления микроклиматом до контроля за состоянием животного, что играет важную роль в повышении

продуктивности хозяйств.

Одним из важнейших аспектов является управление микроклиматом в животноводческих помещениях. Электротехнические системы, такие как автоматизированные системы вентиляции, отопления и освещения, позволяют поддерживать стабильные параметры окружающей среды, необходимые для здоровья животных. Правильный температурный режим, влажность и уровень освещения напрямую влияют на комфорт и состояние животных. С помощью сенсоров и контроллеров, установленных в помещениях, можно в режиме реального времени отслеживать изменения параметров и автоматически регулировать оборудование для поддержания оптимальных условий.

Другое важное применение электротехники в животноводстве связано с автоматизированными системами кормления и водоснабжения. Электроприводы и управляющие устройства обеспечивают точное и своевременное дозирование кормов, что позволяет исключить перерасход ресурсов и снизить затраты на корма. Это особенно важно на крупных фермах, где каждый грамм кормовой базы играет роль в экономической эффективности предприятия. Кроме того, автоматизация системы водоснабжения позволяет контролировать качество воды, её температуру и объем, что также способствует улучшению здоровья животных.

Особое место в рамках внедрения ИТ-решений с электротехническим оборудованием занимает комплекс программно-аппаратных средств для оценки здоровья животных. Современные автоматизированные доильные модули способны проводить мониторинг физиологического состояния животных и оснащены системами добровольного доения, что способствует снижению заболеваемости.

Наиболее важным также является использование автоматизированных ветеринарных комплексов, предназначенных для проведения профилактик, вакцинаций и лечения животных. Они также позволяют получить полную картину о состоянии здоровья стада. Ветеринарные врачи смогут быстро вносить данные о заболевании, ставить животное на общую или индивидуальную схему лечения, следить за статистикой исходов лечения. Стоит отметить, что использование такого комплекса также позволяет вести контроль за расходом препаратов на складе или в ветеринарных аптеках. Данное решение ускоряет сбор первичных данных для аналитики эффективности схем лечения и позволяет фермам сэкономить на услугах приглашенных экспертов. Такой подход позволяет оперативно реагировать на возможные проблемы, снижая риск заболеваемости и падеж скота.

Кроме того, важной составляющей является энергоэффективность оборудования. Автоматизация электротехнических систем способствует рациональному использованию энергии, что снижает эксплуатационные расходы и улучшает экологические показатели фермы. Использование светодиодных систем освещения, энергосберегающих электроприводов и других технологий уменьшает потребление электроэнергии, сохраняя при этом высокую производительность.

Внедрение электротехнических решений с информационными технологиями также дает возможность построения комплексной системы управления фермой. Автоматизация сбора и обработки данных, связанных с процессами кормления, микроклиматом и состоянием животных, позволяет централизованно управлять всеми аспектами животноводческого хозяйства. Такие системы могут быть легко масштабируемыми и интегрироваться с другими решениями для управления фермой, что делает их незаменимыми в условиях современного производства.

Автоматизация процессов с помощью электротехнических и ИТ-решений также ведет к значительному сокращению трудозатрат. Многие рутинные операции, такие как взвешивание животных, контроль температуры или подача корма, могут выполняться без участия человека или облегчить его работу, что значительно уменьшает нагрузку на персонал и повышает общую производительность труда. Зоотехники и другие сотрудники могут сосредоточиться на более важных задачах, требующих непосредственного контроля и принятия решений.

Таким образом, внедрение электротехнических решений в сочетании с информационными технологиями создает целостную систему управления, позволяющую повысить производительность, улучшить условия содержания животных и снизить эксплуатационные расходы. Это делает такие технологии неотъемлемой частью будущего развития животноводства.

Анализ внедрения электротехнических решений в сельское хозяйство показывает значительные преимущества как с точки зрения повышения эффективности процессов, так и с позиции оптимизации затрат. Во-первых, автоматизация рутинных задач, таких как управление микроклиматом и процессами кормления, значительно снижает трудозатраты, что позволяет сотрудникам фермы сосредоточиться на более сложных задачах, требующих их внимания. Это также уменьшает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, что особенно важно в таких операциях, как точное дозирование корма или контроль температуры.

Во-вторых, электротехнические системы повышают уровень контроля за состоянием животных. Мониторинг физиологических показателей с использованием программно-аппаратных средств для оценки здоровья животных повышает эффективность схем терапии и сокращает издержки на повторное лечение.

Третьим важным аспектом является энергоэффективность. Использование энергосберегающих технологий, таких как светодиодное освещение и автоматизированные системы управления потреблением электроэнергии, помогает снизить эксплуатационные расходы фермы. Это особенно актуально для крупных хозяйств, где энергозатраты составляют значительную часть бюджета.

Интеграция электротехнических решений с ИТ-системами также позволяет создавать единые платформы для управления всеми аспектами фермы. Централизованное управление данными способствует более быстрому и

точному принятию решений, что позитивно сказывается на всех производственных процессах.

В целом, анализ показывает, что внедрение современных электротехнических решений способствует повышению общей эффективности фермерских хозяйств, снижению затрат и улучшению условий содержания животных.

В заключение можно отметить, что интеграция электротехнических решений в сельское хозяйство является важным шагом на пути к повышению производительности и эффективности фермерских хозяйств. Автоматизация рутинных процессов, улучшение мониторинга состояния животных, снижение энергозатрат и внедрение ИТ-систем управления предоставляют сельскохозяйственным предприятиям новые возможности для оптимизации их деятельности. Современные технологии позволяют не только снижать операционные расходы, но и повышать качество продукции, улучшая условия содержания животных и минимизируя человеческие ошибки. Таким образом, внедрение электротехнических решений становится важным фактором устойчивого развития сельского хозяйства в современных условиях.

### ***Библиографический список***

1. Интегрированная система управления трафиком для умного города на основе машинного обучения: перспективы для эффективного городского транспорта / А. Г. Волик [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 199. – С. 229-239.

2. Интеллектуальная система управления поливом для умного дома / Н. В. Кушнир, К. Е. Тотухов, К. М. И. Лойола, С. А. Ярутин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 194. – С. 162-180.

3. 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.

4. Ульянова, Н. Д. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве / Н. Д. Ульянова, Е. М. Милютин // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сб. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. – С. 28-33.

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

6. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. –

Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

7. Захарова О.А. Обзор цифровых технологий для самообразования обучающихся / О.А. Захарова, Е.И. Машкова, В.В. Романов // Роль и перспективы развития языкового обучения в современном образовательном пространстве [Электронный ресурс]: материалы II Всероссийской научно-практической конференции (18 апреля 2024 г.). – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,07 МБ). – Систем. требования: Систем. требования: Google Chrome (или аналогичный интернет-браузер); Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf). Роль и перспективы развития языкового обучения в современном образовательном пространстве /ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ; отв. ред. А.И. Павленко – Уссурийск, 2024 г. – С. 293-296.  
– Режим доступа:  
<https://www.primacad.ru/images/files/books/2024/RPDLTMES24.pdf293-296>

8. Барсукова, Н.В. Искусственный интеллект в технологиях для молочного животноводства / Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая, О.И. Ванюшина // Аграрная экономика: текущее состояние и перспективы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию факультета экономики и менеджмента. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 4-9.

9. Цифровые технологии в проектном менеджменте / Е. А. Чернышева, Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Современные технологии, материалы и техника : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 20 декабря 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 533-536.

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

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.

Всероссийская научно-практическая конференция,  
посвящённая 85-летию со дня рождения профессора  
Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007)

«Инженерные решения для АПК»  
13 ноября 2024 года

*Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная  
Усл. печ. л. 9,87 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1628  
подписано в печать 11.12.2024*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования*

*«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева»*

*Отпечатано в издательстве учебной литературы  
и учебно-методических пособий*

*ФГБОУ ВО РГАТУ  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1*