



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

МАТЕРИАЛЫ  
XXVIII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**«ВЫЗОВЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ  
В АГРАРНОЙ НАУКЕ»**

10-11 июня 2024 г.

ТОМ 1

МАЙСКИЙ, 2024

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Белгородский государственный аграрный**  
**университет имени В.Я. Горина»**

**МАТЕРИАЛЫ**  
**XXVIII МЕЖДУНАРОДНОЙ**  
**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ**  
**КОНФЕРЕНЦИИ**

**«ВЫЗОВЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ**  
**В АГРАРНОЙ НАУКЕ»**

**10-11 июня 2024 г.**

**ТОМ 1**

**Майский, 2024**

УДК 62+004(063)  
ББК 30/31+32.81я43  
М 34

Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции «**Вызовы и инновационные решения в аграрной науке**» (10-11 июня 2024 года): в 4 томах. Т. 1. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 240 с.

В первый том вошли тезисы докладов по секциям: *технические системы в агробизнесе, технический сервис в АПК, электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве, цифровизация АПК.*

#### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

С.Н. Алейник (*председатель*),  
Ю.А. Китаёв (*заместитель председателя*),  
А.В. Акинчин, В.В. Дронов, Н.С. Трубчанинова,  
А.Н. Макаренко, О.В. Гончаренко, Г.В. Бражник,  
А.В. Мачкарин, А.В. Бондарев, Ю.Н. Ульяновцев, Д.Н. Клесов,  
А.А. Сидоренко, Т.Н. Крисанова, А.А. Манохин

# ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

УДК 637.116

## К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ

**Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Увеличение молочной продуктивности коров является одной из основных задач, стоящих в настоящее время перед молочным скотоводством. Не маловажную роль в решении этой задачи отводится и созданию новых типов доильных установок, а также совершенствованию технологических схем и конструкций новых доильных аппаратов, которые напрямую влияют на продуктивность и здоровье животных.

Известно, что эффективность машинного доения зависит не только от рефлекторной деятельности организма животного, мастерства оператора машинного доения, но и от технологических параметров доильного оборудования, которые значительнее чем их технические параметры [1].

Исследованиями установлено, что зачастую операторы машинного доения, чтобы исключить передержку доильных стаканов на сосках вымени, снимают доильные аппараты раньше с вымени и тем самым происходит недодаивания животных. Передержка доильных стаканов на вымени животных является главной причиной заболевания вымени коров маститом, особенно это наблюдается при доении животных на линейных доильных установках типа «молокопровод», приводящее к снижению годового надоя от заболевания до 10–12% [2, 3].

На основе анализа исследований в области создания доильных аппаратов с изменяющимися режимами доения, предлагается доильный аппарат, обеспечивающий изменение вакуума в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов в зависимости от изменения интенсивности молокоотдачи [4, 5].

Разработанный доильный аппарат содержит двухкамерные доильные стаканы и коллектор, выполненный в виде дополнительной камеры и камеры управления, разделенных мембраной. Причем мембрана соединена тягой с усеченным конусом, который находится в дне усеченного полого конуса и образует щель, которая сообщает дополнительную камеру с молокосборной камерой. Камера управления содержит корпус с игольчатым клапаном, взаимодействующий со штоком, соединенным с центром мембраны.

В верхнем положении игольчатый клапан перекрывает калиброванное отверстие, сообщающее камеру управления с атмосферной камерой.

Дополнительная камера сообщена молочными патрубками с подсосковыми камерами доильных стаканов, а камера управления вакуумшлангами с регулятором вакуума каждого доильного стакана.

Принцип работы осуществляется следующим образом. При подключении доильного аппарата к вакуум- и молокопроводу, в дополнительной камере устанавливается вакуум равным вакууму в молокопроводе (48 кПа), мембрана выравнива-

ется, опускает вниз игольчатый клапан и открывает калиброванное отверстие, которое сообщает камеру управления с атмосферой, устанавливая в ней заданный вакуум – 33 кПа. Одновременно при выравнивании мембраны, посредством тяги, усеченный конус перемещается вниз, уменьшая кольцевую щель и отсос воздуха из дополнительной камеры уменьшается и величина вакуума, поступающая в дополнительную камеру, а следовательно, и в подсосковые камеры уменьшается до заданного – 33 кПа, стимулирующего воздействия.

Одновременно низкий вакуум по вакуумшлангам поступает в камеры управления регуляторов вакуума доильных стаканов и в их межстенных камерах также устанавливается пониженный вакуум. Таким образом, начало доения осуществляется низким (стимулирующим) вакуумом – 33 кПа.

При увеличении молокоотдачи свыше 200 г/мин, происходит заполнение дополнительной камеры молоком, в результате мембрана прогибается вверх, перемещая игольчатый клапан, который закрывает калиброванное отверстие и изолирует камеру управления от атмосферного воздуха и камере управления устанавливается номинальный вакуум – 48 кПа. Также номинальный вакуум устанавливается и в дополнительной камере, так как при пригибании мембраны увеличивается кольцевая щель и номинальный вакуум поступает в подсосковые камеры доильных стаканов. Одновременно номинальный вакуум из камеры управления по вакуумшлангам поступит в камеры управления регуляторов вакуума доильных стаканов и в их межстенных камерах также устанавливается номинальный вакуум. Доение осуществляется номинальным вакуумом, равным 48 кПа.

При уменьшении молокоотдачи ниже 200 г/мин, мембрана выравнивается, перемещает игольчатый клапан вниз, который открывает калиброванное отверстие и в камере управления устанавливается пониженный вакуум. При выравнивании мембраны усеченный конус перемещается вниз и уменьшая кольцевую щель, в результате в дополнительной камере, а следовательно, в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается низкий вакуум. Так образом, окончание доения осуществляется низким вакуумом – 33 кПа, значительно снижающий негативное воздействие вакуума на молочную железу животных.

### Список литературы

1. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург : УрОРАН, 2001. 180 с.
2. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. № 4. 2016. С. 12–14.
3. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Скляр А.И., Ужик О.В., Борозенцев В.И. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом доения // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. 2004. Т. 13. № 2. С. 197–202.
4. Патент № 2262841. Доильный аппарат: № 2004110092: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр, О.В. Ужик, В.И. Борозенцев; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. Аграр. ун-т. 15 с.
5. Патент на полезную модель N. 183480 (RU) Доильный стакан / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка МКИ А 01 J 5/08 – № 2018116718; Заяв. 04.05.2018; Опубл. 24.09.2018. Бюл. № 27.
6. Ужик В.Ф. Выбор направления совершенствования доильных аппаратов / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 3 (31). С. 48–50. – EDN UZPLMK.

## РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

**Китаёва О.В., Бабешко Ю.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Аннотация: одним из ключевых элементов правильного функционирования пульсатора, является верный расчёт работы вакуумметрического давления. Большая часть используемых пульсаторов доильных установок имеет камеру постоянного вакуума. Верный расчет ключевых параметров камеры, такие как объём, скорость откачки камеры напрямую влияет на рабочие параметры пульсатора.

Ключевые слова: доильный аппарат, вакуум, доение, адаптация, камера, пульсатор.

Молочное производство Российской Федерации, несмотря на количество всеобъемлющих санкций, не останавливается и продолжает систематично наращивать темпы роста по производству молока. Основной упор в развитии предприятий АПК направлен на индивидуальную адаптацию доильного оборудования к каждому представителю дойных парнокопытных. Проведя патентный поиск, нами было выявлено, что представленные разработки пульсаторов доильных установок не имеют возможности регулировки попарного изменения соотношения тактов в зависимости от количества поступающего молока.

Нами была разработана конструкция адаптивного электромеханического пульсатора, который позволяет регулировать соотношение тактов и частоту пульсации с зависимости от интенсивности потока молока.

Для определения конструктивных параметров разработанного пульсатора необходимо провести теоретические исследования. Одним из аспектов построения является расчет скорости откачки камеры постоянного вакуума.

Расчет скорости откачки электромеханического пульсатора проводится с целью дельнейшего определения объёма камеры и расчёта скорости движения червячного колеса относительно обечайки [1]. Вакуумные насосы, клапана, затворы, обеспечивающие и поддерживающие вакуумную среду, необходимую для обеспечения рабочих параметров, имеют одну из ключевых значений при расчёте скорости откачки вакуумной камеры [2].

Для выполнения расчета вакуумной камеры необходимо задать следующие параметры: 1) общепринятое отрицательное давление доения  $p$ , в камере постоянного вакуума электромеханического пульсатора; 2) общее количество газо-выделение и технологического натекания  $Q$ ; 3) коэффициент использования вакуумного насоса  $K_{и}$ , значение которого варьируется исходя из числа элементов вакуумной системы, находящиеся на пути вакуума между насосом и камерой [3]. Исходя из заданных значений, уравнение расчета скорости откачки вакуумной камеры электромеханического пульсатора имеет вид:

$$S=Q/(\mathcal{K}_и \times \rho - \rho_{пр}) \quad (1)$$

где  $\rho_{пр}$  – наибольшее вакуумное давление насоса.

Так же стоит отметить, что для проведения данного процесса в стационарном режиме необходимо соблюдение равенства быстроты газовыделение  $S_Q$  внутри вакуумной камеры и эффективной быстроты откачки  $S_0$ . Исходя из таких условий, уравнение будет иметь вид:

$$S_0 = Q/\rho \quad (2)$$

При всей универсальности уравнение (1) актуально для расчёта скорости откачки вакуумной камеры исключительно пульсаторов, в конструкции которых чередование тактов не осуществляется вакуумом [4].

Отталкиваясь от общепринятого отрицательного давления доения и выбрав коэффициент использования вакуумного насоса в зависимости от способа доения, мы сможем определить скорость откачки камеры постоянного вакуума пульсатора, вследствие чего у нас появляется возможность рассчитать оптимальный объём камер верхней плоскости червячного колеса, образованных разделяющей криволинейной перегородкой и верхней крышкой [5].

#### Список литературы

1. Ужик В.Ф. Выжимающий доильный аппарат для коров [Текст] / В.Ф. Ужик, П.И. Кокарев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3 (11). С. 67–70.
2. Бабкин В.П. Роль вакуума в сжатии соска при выведении молока из соска [Текст] / В.П. Бабкин, Л.М. Ермолаев // Материалы III Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. Ереван : Изд-во Ереван, 1974. С. 16–18.
3. Босяков М.Н. Расчет вакуумной системы установки с разработкой / М.Н. Босяков, В.М. Комаровская, Ю.И. Суша // Минск : БНТУ, 2020. 130 с.
4. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: учебник для вузов / Л.Н. Розанов // 3-е издание, перераб. и доп. – М. : Высшая шк., 2007. 391 с.
5. Электромеханический пульсатор доильного аппарата: пат. 223957 Рос. Федерация № 2023136087; заявл. 22.12.2023; опубл. 11.03.2024.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ ОТ СНЕГОВОГО ПОКРОВА**

**Бахарев Д.Н., Глущенко Е.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время бескаркасные арочные ангары успешно используются в качестве напольных зернохранилищ, которые имеют ряд преимуществ перед силосными элеваторами. Во-первых, напольный склад можно использовать как для хранения зерна, так и для других целей, а силос – только для хранения зерна. К тому же кукуруза, соя и другие культуры лучше хранятся в напольном складе – в нем меньше высота падения зерна при загрузке, что предотвращает его травмирование.

Однако, одной из актуальных проблем в применении таких зернохранилищ является высокая вероятность их обрушения при воздействии нагрузки от снегового покрова. В настоящее время полностью отсутствуют специализированные технические системы очистки внешних поверхностей профиля бескаркасных сооружений, работы по очистке снега выполняются вручную.

Был проведен теоретический анализ следующих методов очистки крыши зернохранилищ от снегового покрова:

Химический – применение раствора противогололедных реагентов;

Пневматический – сброс снега посредством воздействия воздуха, проходящего через гибкие перфорированные трубы;

Метод электронагрева – применение нагревательного кабеля для нагрева и сброса снега;

Механический – разработка и применение специализированного устройства на основе машин и агрегатов.

Согласно исследованиям, использование химического раствора противогололедных реагентов создает сильную агрессивную среду, что повышает вероятность коррозии стальной конструкции. Таким образом, при воздействии постоянных внешних и внутренних нагрузок, срок службы зернохранилищ может резко снизиться.

Применение пневматического устройства также является малоэффективным, так как сжатый воздух необходимо создавать компрессором с высокой мощностью (соответственно, крупногабаритным), а также при наличии уплотнения снежной массы и образования наледи эффективность данного метода значительно снижается.

Экспериментальные методы по использованию электрического нагревающего кабеля показали, что КПД данного процесса составляет около 10% – тепловая энергия рассеивается в воздухе, а также возрастают затраты на электроэнергию. Таким образом, применение электронагрева неэффективно не только практически, но и экономически.

Одним из самых перспективных способов совершенствования технологии очистки ангаров от снегового покрова является применение механизированного технического средства, способного эффективно производить удаление снежной массы любой толщины и плотности. Посредством применения существующих разработок по механической очистке снега и адаптации их посредством расчетов габаритов устройства и нагрузки на ангар во избежание его разрушения, появляется возможность технологически усовершенствовать обслуживание бескаркасных арочных зернохранилищ.

#### Список литературы

1. Кухар И.В., Мартыновская С.Н. Машины и оборудования для очистки дорог и площадок в зимнее время // Эпоха науки. 2019. № 17. С. 66–70.
2. Анализ технологических систем и обоснование решений [Нагирный Ю.П., Бендера И.М., Вольвак С.Ф. и др.]. Каменец-Подольский : ФЛП Сысин О.В., 2013. 240 с.
3. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Бахарев Д.Н. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 17–26.
4. Антропова И.А., Боржкова Е.М., Меньшиков В.В. Исследование коррозионного влияния противогололедных реагентов на металл для производства автомобильных дисков // Успехи в химии и химической технологии. 2015. № 2. С. 98–100.
5. Способ уборки снега с крыши здания: пат. 2459054 РФ МПК E04D13/076 // Ю.Д. Тарасов. – №2010142144/03; заявл. 13.10.2010; опубл. 20.08.2012. – Бюл. № 23.
6. Задорина Л.В., Муратова В.А., Голубев В.А., Зверев О.М. Теоретический и экспериментальный анализ способов и устройств для удаления снега со скатных крыш // Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. 2018. № 1 (29). С. 70–85.

## ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ПУЛЬСАТОРА

**Борозенцев В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Известно, что доение коров в молочном животноводстве является ответственным и трудоемким процессом, особенно на линейных доильных установках типа «молокопровод» с применением переносных доильных аппаратов. Так как оператор машинного доения, работая с несколькими доильными аппаратами, то как по объективным, так и по субъективным причинам, зачастую нарушает правильность выполнения технологии машинного доения. Как правило, это приводит к недостаточному стимулированию рефлекса молокоотдачи перед доением, несвоевременности его поддержания во время доения и, в конечном счете, к снижению молочной продуктивности животных и к заболеванию вымени коров маститом [1-3].

По данным Велитока И.Г. и др. ученых, нарушение технологии доения, а в особенности передержка доильных стаканов, по причине несвоевременности их снятия являются одной из основных причин заболевания вымени маститом, приводящее к потере молочной продуктивности до 10-12% [4].

Поэтому одним из путей решения причин, приводящих к снижению молочной продуктивности коров и заболевания вымени их маститом, является разработка и применение доильного оборудования, полностью соответствующего морфофункциональным свойствам вымени коров [5, 6].

На основании исследований, учеными установлена положительная корреляция между снижением вакуума под соском в конце доения, и снижением отрицательного влияния передержки доильных стаканов на вымени [7-9].

Поэтому, можно сделать вывод, что многочисленными исследованиями доказана перспективность разработки доильных аппаратов с управляемым режимом в соответствие с изменением интенсивности молокоотдачи.

Предлагаемый доильный аппарат с управляемым режимом работы пульсатора доения состоит из доильных стаканов и коллектора. Коллектор содержит рабочую камеру, к днищу которой по центру установлен термостатический сильфон, заполненный рабочим телом, способным изменять свой объем от температуры и тем самым изменяет его длину, в соответствии с изменением температуры в рабочей камере.

В верхней части термостатический сильфона по центру установлен шток, в центральной части которого установлен магнит, расположенный в камере управления, там же расположены два геркона (типа КЭМ-2), которые электрически соединены соответственно с пневмоэлектромагнитным и электромагнитным клапанами и с пультом управления. В начальный момент доения шток находится в нижнем положении, магнит воздействует на нижний геркон, но электроэнергия к пневмоэлектромагнитному клапану не поступает, так как кон-

такты электромагнитного клапана не замкнуты. При увеличении потока молока свыше 200 мл/мин., молоко не успевает эвакуироваться через калиброванное отверстие и заполняет рабочую камеру, в результате чего термостатический сильфон нагревается и, расширяясь, перемещает шток с магнитом вверх, и под воздействием магнитного поля контакты верхнего геркона замыкаются, и электрическая энергия поступает к электромагнитному клапану, который замыкает контакты, и электрическая энергия поступает к нижнему геркону.

В конце доения при снижении интенсивности молокоотдачи до 200 мл/мин. молоко не воздействует термостатический сильфон, происходит его охлаждение и сжатие. При этом шток с магнитом перемещается вниз и магнитное поле, воздействуя на нижний геркон, замыкает его контакты, и электрическая энергия поступает к пневмоэлектромагнитному клапану. Пневмоэлектромагнитный клапан срабатывает и отключает поступление вакуума из вакуумпровода в камеру постоянного вакуума коллектора и сообщает ее с атмосферным давлением. В результате чего пульсатор при такте сжатия перестает работать и в межстенные камеры доильных стаканов постоянно поступает воздух, и сосковая резина сжимает сосок вымени, препятствуя поступлению вакуума к сфинктеру соска, то есть исключает «сухое» доение. При замыкании цепи, контактами геркона, также зажигается и красный светодиод на пульте управления, который сигнализирует оператору машинного доения об окончании процесса доения.

Кроме этого, окончание работы пульсатора служит своего рода звуковым сигналом для оператора машинного доения, о своевременности снятия доильного аппарата.

#### Список литературы

1. Карташова В.М. Маститы коров. М. : Агропромиздат, 1988. 256 с.
2. Петухов Н.А. Оптимальная взаимосвязь элементов технологической системы машинного доения // Инженерно-техническое обеспечение сельскохозяйственного производства: Сб. науч. трудов. Новосибирск, 1997. С. 62–71.
3. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная, Е.М. Жуков // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 124, № 1. С. 130–137.
4. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении. Новосибирск : Зап.-Сиб. кн. Изд-во, 1996. 87 с.
5. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. 2016. № 4. С. 12–14.
6. Анисимова Е.И. Оценка морфофункциональных свойств вымени коров симментальской породы разных внутривидовых типов // Вестник Нижегородской сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 64–68.
7. Анисько П.Е. Физиологическое обоснование переменного режима доения коров. Ростов : Изд. Рост. Ун-та, 1974. 127 с.
8. Патент № 2262841. Доильный аппарат: № 2004110092: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляров, О.В. Ужик, В.И. Борозенцев; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. Аграр. ун-т. 15 с.
9. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Скляров А.И., Ужик О.В, Борозенцев В.И. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом доения // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии, 2004. Т. 13. № 2. С. 197–202.

## **К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДВИЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ**

**Борозенцев В.И., Бекетов А.В., Жерновой М.Е.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На молочную продуктивность коров влияют многочисленные факторы, в том числе и применяемое доильное оборудование.

Многочисленными исследованиями доказано, что изменение давления под соском в зависимости от интенсивности потока молока, соответствует физиологии животных и повышает сохранность вымени коров [1, 2].

Так же установлено, что своевременное отключение от вакуума и снятие доильного аппарата с сосков вымени, исключает отрицательные влияния передержки доильных аппаратов на долях вымени [3, 4].

Исследователи в своих трудах отмечают, что доение животных на автоматизированных доильных установках не обладает преимуществом перед доением коров в стойлах, при привязной технологии их содержания, но модернизация доильного оборудования с применением автоматизированного управления доением необходима и несомненно является перспективным направлением [5, 6].

Поэтому предлагается разработка передвижного манипулятора с управляемым режимом доения, применительно к линейным доильным установкам типа «молокопровод», обеспечивающего снижения вакуума доения, отключение и снятие доильного аппарата с вымени животных в зависимости от интенсивности потока молока [7].

Разработанный передвижной манипулятор доения, содержит пневмоцилиндр, соединенный шарнирно с кареткой подвесной дороги, которая расположена вдоль стоящих в ряду животных в животноводческом помещении. Поршень пневмоцилиндра шнуром соединен с коллектором доильного аппарата. Коллектор содержит поплавковую камеру, которая мембраной отделена от камеры управления и содержит поплавок, с расположенным внутри него магнитом. По центру поплавковой камеры расположен патрубок, образующий с мембраной калиброванную щель, рабочая камера которого молочными патрубками сообщена с подсосковыми камерами доильных стаканов. К корпусу поплавковой камеры прикреплены герконы, электрически соединенные с пультом управления, который соединен с источником электрической энергии (12 В).

Причем каждый доильный стакан содержит регулятор вакуума, предназначенный для изменения вакуума в межстенной камере в соответствии с величиной вакуума в подсосковой камере.

Принцип работы. Оператор машинного доения перемещает по монорельсу манипулятор к стоящим в стойле животным, и подключает его к молокопроводу, вакуумпроводу и источнику электрической энергии, а затем устанавливает доильные стаканы на вымя животного. Начинается процесс доения.

В начальный момент доения из-за отсутствия молока в поплавковой камере поплавков находится в нижнем положении. При этом положении его магнит своим магнитным полем воздействует на нижний геркон, электрическая энергия поступает к электроклапану, который срабатывает и в камеру управления поступает атмосферное давление и в ней устанавливается пониженный вакуум, равный 33 кПа. Из-за разности давлений, действующих на мембрану, она прогибается вниз, уменьшая при этом калиброванную щель, отсос воздуха из рабочей камеры уменьшается и в подсосковых камерах и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается пониженный вакуум, равный 33 кПа.

При увеличении интенсивности молокоотдачи свыше 200 мл/мин., молоко не успевает эвакуироваться через кольцевое отверстие, поплавки всплывают, и магнитное поле магнита не воздействует на нижний геркон, который размыкает электрическую цепь, и электрическая энергия не поступает к электроклапану, который закрывает калиброванное отверстие и атмосферный воздух не поступает в камеру управления и в ней устанавливается номинальный вакуум, равный 48 кПа. В результате выравнивания давлений мембрана возвращается в исходное положение, увеличивая калиброванную щель, и отсос воздуха из рабочей камеры увеличивается и в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается номинальный вакуум (48 кПа).

При уменьшении молокоотдачи до 200 мл/мин. поплавки с магнитом занимают нижнее положение, и окончание доения выполняется низким вакуумом – 33 кПа. При замыкании контактов нижнего геркона электрическая энергия так же поступает через замкнутые контакты электромагнитного клапана к пневмоэлектромагнитному клапану, и вакуум поступает в полость пневмоцилиндра, который снимает доильные стаканы с вымени животного.

#### Список литературы

1. Анисько П.Е. Физиологическое обоснование переменного режима доения коров. – Ростов : Изд. Рост. Ун-та, 1974. 127 с.
2. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург : УрОРАН, 2001. – 180 с.
3. Гордиевских М.Л. Технологическое обоснование эффективного применения устройства контроля начала и окончания доения коров // VI Всесоюз. симпоз. по машинному доению сельскохозяйственных животных: Тез. доклада. М., 1983. Ч. 1. С. 54–55.
4. Донник И.М. Влияние технологии доения на молочную продуктивность и качество молока // Аграрный вестник Урала, 2014. № 12 (130). С. 13–16.
5. Винников И.К., Бахчевников О.Н., Пахомов Ю.В. Совершенствование технологии доения коров в стойлах // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 5. С. 21–25.
6. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Скляр А.И., Ульянов Ю.Н. Создание мобильного агрегата с манипулятором доения для личных и фермерских хозяйств // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. 2003. Т. 12. № 2. С. 71–75.
7. Патент № 2189737. Мобильный автомат доения коров: №2000114413: заявл. 05.06.2000; опубл. 27.09.2002 / А.Ф. Пономарев, В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, Ю.Н. Ульянов; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. аграр. ун-т. – 11 с.

## МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДОИЛЬНОЙ СТАНЦИИ УДС-ЗБ-01

**Борозенцев В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При машинном доении животных, в отличие от других механизированных процессов в животноводстве, техническое средство – доильный аппарат, непосредственно воздействует на биологический объект – молочную железу и не всегда обеспечиваются условия для формирования у животных максимального продуцирования молока с каждой лактацией. Из этого следует, что современное доильное оборудование в зависимости от морфофункциональных особенностей животных, должно обеспечивать различные режимы воздействия на молочные железы животных, то есть иметь в своей конструкции механизмы, которые своевременно реагировали на изменение интенсивности молокоотдачи, как по вымени в целом, а в лучшем случае по каждой доли вымени [1, 2].

В своих публикациях авторы, на основании своих многочисленных исследований указывают, что рост молочной продуктивности животных и продолжительность продуктивного их использования, а также снижение заболеваемости их маститом достигается автоматизацией управления процессом доения, которая обеспечивает поддержание требуемого вакуума доения, машинное додаивание, отключение и снятие доильных аппаратов с вымени животных [3-5].

Н.М. Морозов отмечает, что автоматизация и роботизация процесса доения коров на различных типах доильных установок, несомненно, позволяет исключить субъективную оценку оператора машинного доения на предмет протекания процесса доения, то есть своевременности проведения машинного додаивания, отключение и снятия доильного аппарата с вымени животного [6].

Поэтому предлагается конструкция манипулятора для доения коров, обеспечивающего автоматическое выполнение заключительных операций машинного доения, применительно к универсальной доильной станции. В алгоритм управления которого необходимо ввести режим машинного додаивания, обосновывая это тем, что к концу доения внутривыменное давление снижается и доильный стакан, наползая на сосок вымени смыкает внутренние ткани у его основания и цистерна доли вымени не сообщается с цистерной соска, то есть происходит преждевременное окончание доения и как следствие не полное извлечение молока из долей вымени [7, 8].

Предлагаемый манипулятор содержит горизонтально расположенный пневмоцилиндр, прикрепленный к вертикальной стойке, с возможностью перемещения в вертикальной плоскости механизмом регулировки. Стойка крепится к опоре с возможностью проворачивания и соединена тягой с пневмокамерой.

Пневмоцилиндр содержит поршень со штоком, выполненным из трубы квадратного сечения, к свободному концу которого прикреплен держатель. К держателю сверху прикреплен улавливатель доильных стаканов, снизу меха-

низмы додаивания, каждый из которых гибкой тягой соединен со своим доильным стаканом. Управление доением выполняет датчик потока молока, который молочным шлангом соединен с коллектором доильного аппарата.

Рабочий процесс заключается в следующем. Оператор машинного доения, при необходимости, в зависимости от расположения сосков относительно пола, перемещает в вертикальной плоскости доильные стаканы, механизмом регулировки пневмоцилиндра, а затем устанавливает их на вымя животного.

Молоко от доильных стаканов поступает в датчик потока молока и далее в молокопровод. При окончании доения интенсивность потока молока снижается и при снижении до 600 мл/мин., от золотника распределителя датчика поступает вакуум в гофры механизмов додаивания каждого доильного стакана. При этом гофры сжимаются и увлекают за собой посредством гибкой тяги свой доильный стакан, перемещая его вниз и тем самым выполняя машинное додаивание, каждой доли вымени индивидуально, с усилием равным 7 Н.

Если интенсивность молокоотдачи возрастает, то датчик потока молока отключает механизм додаивания и при дальнейшем снижении интенсивности потока молока вновь осуществляется режим дооя.

При снижении интенсивности потока молока до 200 мл/мин. вакуум от распределителя датчика потока молока поступает: в пневмозажим, который пережимает молочный шланг и отключает подсосковые камеры доильных стаканов от вакуума; в пневмоцилиндр, при этом поршень с держателем перемещаются и снимают доильные стаканы с вымени животного. При крайнем положении поршня его шток воздействует на клапан, который открывает доступ вакуума в пневмокамеру, ее мембрана прогибается и посредством тяги проворачивает вал со стойкой и тем самым поворачивает пневмоцилиндр с доильными стаканами. При этом они занимают положение вне доильного станка, для свободного выхода коровы из станка и входа в него следующего животного.

#### Список литературы

1. Андрианов Е.А., Злобин В.В. К обоснованию устройства для управления работой доильного аппарата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2011. № 3 (30). С. 29–32.
2. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок // Достижения науки и техники АПК, 2010. № 1. С. 64–65.
3. Винников И.К. Автоматизация и роботизация доения коров в параллельно-проходных станках // Техника в сельском хозяйстве, 2009. № 4. С. 12–15.
4. Ужик В.Ф. Выбор направления совершенствования доильных аппаратов / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2018. № 3 (31). С. 48–50. – EDN UZPLMK.
5. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная, Е.М. Жуков // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 124, № 1. С. 130–137.
6. Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства // Техника и оборудование для села, 2019. № 4. С. 2–7.
7. А.с. № 1777550 SU, МПК F01 J7/00. Доильная установка. / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев – заявл. 22.05.1990; опубл. 23.11.1992 г. 9 с. : 7 ил.
8. А.с. № 1699385 A1 SU, МПК A01 J7/00. Манипулятор доильной установки. / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, А.В. Бурменко. 4768190; заявл. 11.12.1989; опубл. 23.12.1991 г. 10 с. : 5 ил.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВОДНОГО АКТИВАТОРА ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

**Володько О.С., Быченин А.П., Мелехин С.В.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

В современных условиях сельскохозяйственного производства остро встает вопрос повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники, что в значительной степени зависит от характеристик установленного на ней двигателя внутреннего сгорания [1]. Отечественная сельскохозяйственная техника в подавляющем большинстве оснащается дизельными двигателями с системой питания непосредственного действия. Данные системы питания не отличаются хорошими экономическими и экологическими показателями, в первую очередь из-за невысокого качества распыливания и смешивания дизельного топлива с воздухом. Это приводит к неполному сгоранию топлива, что сказывается как на топливно-экономических показателях двигателя, так и на экологических [2, 3].

Одним из возможных путей повышения полноты сгорания дизельного топлива является применение углеводородных (бензин, керосин, спирт и др.) [4] и водного [5] активаторов топлива.

Наиболее рациональным видится использование углеводородных активаторов, так как при их смешивании с воздухом во впускном коллекторе в цилиндр на такте впуска поступает активаторно-воздушная смесь, которая в конце сжатия образует активные очаги воспламенения и способствует более быстрому и полному сгоранию впрыскиваемого дизельного топлива.

Для оценки эффективности использования углеводородного активатора бензин АИ-92 в количестве 10% от объема дизельного топлива были проведены экспериментальные исследования на электротормозном стенде КИ-5542 и установленном на нем дизельном двигателе Д-65Н. Часовой расход топлива определялся при помощи измерительного комплекса АИР-50. Активатор топлива подавался во впускной коллектор при помощи электромагнитной форсунки. Экологические показатели оценивались дымометром «Инфрак-кар Д1». Оценка технико-экономических и экологических показателей двигателя проводилась на оборотах 1750 (номинальные обороты) мин<sup>-1</sup>.

Результаты экспериментальных исследований показали, что при применении углеводородного активатора топлива мощность двигателя увеличилась с 48,8 до 52,7 кВт (на 8%) при неизменном часовом расходе. Дымность отработавших газов снизилась с 29,3 до 27,5 К, м<sup>-1</sup> (на 6%).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности использования бензина АИ-92 в качестве активатора дизельного топлива.

### Список литературы

1. Ибрагимов А.Г., Борулько В.Г., Прохоров И.П. Обеспеченность сельскохозяйственной техникой сельскохозяйственного производства России // *Аграрная наука*, 2022. № 3. С. 66–69.
2. Болдашев Г.И., Быченин А.П., Володько О.С. Использование альтернативных топливо-смазочных материалов в автотракторной технике : монография. Кинель : РИО СГСХА, 2017. 169 с.
3. Романченко М.И., Новицкий А.С. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива // *Сельский механизатор*, 2019. № 12. С. 40–42.
4. Рыблов М.В. Повышение эффективности функционирования МТА обогащением воздушно-горячего заряда двигателя углеводородными активаторами: дис. ... доктора техн. наук. Пенза, 2021.
5. Бижаев А.В. Повышение экологической безопасности тракторного дизеля добавкой воды в цилиндры : дис. ... канд. техн. наук. М., 2016.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ОРОШЕНИИ**

**Гужин И.Н.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

При возделывании кукурузы на орошаемых землях меняется режим минерального питания, увеличивается потребление и соответственно вынос питательных веществ из почвы. Для повышения урожайности, восполнения питательных веществ и сохранения почвенного плодородия необходимо вносить в почву, в том числе и минеральные удобрения [1]. В настоящее время отечественные предприятия выпускают современные азотосодержащие минеральные удобрения: гранулированные – карбамид, аммиачная селитра, карбамид с серой, сульфат-нитрат, жидкие на основе карбамидно-аммиачных смесей – КАС-32, КАС+S.

Перспективными для исследования являются жидкие удобрения на основе карбамидно-аммиачной смеси (КАС), в которой из 32% азота по 8% содержится в нитратной и аммонийной формах, а 16% – в амидной форме. Внесение жидких минеральных удобрений может производиться как поверхностно с использованием штангового опрыскивателя, так и внутрипочвенно (инъекторно) с помощью мультиинжектора (ликвилайзера) [2].

В процессе вегетации кукуруза потребляет питательные элементы неравномерно. Первые два месяца он растет очень медленно. В этот период следует поддерживать обеспечение питательными веществами в верхних слоях почвы, где размещаются корни молодых растений. Позже кукуруза может использовать питательные вещества из более глубоких слоев почвы.

Если вначале вегетации потребность в минеральных элементах невысокая, то наивысшая потребность в них возникает в период от выбрасывания метелки (фаза 7-10 листьев) до 3-4 недель после цветения.

В этот период поглощается 70-80% минеральных веществ от общей потребности. Следовательно, обеспечение элементами питания должно соответствовать потребностям культуры в конкретный период роста и развития. Это важно также и со стороны экономической эффективности (окупаемости) внесенных удобрений и экологической безопасности (вымывания азота) [3]. Технологически это возможно обеспечить за счет применения внутрипочвенных прикорневых подкормок минеральными удобрениями.

В проводимом в Самарском ГАУ опыте исследовались следующие технологии прикорневой подкормки: внутрипочвенное внесение твердых минеральных удобрений (аммиачная селитра и карбамид), жидких минеральных удобрений (КАС-32), и сочетание твердых и жидких удобрений в равных долях по содержанию д.в. азота. Исследования проводили на сахарной кукурузе сорта «Соблазн» (оригинатор сорта: агрофирма «Гавриш») и зерновом сорте кукурузы

«Краснодарский 291» (оригинатор сорта: ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»). Полив растений проводили дробно дождевальным способом и поверхностно.

Применение минеральных удобрений в виде внутрипочвенных подкормок положительно сказалось на урожайности зерна кукурузы. Прибавка урожая зерна при подкормке твердыми минеральными удобрениями составила 31,51% у сахарной кукурузы и 35,71% у зерновой кукурузы по сравнению с контролем (без подкормки). При подкормке 50% твердыми и 50% жидкими минеральными удобрениями урожайность выросла на 34,09% у сахарной кукурузы и 40,84% у зерновой кукурузы. При подкормке 100% жидкими минеральными удобрениями прибавка урожайности составила 45,85% у сахарной кукурузы и 65,53% у зерновой кукурузы.

По результатам проведенного опыта можно отметить, что применение минеральных удобрений в виде дробной подкормки при возделывании кукурузы на зерно увеличивает ее урожайность. Использование жидких минеральных удобрений при внутрипочвенной подкормке позволяет получить прибавку урожайности зерна 45,85–65,53%. Более отзывчивым на подкормку минеральными азотными удобрениями был среднеранний зерновой гибрид кукурузы – прибавка урожайности которого составила 35,71–65,53%.

#### Список литературы

1. Мачкарин А.В. Выращивание зерновых культур / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 55–56. – EDN SDJASP.
2. Гужин И.Н. Влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И.Н. Гужин, О.А. Малахова, Д.Р. Ермолаева // Самара Агро-Вектор, 2023. Т. 3, № 4. С. 61–67. – DOI 10.55170/29493536\_2023\_3\_4\_61. – EDN QYKGIJ.
3. Човган Н.И. Мероприятия по повышению экономической эффективности производства продукции растениеводства / Н.И. Човган, А.В. Зернова // Современные проблемы экономики АПК и их решение : Материалы IV Национальной конференции, Белгород, 15 октября 2021 года. Белгород : Литературный караван, 2021. С. 86–88. – EDN PDCBLL.

## **АНАЛИЗ СВОЙСТВ СВЕЖЕВЫДЕЛЕННЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР КАК ОБЪЕКТА СУШКИ**

**Добрицкий А.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технологический процесс выделения семян бахчевых культур на поточных семявыделительных линиях складывается из ряда последовательных операций, в процессе которых рабочие органы машин воздействуют на семенные плоды и на семена. Семена из плодов бахчевых выделяют по различным технологиям [1]. Технология, получившая наибольшее распространение предусматривают следующие операции: дробление плодов; выделение семян из дробленной массы; протирка, отмывка, сбраживание и барботирование семян; обезвоживание семян перед сушкой; сушка семян [2].

После выделения из плодов семена имеют высокую засоренность мезгой, частичками корки и мякотью плода. Направлять на сушку такие семена нецелесообразно из-за значительной продолжительности сушки, поэтому семена подвергаются отмывке или протирке. Отмывка необходима для удаления остатков мезги и невызревших семян, а также для частичного удаления сахаров и наружной пленки с поверхности семян. Наружная пленка – это мембрана с ограниченной паровлагопроницаемостью, которую перед сушкой семян обязательно удаляют, так как она затрудняет влагоперенос при сушке [1-3]. Чем тщательнее отмыты семена, тем меньше экспозиция сушки [4]. Свежевыделенные семена бахчевых культур, после протирки или отмывки, имеют большую влажность от 55 до 75% [1, 4].

Известен метод комплексного анализа свойств семян [3] – по степени удаления с их поверхности пленки (эпидермиса), а из вороха – мелкодисперсной твердой фазы, основную часть которой составляют измельченные растительные примеси, в том числе частицы наружной пленки. Поэтому по комплексному признаку все свежевыделенные семена можно классифицировать на три основные группы [3]:

1. группа – очищенные и отмытые. Поверхность семян очищена от пленки не менее чем на 85%, а засоренность вороха мелкодисперсной твердой фазы не превышает 0,4%;

2. группа – пленочные отмытые. Поверхность очищена от пленки не менее чем на 50%, а засоренность вороха не превышает 1,2%;

3. группа – пленочные не отмытые. Поверхность очищена от пленки менее чем на 50%, а засоренность превышает 1,2%.

Слой семян этих групп характеризуется отличными друг от друга фильтрационными свойствами удерживающих влагу. Семена, выделенные по технологиям, предусматривающим сбраживание, длительное барботирование или протирку, относят к 1 группе; выделенные по технологиям, предусматривающим барботирование – к 2 группе, а выделенные без специальных средств или

операций удаления наружной пленки или с протиркой, но без последующей отмывки – к 3 группе.

При использовании сбраживания сложно добиться поточности процесса и регламентированных условий труда из-за энергоемкости самого процесса, поэтому сбраживание не рекомендуется к применению.

Длительное барботирование позволяет получать семена, соответствующие первой группе, обезвоживание этих семян и последующая сушка не вызывает затруднений у большинства сушильного оборудования, однако является длительным, трудоемким и энергоемким процессом из-за чего не применим в малых семеноводческих хозяйствах.

Барботирование, при малой концентрации семян в барботажной камере (менее 150 кг/м<sup>3</sup>) [3], независимо от длительности, обуславливает неполное отделение эпидермиса от семян (вторая группа), имеет пониженную порозность осажденного слоя, поэтому сток влаги из него затруднен.

Слой семян, выделенных без использования технических средств удаления наружной пленки (третья группа), характеризуется низкой порозностью слоя семян. Свободная влага удерживается в слое капиллярными силами и включениями мелкодисперсной твердой фазы.

Технологии выделения семян второй и третьей группы несовершенны, однако они получили достаточно широкое распространение в различных семеноводческих хозяйствах, поэтому применительно к ним необходимо и целесообразно использовать предложенную секционную сушилку комбинированного типа непрерывного действия с применением дифференцированного подвода тепла к принудительно перемешиваемому материалу [5] с обоснованными рациональными параметрами [6].

#### Список литературы

1. Голубкович А.В. Теория и технология сушки семян овощных и бахчевых культур / А.В. Голубкович. М. : Агропромиздат, 1987. 141 с.
2. Совершенствование технологического процесса сушки семян тыквы / В.А. Евсюков, А.А. Чекановкин, А.В. Фесенко, С.П. Тарасов // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет», 2019. № 7–2. С. 524–532.
3. Голубкович А.В. Технологические основы сушки высоковлажных семян овощных и бахчевых культур с обеспечением высокого качества: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.20.01 // А.В. Голубкович. М., 1989. 35 с.
4. Фролов, Д.И. Изучение распределения влаги в семенах тыквы при сушке / Д.И. Фролов // Инновационная техника и технология, 2019. № 3 (20). С. 52–55.
5. Добрицкий А.А. Сушилка семян бахчевых культур / А.А. Добрицкий, С.Ф. Вольвак // Сельский механизатор, 2019. № 12. С. 20–21.
6. Добрицкий А.А. Обоснование рациональных параметров сушилки высоко влажных семян бахчевых культур / А.А. Добрицкий // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. С. 54–58.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В АПК**

**Казаков К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время в Белгородском ГАУ назрела необходимость в подготовке кадров по программе бакалавриата в области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности – специалист в области механизации сельского хозяйства, по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность (профиль) – «Интеллектуальные машины и оборудование в АПК» [1].

Вышеуказанный профиль, в отличие от уже существующих по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, таких как: «Технические системы в агробизнесе», «Технический сервис в АПК», «Электрооборудование и электротехнологии» и даже «Техническая эксплуатация сельскохозяйственной техники и оборудования» имеет такой перечень абсолютно новых дисциплин: Основы проектирования интеллектуальных машин и оборудования; Цифровые системы управления машинами в агропромышленном комплексе; Современные мобильные энергетические средства; Когнитивные системы в агропромышленном комплексе; Интеллектуальные машины и оборудование в животноводстве; Интеллектуальные машины и оборудование в растениеводстве; Современная сельскохозяйственная техника; Умные уборочные машины; Устройство и программирование беспилотных летательных аппаратов; Техническая эксплуатация и диагностика сельскохозяйственной техники; Интеллектуальное оборудование и технологии перерабатывающих производств; Дифференцированные технологии в агроинженерии; Системы мониторинга транспорта и планирование ресурсов предприятия; Геоинформационное обеспечение в агроинженерии; Системы локализации и навигации сельскохозяйственной техники; Системы интеллектуальных машин в АПК; Взаимодействие с умной техникой.

Требования ко всем вышеперечисленным дисциплинам направленности (профиля) – «Интеллектуальные машины и оборудование в АПК» согласно: федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки / специальности 35.03.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 г. № 813; порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06.04.2021 г., № 245; профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденного Министерством труда и социальной защиты РФ от 02 сентября 2020 г. № 555 н.

От автопилота на трактор для исключения перерасхода семян, ГСМ и удобрений, а работы выполняются быстрее, ведь с автоуправлением механизма-

тор за то же время может обработать на 20% больше площади, чем в ручном режиме. Руководитель всегда в курсе о ходе работы благодаря телеметрии – отчеты приходят на смартфон при помощи телеграм-бота. Кроме того, при помощи стереокамеры на крыше система делает фотографию каждые десять минут. Но главное предназначение тракторного «зрения» – это обнаружение людей, другой техники и с учетом рабочей ширины орудия, а также страховка на случай полной потери сигнала: автопилот продолжит обработку по границе обработанной площади. Но главное преимущество автопилота – исключение перекрытий, благодаря чему выгода от его использования на всех операциях составляет в среднем € 2,5 млн на каждой тысяче гектаров [2].

Специальные биочернила с добавлением растительных клеток разработали в одном из отечественных университетов. В составе биочернил цельные растительные клетки рябины обыкновенной, бодяка полевого и даже борщевика Сосновского. Имитация текстуры растительной ткани – важный фактор для вкусового восприятия и насыщающего эффекта. В составе биочернил также использованы такие гидроколлоиды, как агар-агар, каррагинан, пектин, ксантановая камедь, геллановая камедь, конжаковая камедь. Такие биочернила позволяют предельно точно контролировать количество белка, сахара, витаминов и минералов в еде, что крайне важно для людей с расстройствами пищевого поведения и затруднением глотания. Тем временем около сотни компаний работают над искусственным мясом, выращенным из живых клеток, чтобы справиться с грядущим глобальным голодом [3].

«Безусловно, повышается технологичность отрасли и, соответственно, растет производительность труда», – отметила Лут Оксана Николаевна, в одном из своих последних выступлений.

### Список литературы

1. Технологии механизированных работ в растениеводстве: Практикум по дисциплине Технологии механизированных работ в растениеводстве для студентов среднего профессионального образования по направлению подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. 86 с.

2. Казаков К.В. Гибридная сельскохозяйственная техника / К.В. Казаков // Проблемы и решения современной аграрной экономики: Материалы конференции, п. Майский, 23–24 мая 2017 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2017. С. 43.

3. Казаков К.В. Цифровизация и автоматизация сельскохозяйственных процессов / К.В. Казаков // Цифровые и инженерные технологии в АПК: Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. С. 138–142.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКОЙ В АПК**

**Келасьев А.А.,<sup>1</sup> Вольников Е.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>МБОУ СОШ №36, г. Пенза, Россия

Современное сельхозпредприятие не может обходиться без компрессорного оборудования. Для работы насосов, опрыскивателей, конвейеров, манипуляторов, молочных машин, сепараторов, доильного оборудования [1, 2], продувки котельного оборудования и для обустройства тепличной вентиляции необходимо использовать сжатый воздух.

Однако большая часть парка компрессорного и холодильного оборудования, используемого в агропромышленных установках, морально и физически устарела и управляется вручную, что настоящее время требует в значительной части замены или модернизации.

Обновленная система является должна быть распределенной системой управления (PCY) [3], которая представляет собой совокупность технических средств, предназначенных для мониторинга и управления технологическим процессом получения сжатого воздуха. Базовым техническим средством данной системы управления является многоконтурный контроллер.

Верхний уровень данной PCY представляет собой операторскую станцию на основе персонального компьютера с программным обеспечением. На нижнем уровне разрабатываемой PCY располагается АСУ ТП.

Минимальный комплект системы может включать:

- сеть управления, поддерживающая обмен данными между рабочими станциями и контроллерами;
- рабочую станцию, предоставляющую графический интерфейс пользователя;
- контроллер, выполняющий функции управления и обмена данными между подсистемой ввода-вывода и сетью управления;
- подсистему ввода-вывода, обрабатывающую информацию от полевых устройств.

АСУ ТП нового поколения обеспечивают автоматизированный процесс принятия решений по управлению технологическим объектом как единым целым. Для этого в АСУ ТП применяются различные «интеллектуальные» автоматические устройства переработки информации, и прежде всего -современные программно-технические комплексы.

Основные функциональные требования, которым должна отвечать система:

- автоматизированный контроль и управление в реальном масштабе времени технологическим процессом сжатия и транспортировки воздуха или газа, а также поддержание его на регламентированном уровне;
- обеспечение высокого уровня безопасности технологического процесса;
- постоянство анализа динамики изменения параметров в сторону критических значений и прогнозирование возможных аварийных ситуаций;
- проведение операций безаварийного пуска, останова и всех необходимых для этого переключений;
- действий средств управления и проектируемых автоматизированных защит, прекращающих развитие аварийных ситуаций;
- система управления реализовывает непрерывный контроль за состоянием и режимами работы технологического оборудования и агрегатов, аварийных сообщений и отдельных документов.

Применение АСУ ТП позволит:

- оптимизировать процесс производства сжатого воздуха;
- снизить трудозатраты и сократить эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт компрессорного хозяйства;
- создать более комфортные условия работы оператора;
- автоматизировать анализ и разбор оперативной работы на базе протокольной информации;
- организовать регистрацию и выдачу предупреждений о предаварийных и аварийных ситуациях на компрессорной установке;
- сократить затраты на потребление электроэнергии;
- повысить безопасность работы оператора компрессорной станции.

#### **Список литературы**

1. Чехунов О.А., Асыка А.В. Обоснование параметров доильного аппарата с однокамерными стаканами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2019. № 1 (21). С. 80–94.
2. Борозенцев В.И. К разработке алгоритма управления манипулятора доения коров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4 (32). С. 71–80.
3. Вольников М.И. Интегрированные системы проектирования и управления / учеб. пособие. Пенза : ПГТА, 2012. 136 с.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

**Мачкарин А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Постоянное увеличение спроса на продукты питания провоцирует прямо пропорциональное развитие инновационных технологий в сфере АПК. Растёт интерес к продукции высокого качества, в том числе, выращиваемая по специальным, так называемым ЭКО технологиям, но плохая финансовая обеспеченность широких слоёв населения вынуждает аграрии искать все более экономически выгодные и прогрессивные способы возделывания с/х культур, позволяющие получать больше урожая с единицы площади при меньших денежных затратах [1, 2].

Инновационные технологии – это наборы методов и средств, поддерживающих этапы реализации нововведения, обеспечивающих инновационную деятельность. Технологии, ориентированные на формирование системного, творческого, технического мышления и способность генерировать нестандартные технические идеи, при решении творческих, производственных задач [3].

Ежедневно разные отрасли науки и техники создают новые технологии, позволяющие аграриям повышать урожайность сельскохозяйственных культур, снижать издержки и минимизировать ущерб для экологии. Перечислить их все просто невозможно, но можно отметить те, которые уже активно внедряются на российских сельхозпредприятиях. Сегодня наибольшим спросом пользуются инновационные технологии в растениеводстве.

К ним относят электронные карты полей и садов, программное обеспечение для удобной работы с ними. Благодаря этому методу можно с высочайшей точностью зафиксировать не только площадь каждого поля, но и расположение всех прилегающих объектов. В отличие от бумажной карты электронный паспорт поля намного более наглядно показывает все характеристики поля, что упрощает планирование производственных процессов. Располагая электронной картой, легче рассчитать точное количество необходимых семян, удобрений, топлива для техники, лучше спланировать порядок обработки поля и т.д. [4].

Высокоточное агрохимическое обследование полей. Хотя любое хозяйство имеет данные о характеристиках почвы на каждом поле, чаще всего эти данные очень сильно обобщены и нередко являются устаревшими. Создав точную почвенную карту, содержащую множество параметров и характеристик грунта, предприятие получает возможность максимально рационально использовать данный участок – вносить другие удобрения (или в другом количестве), сеять более подходящие культуры и т.д.

Навигационные системы для сельхозтехники. В отличие от автомобильных навигаторов, эти приборы не предназначены для поисков наиболее короткого маршрута между двумя точками. Они помогают трактористу или комбайнеру более точно обрабатывать поле – делать минимальные полосы двойной обра-

ботки между смежными проходами, легко ориентироваться на поле ночью, в условиях сильного тумана или запылённости.

Мониторинг техники. Эта технология схожа с GPS-мониторингом транспорта, который сегодня активно используется коммерческими и коммунальными предприятиями для контроля работы водителей служебных машин. Но в случае с растениеводством важен мониторинг не столько маршрутов движения и местоположения транспорта, сколько объемы и качество выполненных работ. Мониторинговые системы отслеживают множество специфических параметров: от объемов топлива, затраченного на обработку одного гектара, до глубины погружения в грунт плугов и выдерживания оптимальной скорости проезда комбайна по проходу [5].

Описанные выше технологические новации уже постепенно используются многими российскими агропредприятиями, в то время как остальные планируют их внедрение в скором будущем. Тем не менее, это далеко не полный перечень современных инновационных технологий растениеводства, которые могут быть внедрены Российской Федерацией.

#### Список литературы

1. Ryzhkov A.V. Comparative analysis of soil discarding by spherical disks / A.V. Ryzhkov, A.V. Machkarin, K.V. Kazakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. Michurinsk, 2021. P. 012138.

2. Научные основы совершенствования технологии поточной обработки кукурузы в початках / Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.Ф. Вольвак, А.Е. Бурнукин. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 188 с.

3. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе / А.Н. Макаренко [и др.]. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. 140 с.

4. Булавин С.А. Результаты испытаний сеялки прямого посева / С.А. Булавин и [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 119–125.

5. Кириченко, Д.А. Рабочие органы стерневых сеялок / Д.А. Кириченко и [и др.] // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. Тезисы докладов, п. Майский, 29–30 марта 2022 года. Том 4. Майский: Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2022. С. 38–39.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ СИСТЕМОЙ АГРЕГАТОВ «ТУМАН»**

**Милюткин В.А., Гужин И.Н.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

В настоящее время при совершенствовании технологий возделывания сельскохозяйственных культур уделяют внимание вопросу повышения эффективности технологий внесения минеральных удобрений, более рациональному использованию удобрений [1]. Недостаточно исследован вопрос применения жидких многокомпонентных удобрений, использование которых особенно актуально в зонах недостаточного увлажнения и рискованного земледелия [2]. Перспективными являются трехкомпонентные по азоту удобрения на основе карбамидно-аммиачной смеси (КАС), в которой из 32% азота по 8% содержится в нитратной и аммонийной формах, а 16% – в амидной форме. Внесение жидких минеральных удобрений может производиться как поверхностно с использованием штангового опрыскивателя, так и внутрипочвенно (инъекторно) с помощью мультиинжектора (ликвилайзера). Производитель сельхозтехники – ООО «Пегас-Агро» выпускает систему машин «Туман» для внесения удобрений различными способами. Семейство машин «Туман» создано на 3-х осевой единой транспортно-силовой базовой ходовой платформе с шинами низкого и сверхнизкого давления. Экспертная оценка машинных комплексов «Туман» свидетельствует об эффективности выбранной схемы, позволяющей снизить удельное давление машин на почву, повысить проходимость машин, что особенно важно при работе на мерзлой и переувлажненной почве, развитых растениях при подкормке в том числе озимой пшеницы, когда эффект от внесения минеральных удобрений наиболее высокий. Возможность регулирования веса машины за счет уменьшения или увеличения транспортируемого объема химических средств, также позволяет использовать агрегат в широком диапазоне почвенно-климатических условий, состояния почвы, фаз развития растений [3]. Применение агрегата «Туман» с шинами низкого давления при подкормке вегетирующей озимой пшеницы не травмирует растения, что позволяет эффективно проводить данную технологическую операцию.

В Самарском ГАУ совместно с ПАО «КуйбышевАзот», ООО «Пегас-Агро» проводятся лабораторно-полевые исследования по изучению эффективности технологий внесения жидких азотных минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси.

Исследовались следующие технологии внесения КАС агрегатами «Туман»: поверхностное внесение (штанговым опрыскивателем с пятиструйными крупнокапельными форсунками), внутрипочвенное внесение (мультиинжектором), комбинированное внесение, поверхностное+внутрипочвенное (штанговым опрыскивателем и мультиинжектором). Контроль-вариант без внесения удоб-

рений. Культура, на которой применялись удобрения: озимая пшеница сорт «Базис» селекции Самарского НИИСХ, время внесения - в фазу кущения. Применяемое удобрение КАС с серой (содержание азота – 26%, серы – 4%) с нормой внесения 200 л/га.

В процессе вегетации проводились наблюдения за содержанием азота в почве и листьях, а также урожайность озимой пшеницы и ее качество. Получены результаты полевых исследований на озимой пшенице с инновационной системой удобрения посевов азотными жидкими минеральными удобрениями КАС с мезо- и микроэлементами, которые показывают значительное повышение урожайности, качества продукции и эффективности технологий в целом как в засушливом 2021 году, так и в благоприятном по увлажнению 2022 году.

При применении удобрений КАС по различным технологиям прибавка урожая озимой пшеницы сорта «Базис» по сравнению с контролем (без удобрений) составила:

– в 2021 году в вариантах: внесение опрыскивателем – 8,5 ц/га (21,3%); внесение мультиинжектором – 16,2 ц/га (40,6%); комбинированное внесение – 23,9 ц/га (59,9%);

– в 2022 году в вариантах: внесение опрыскивателем – 10,0 ц/га (19,3%); внесение мультиинжектором – 25,2 (48,7%); комбинированное внесение – 26,8 ц/га (51,8%).

#### Список литературы

1. Наседкина Т.И. Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции / Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 104 с. – ISBN 978-5-6047966-5-8. – EDN GDOKHQ.

2. Мачкарин А.В. Выращивание зерновых культур / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 55–56. – EDN SDJASP.

3. Милюткин В.А. Мультиинжектор – эффективная опция многофункционального агрохимического агрегата «Туман» ООО «Пегас-агро» при инъекторной, внутривитковой подкормке пропашных культур / В.А. Милюткин, И.Н. Гужин, Н.В. Праздничкова // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. Кинель : Самарский государственный аграрный университет, 2023. С. 25–31. – EDN QZBJIR.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВНУТРИПОЧВЕННОЙ ПОДКОРМКЕ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Милюткин В.А., Гужин И.Н.

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Из многих составляющих, обеспечивающих высокий уровень АПК РФ, одним из главнейших является применение инновационных минеральных удобрений, формирующих 1/3 урожая сельскохозяйственных культур [1]. Самарский государственный аграрный университет в течение 6 последних лет (2018–2023 гг.) проводит технико-технологические исследования по оценке эффективности применения инновационных жидких азотных и азотосодержащих минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси КАС-32 (32% – N) и КАС+S (26% – N, 1,2–4,0% – S) производства ПАО «КуйбышевАзот». Отечественные сельхозмашиностроительные предприятия производят современные, высокоэффективные, специальные сельхозмашины, для эффективного применения минеральных удобрений, не уступающие, а порой превышающие технико-технологический уровень лучших зарубежных фирм [2]. К таким машинам следует отнести многофункциональный, агрохимический, модульный самоходный агрегат «Туман» фирмы «Пегас-Агро», обеспечивающий внесение всех видов удобрений [3].

В 2022–2023 годах проводились исследования внутривитковых прикорневых подкормок азотными удобрениями кукурузы и подсолнечника с использованием мультиспрейера «Туман». Необходимость данных исследований определяется главным образом изысканием технологий подкормки азотными удобрениями культур, подверженных поражению «ожогам» листовой части растений из-за особых химических свойств азотных удобрений. При этом возможно подкармливать кукурузу и подсолнечник традиционно опрыскивателями с крупнокапельными форсунками жидкими азотными удобрениями КАС-32 (при снижении концентрации до 5%), однако, при этом получаем меньшую эффективность по сравнению с применением концентрированной КАС.

Как в 2022, так и в 2023 годах подкормка кукурузы (гибрид «Абелардо», Сингента) и подсолнечника (гибрид «Фортини», Сингента) проводилась агрегатами «Туман» концентрированным раствором КАС-32 и КАС+S кукурузы и подсолнечника в фазе 5-7 настоящих листьев.

В вариантах опыта использовались следующие минеральные удобрения: аммиачная селитра (N=32%), сульфат-нитрат (N=26%, S=13%), карбамид (N=43%), Карбамид+S (N=32%, S=8%), КАС-32 (N=32%), КАС+S (N=26%, S=1,4-4,0%).

При этом удобрения вносились дробно в соответствии с фазами развития растений при условии эквивалентного (равного) внесения удобрений по азоту в действующем веществе N – 200 кг/га.

Проведенными исследованиями установлено, что наивысшая урожайность зерна кукурузы «Билардо» составила 85,2 ц/га, что на 36% выше «контроля» – (аммиачная селитра), получена при применении инновационного твердого удобрения – нитросульфата, также высокие результаты по урожайности показали твердые удобрения карбамид+S – 81,5 ц/га (на 31% выше «контроля»), КАС-32 – 65,9-71,7 ц/га (выше «контроля» на 6-15%), КАС+S – 75,7 ц/га (на 22% выше «контроля»).

Исследования урожайности подсолнечника показали, что наиболее высокий эффект показали азотные удобрения с серой – прибавка урожая по сравнению с «контролем» (31,4 ц/га) составила 11,8–14,0%. Самая высокая урожайность семян подсолнечника 35,8 ц/га была получена при внесении карбамида с серой S (прибавка по сравнению с «контролем» 14,0%); при внесении сульфат-нитрата получена урожайность 35,1 ц/га (прибавка 11,8%), карбамид повысил урожайность до 31,9 ц/га (на 1,6%); внесение жидких удобрений КАС-32 и КАС+S позволили получить урожай соответственно 34,8 и 35,5 ц/га (прибавка 10,8% и 13,1% соответственно), что подтверждает эффективность внесения удобрений типа КАС мультиинжектором при внутривневных прикорневых подкормках.

#### Список литературы

1. Наседкина Т.И. Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции / Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 104 с. – ISBN 978-5-6047966-5-8. – EDN GDOKHQ.
2. Незгуренко В.А. Направления повышения экономической эффективности производства продукции растениеводства / В.А. Незгуренко // Современные проблемы экономики АПК и их решение : Материалы IV Национальной конференции, Белгород, 15 октября 2021 года. – Белгород : Литературный караван, 2021. С. 107–109. – EDN DZJCLF.
3. Милюткин В.А. Эффективность мультиинжектора «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инъекторной, внутривневной подкормке подсолнечника / В.А. Милюткин, И.Н. Гужин, С.П. Кузьмина // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. Кинель : Самарский государственный аграрный университет, 2023. С. 31–38. – EDN VAYEFJ.

**УЛУЧШЕНИЕ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХОДА КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТА**

**Мингалимов Р.Р., Мусин Р.М.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

В современных условиях обеспечение высокой производительности труда при выполнении всех агротехнических операций по возделыванию культур сельскохозяйственного назначения является актуальной задачей. Не менее важной задачей является сохранение необходимого качества проводимых работ при увеличении производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА) [1]. Выполнению этих требований способствует использование в сельскохозяйственных машинах дисковых стабилизаторов, которые за счет компенсации сил сопротивления от рабочих органов (плоскорезущих лап, плугов, дисков борон и т.п.), а также компенсации дисбаланса, вносимого движущими силами дисков-двигателей [2], способны повысить тракторную и курсовую устойчивость МТА. Помимо этого, более эффективное использование веса сельскохозяйственной машины за счет оптимальной развесовки и применения балластных грузов позволяет повысить тягово-цепные свойства энергетического средства и одновременно снизить буксование его ведущих колес, что создает предпосылки для использования в составе МТА энергетического средства меньшего тягового класса, чем рекомендуется заводом-изготовителем сельскохозяйственной машины.

Анализ результатов исследований [2, 3] показал, что примененные в МТА экспериментальные диски-двигатели создают дополнительную движущую силу наряду с ведущими колесами энергетического средства, и таким образом влияют на раму культиватора и навесную систему трактора. Для выявления характера этого влияния были проведены дополнительные исследования серийного и экспериментального агрегатов. Опытные работы осуществлялись в следующих условиях: трактор Т-30-69 тягового класса 0,6 плюс культиватор-окучник навесной шириной захвата 2,8 м – КОН-2,8; почва – среднесуглинистая; влажность почвы – 18%; твердость почвы – 1,8 МПа; скорость движения МТА – 2 м/с; глубина обработки – 8 см.

Результаты эксперимента обработаны при помощи специализированной компьютерной программы и представлены графически с градацией по цвету, с разметкой цветового диапазона в логарифмическом масштабе, что позволяет точнее выявить участки критических значений.

Из анализа результатов экспериментов очевидно, что при прочих равных условиях, за исключением наличия дисков-двигателей, их использование приводит к значительному изменению сил и их реакций, приложенных к раме и навеске трактора на экспериментальном МТА по сравнению с серийным. Из результатов исследования видно, что использование экспериментальных дисков-двигателей, смонтированных на стойках, закрепленных на раме культиватора КОН-2,8, приводит к уменьшению разницы сопротивлений, возникающих на тягах навесного треугольника энергетического средства, что приводит к улучшению курсовой устойчивости хода МТА в составе трактора Т-30-69 и культиватора КОН-2,8.

**Список литературы**

1. Алейник С.Н., Рьжков А.В., Мачкарян А.В., Казаков К.В., Макаренко А.Н., Чехунов О.А., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие. Белгородский ГАУ, 2020. 55 с.
2. Мусин Р.М., Мингалимов Р.Р., Гашенко А.А. Влияние дисков-двигателей на устойчивое движение культиваторного агрегата в горизонтальной плоскости и его сравнительная оценка с серийным агрегатом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2011. № 3. С. 79–83.
3. Мусин Р.М., Мингалимов Р.Р. Повышение эффективности культиваторных агрегатов с движителями-рыхлителями: монография. Самара : РИЦ СГСХА, 2012. 156 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Макаренко А.Н., Лукьяненко Н.И.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Каким образом добиться деформации пласта почвы, не изменяя полностью всю конструкцию рабочего органа? Это можно сделать путем применения дополнительных крошащих элементов. Простейший крошащий элемент может быть выполнен в виде валика определенного сечения на поверхности рабочего органа почвообрабатывающей машины, а нанести его можно, например, способом ручной электродуговой наплавки твердосплавным материалом, слабо подверженным абразивному износу. В зависимости от вида выполняемых рабочим органом операций схем нанесения может быть бесконечно много. Известны способы нанесения и вдоль режущей кромки лемехов плуга, вдоль режущей кромки крыльев культиваторной лапы [1], точечного выполнения валиков на лапах рыхлителей [2]. При этом выполнение дополнительных крошащих элементов зачастую не только оказывает влияние на деформацию пласта, но и придает рабочему органу дополнительные свойства (повышение прочности, улучшение противоизносных свойств, облегчение конструкции или самоформирование рабочей поверхности в процессе работы) [3, 4]. Все перечисленное заслуживает определенного внимания и в определенных условиях может принести неплохой результат.

На основании выше сказанного можно отметить следующее:

- в большинстве случаев дополнительные крошащие элементы выполняют из материала, имеющего прочность выше, чем материал самого рабочего органа;
- способ изготовления (нанесения) дополнительных крошащих элементов выбирают исходя из размеров и геометрической формы почвообрабатывающего рабочего органа;
- как правило все способы являются доступными в условиях даже мелких сельскохозяйственных предприятий;
- применение крошащих элементов не должно ухудшать агротехнические показатели операций по обработке почвы, соотносящихся с рабочими органами.

Рассмотрим способ получения дополнительных крошащих элементов, приведенный в статье [4], согласно которого валик (элемент) выполняется вдоль режущей кромки рабочего органа типа культиваторная лапа, ручной электродуговой наплавкой твердосплавным электродом. Здесь определяются показатели долговечности, но ничего не говорится о прочностных характеристиках полученного дополнительного деформатора.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что применение твердосплавных покрытий для изменения формы поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин, является перспективным и заслуживает отдельного внимания.

### Список литературы

1. Пат. 2692152 Российская Федерация, В 23 К 9/04. Способ повышения абразивной износостойкости режуще-лезвийной части лемехов плужных корпусов // А.М. Михальченков, А.В. Дьяченко, Н.В. Сидня – 2018118295; заявл. 17.05.2018; опубл. 21.06.2019 Бюл. № 18.
2. Зарубежная сельскохозяйственная техника / К.В. Казаков, И.В. Мартынова [и др.]. Москва : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с. – ISBN 978-5-905563-70-6.
3. Бондарев А.В., Борозенцев В.И., Макаренко А.Н. и др. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и ее долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой: монография. Москва; Белгород: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 149 с.
4. Макаренко А.Н. Повышение долговечности лап культиватора КШУ-12-01 // Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2018. № 4 (20). С. 3–11.

## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА В НАВЕСНОЙ СИСТЕМЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

**Новиков А.Е., Беляев А.Н.**

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Потенциальные возможности тракторов с навесным сельскохозяйственным оборудованием значительно ограничиваются из-за негативного влияния последних на процесс криволинейного движения. Для повышения скорости движения МТА при обеспечении качественных условий качения колес по деформируемому рыхлому опорному основанию, необходимо, с учетом этого, определить рациональные параметры некоторых узлов, определяющие характер взаимодействия навесного оборудования с трактором и провести поиск путей выбора конструктивных решений для их дальнейшей реализации [1-3].

Наиболее перспективным направлением стабилизации нагрузочных режимов трактора в составе МТА и борьбы с негативными последствиями увеличения динамических нагрузок является введение упругих звеньев в отдельные механизмы трактора и навесного оборудования с целью уменьшения воздействия постоянно изменяющихся нагрузок на трактор или отдельные его узлы и агрегаты.

Результаты исследований по применению упругодемпфирующих элементов в различных агрегатах и узлах сельскохозяйственных орудий и машин, которые были проведены как отечественными, так и зарубежными учеными показали, что независимо от места установки упругого элемента с подобранными рациональными параметрами, учитывающими эксплуатационные и конструктивные характеристики машинно-тракторного агрегата (МТА), упругий элемент позволяет снизить интенсивность и величины ударных и переменных нагрузок на детали двигателя, муфты сцепления, трансмиссии, уменьшить буксование движителей, колебания внешней нагрузки и частоты вращения двигателя, снизить расход топлива и повысить производительность.

Например, улучшить параметры криволинейного движения навесного МТА удалось благодаря применению упругодемпфирующих приводов, которые устанавливаются в ходовую часть трактора вместо жестких полуосей [4].

Также снизить динамичность нагружения трактора на 20–25% и повысить производительность прицепного тягово-транспортного агрегата позволило применение прицепного устройства с рессорным упругим элементом [5].

Исследования, проведенные авторами данной работы, были направлены на улучшение поворачиваемости МТА – эксплуатационного свойства колесной машины совершать повороты с заданной кривизной на дороге и местности. Ввиду того, что силовое воздействие на колеса трактора со стороны навесного оборудования передается через продольные тяги, то его уменьшение возможно за счет установки упругих элементов в местах сочленения трактора с оборудованием.

Анализ полученных опытных данных и результаты теоретических расчетов подтвердили эффективность применения упругих элементов в местах сочленения трактора с оборудованием, так как при использовании модернизированной навесной системы при заданных параметрах угловой скорости поворота рулевого колеса и поступательной скорости движения МТА происходит уменьшение длины поворотной полосы в среднем на 8,5–11%, что позволит снизить топливно-энергетические затраты на выполнение технологических операций.

#### Список литературы

1. Романченко М.И. Определение сопротивления деформации шины при качении колеса с использованием статических параметров шины / М.И. Романченко // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: матер. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Россия, Майский, 01 декабря 2022 г.). Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 38–41.
2. Романченко М.И. Взаимосвязь силовых и геометрических параметров при качении колеса в ведущем режиме / М.И. Романченко // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: матер. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Россия, Майский, 20 ноября 2023 г.). Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 40–43.
3. Романченко М.И. Силовая геометрия шины при качении колеса в тормозном режиме с учетом смещения центра нормальной реакции опорной поверхности / М.И. Романченко // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: матер. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Россия, Майский, 20 ноября 2023 г.). Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 44–47.
4. Беляев А.Н. Улучшение характеристик криволинейного движения комбинированного МТА на базе колесного трактора класса 2 ЛТЗ применением упруго-демпфирующего привода колес: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев. Воронеж, 1995. 217 с.
5. Шишкин А.В. Стабилизация режимов работы МТА с тракторами класса 5 путем использования рессорного упругого элемента в сцепке: дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Шишкин. Волгоград, 2010. – 153 с.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАВЕСНЫХ ОРУДИЙ НА ПАРАМЕТРЫ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Новиков А.Е., Кузнецов А.Н.

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Тип рабочего оборудования, сопрягаемого с трактором, изменяет условия его эксплуатации, особенно при выполнении технологических операций на рыхлых деформируемых почвах [1, 2], где функциональные качества ограничиваются недостаточной устойчивостью и низкой управляемостью, в том числе при криволинейном движении на поворотной полосе. Поэтому исследования по поиску путей улучшения указанных эксплуатационных показателей универсально-пропашных колесных тракторов являются перспективным направлением [3].

Однако степень влияния навесного оборудования на процесс движения (в частности, криволинейного) колесного машинно-тракторного агрегата (МТА) изучен недостаточно. Применение навесного оборудования и увеличение скорости движения МТА на базе колесных тракторов при выполнении рабочих процессов приводит к существенному изменению эксплуатационных характеристик агрегата, которые напрямую влияют на поворачиваемость при движении на поворотной полосе. При агрегатировании сельскохозяйственного оборудования на задней навесной системе трактора происходит увеличение инерционных сил, возникающих в ней, эти силы способствуют смещению агрегата с требуемой траектории движения, происходит занос задней оси трактора, вследствие чего увеличиваются радиус поворота, расход топлива, количество воздействий оператора на органы управления, ухудшается его психофизическое состояние, что крайне отрицательно влияет на качество выполнения технологической операции и производительность агрегата [4].

Ввиду недостаточной глубины изучения процесса криволинейного движения навесного МТА также не обнаружены и не исследованы способы снижения инерционных нагрузок, передаваемых от навесного оборудования на трактор.

Анализ экспериментальных данных, полученных в виде зависимостей предельной абсциссы  $x_{max}$  и предельной ординаты  $u_{max}$  действительных траекторий кинематического центра от поступательной скорости движения  $v$  МТА с навесным оборудованием и одиночного трактора при заданном значении угловой скорости поворота рулевого колеса показывает, что происходит рост во всем диапазоне увеличения поступательной скорости движения как продольных  $\Delta x_{max}$  на 7,18...10% отклонений, так и поперечных  $\Delta u_{max}$  на 11,89...13,62% навесного агрегата в сравнении с одиночным трактором. Это влечет за собой увеличение длины траектории поворота и расхода топлива, а также количества воздействий оператора на органы управления, что приводит к

ухудшению, как технико-экономических показателей работы агрегата, так и к снижению качества выполнения агротехнических операций.

Анализируя вышесказанное, можно утверждать, что заднее навесное оборудование оказывает значительное влияние на процесс криволинейного движения МТА. Поэтому данная проблема заслуживает внимания и требует дальнейшего изучения.

#### Список литературы

1. Романченко М.И. Определение сопротивления деформации шины при качении колеса на основе параметров радиального прогиба шины / М.И. Романченко // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: матер. XXVII междунар. науч.-произв. конф. (Россия, Майский, 12 апреля 2023 г.). Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2023. Т.4. С. 186–187.

2. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций в свободном и ведомом режимах качения колеса / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2023. С. 40–47.

3. Беляев А.Н. Снижение негативного воздействия на почву движителей колесного трактора при повороте / А.Н. Беляев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронеж : ВГЛТА, 2014. Т. 2. № 3-4 (8-4). С. 398–401.

4. Беляев А.Н. Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов на базе интегральных универсально-пропашных колёсных тракторов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев. Мичуринск-научоград, 2019. 440 с.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ НА ПРОЦЕСС КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Новиков А.Е., Кузнецов А.Н.

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Одним из типов почвообрабатывающего оборудования, наиболее часто применяемого с трактором в составе машинно-тракторных агрегатов (МТА) при выполнении сельскохозяйственных работ, является навесное, которое обладает довольно большим количеством преимуществ в сравнении с другими типами агрегатов.

При криволинейном движении на машинно-тракторный агрегат действует боковая сила, представляющая собой равнодействующую составляющих силы инерции и силы тяжести, действующих на боковую поверхность треугольника навески. Боковая сила создает момент сопротивления повороту, который стремится сместить трактор с заданной траектории, вследствие этого происходит увеличение неравномерности распределения вертикальных нагрузок и боковых реакций по колесам трактора, что приводит к увеличению их буксования и бокового скольжения МТА [1, 2], а иногда к полной потере сцепления с опорным основанием. Экспериментально доказано, что увеличение угловой скорости поворота управляемых колес приводит к возрастанию отклонений предельной абсциссы  $\Delta x_{\max}$  и ординаты  $\Delta y_{\max}$  от требуемой траектории движения, что обусловлено увеличением момента сопротивления повороту, основной составляющей которого является сила инерции, возникающая в местах соединения навесного оборудования и трактора [3].

При анализе результатов экспериментальных исследований выявлено, что при одинаковой угловой скорости поворота рулевого колеса с увеличением поступательной скорости движения МТА с 0,61 м/с до 2,556 м/с величины усилия в тягах навесного устройства будут увеличиваться с 4062 Н до 11974 Н соответственно. Вместе с этим происходит увеличение длины траектории поворота в среднем на 36%.

Таким образом, результаты опытов доказывают, что заднее навесное орудие оказывает значительное влияние на процесс криволинейного движения МТА, а снижение этого воздействия возможно за счет уменьшения инерционных сил, стремящихся сместить МТА с заданной траектории.

### Список литературы

1. Романченко М.И. Определение сопротивления деформации шины при качении колеса на основе параметров радиального прогиба шины / М.И. Романченко // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: матер. XXVII междунар. науч.-произв. конф. (Россия, Майский, 12 апреля 2023 г.). Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. Т.4. С. 186–187.
2. Романченко М.И. Силовая геометрия шины при качении колеса в тормозном режиме с учетом смещения центра нормальной реакции опорной поверхности / М.И. Романченко // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: матер. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Россия, Майский, 20 ноября 2023 г.). Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 44–47.
3. Беляев А.Н. Улучшение характеристик криволинейного движения, комбинированного МТА на базе колесного трактора класса 2 ЛТЗ применением упруго-демпфирующего привода колес: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев. Воронеж, 1995. 217 с.

## КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ

**Рыжков А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В системе агротехники сельскохозяйственных культур предпосевная и предпосадочная подготовка почвы занимает одно из главных мест. В результате обработки почвы, пахотному слою придается необходимое, благоприятное для возделывания растений сложение и строение (плотность, твердость, структурность и т.д.); заделываются удобрения; уничтожаются сорные растения; выравнивается поверхность почвы [1].

В хорошо подготовленной для посева почве создаются необходимые условия для заделки семян на оптимальную глубину, обеспечивается контакт почвенных частиц и семян, что способствует быстрому прорастанию, росту и развитию растений [2].

Для того чтобы выполнить требование этой агротехники и на этой основе обеспечить получение запланированного урожая, приходится в короткий срок на одном и том же поле проводить 5-6 обработок, и применять большое количество машин.

Дело осложняется ещё тем, что работы по подготовке почвы в весенний период связаны с проведением весенне-полевых работ. А раздельное проведение операций по подготовке почвы, часто приводит к затягиванию агротехнических сроков.

Существующая технология подготовки почвы связана с многократными проходами агрегатов по полю. Все это приводит к сильному уплотнению почвы колесами трактора. Известно, что на чрезмерно уплотненной почве урожай свеклы резко снижается, происходит плохое обеспечение влагой, затруднены процессы микробиологической деятельности [3].

Поэтому в настоящий момент встает вопрос о широком применении комбинированных агрегатов. Это сокращает сроки проведения работ, экономит средства, способствует сохранению влаги и повышению урожайности [4].

Предлагается комбинированный агрегат, состоящий из рамы, на которой крепятся рабочие органы – рыхлящие стойки с долотами и подпружиненные ножи-выравниватели.

Проектируемый агрегат позволяет закрыть влагу и ее аккумулировать в нижних слоях, разуплотнить почву. Этот агрегат является универсальным: в зависимости от состояния и структуры почвы, его рабочие агрегаты взаимозаменяемы [5].

Проектируемый агрегат состоит из центральной рамы с навесным устройством и двух складывающихся боковых рамам, последовательно размещенных стоек рыхлителей и ножей-выравнивателей.

Рама представляет собой прямоугольную конструкцию и прикрепленные к ней кронштейны крепления пружинных стоек с лапами и кронштейны ножей-

выравнивателей. Раму образуют квадратные трубы сечением 100×100 мм, расположенные под углом 90°. Стойки рыхлителей крепятся осями, фиксируются шпильками и хорошо выдерживают заданную глубину рыхления.

Секции с ножами-выравнивателями состоят из балок квадратного сечения, на которых при помощи кронштейнов и болтовых соединений крепятся пружинные ножи-выравниватели левосторонние и правосторонние.

Лапы рыхлителей состоят из пружинной стойки, стрельчатой двухсторонней лапы с прикрепленным долотом. Секции с ножами-выравнивателями в агрегате имеются с левым и правым направлением лезвий ножей. Ножи крепятся с помощью кронштейнов и болтового соединения на балке секции.

В результате действия сил растяжения и сжатия, возникающих при изгибе пласта во время его вхождения на поверхность лезвия ножа-выравнивателя, пласт в определенной мере рыхлится и выравнивается, при этом одновременно происходит подрезание сорняков. Нож-выравниватель работает как лапа-бритва.

В зонах прохода ножей-выравнивателей элементы пласта более интенсивно разрушаются и перемешиваются. В результате работы предлагаемого комбинированного агрегата будут более эффективно срезаться растительные остатки, крошиться почвы и выравниваться поверхность поля.

### Список литературы

1. Смирнов М.П. Комбинированное почвообрабатывающее орудие с дисковыми рабочими органами / М.П. Смирнов // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации: Материалы Международной научно-практической конференции. Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет, 2022. С. 466–467.

2. Ахалая Б.Х. Автоматизированный многофункциональный почвообрабатывающий агрегат / Б.Х. Ахалая, Ю.Х. Шогенов // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 6. С. 55–58.

3. Региональная сельскохозяйственная техника: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. Белгород : Белгородский ГАУ, 2023. 303 с.

4. Почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 44.03.04 – профессиональное обучение (по отраслям) / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. 415 с.

5. Варавин В.И. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / В.И. Варавин, К.С.Броженко, К.А. Коток // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. С. 160–164.

## **НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СКАРМЛИВАНИЮ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

**Саенко Ю.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Пророщенное зерно продукт, который нужно использовать для насыщения кормов животных и птицы витаминами, макро- и микроэлементами [1, 2]. Пророщенное зерно можно получать на открытых площадках. Для этого массу зерна распределяют на площадке с твердым покрытием слоем в семь-восемь сантиметров и периодически поливают водой. Но такой способ может быть использован только в теплое время года. На большей части территории Российской Федерации климатические условия не позволяют круглый год проращивать зерно на открытых площадках. Поэтому необходимо использовать оборудование, которое позволит в закрытых помещениях равномерно в течение года осуществлять проращивание зерна. В этом случае есть необходимость в отработке режимных параметров, которые влияют на проращивание зерна. Режимные параметры проращивания зерна в закрытом помещении необходимо подобрать таким образом, чтобы максимально можно было использовать температуру окружающей среды, а также естественную освещенность [1, 3]. Средства механизации нужно использовать, чтобы снизить физическую нагрузку на человека при выполнении энергоемких операций. К таким операциям относят размещение зерна на лотке перед проращиванием, обеззараживание зерна, сбор урожая.

Необходимо разработать средства, которые будут осуществлять распределение зерна на лотках перед проращиванием, отрабатывать режимы обеззараживания зерна (химическим или физическим способами), средства, которые позволят осуществлять механизацию сбора урожая со столов для проращивания.

Пророщенное зерно обладает нежной мягкой структурой и имеет приятный сладковатый вкус, поэтому более сильные поросята будут его поедать в первую очередь, а слабым будет доставаться меньше [1]. Поэтому пророщенное зерно необходимо выдавать в смеси с комбикормом. Это позволит животным получать порции пророщенного зерна пропорционально съеденному комбикорму. Пророщенное зерно должно быть сухим. Это позволит хранить кормовую смесь из комбикорма и пророщенного зерна в течение нескольких недель не допуская прокисания.

Разработана технологическая линия, которая позволяет осуществлять проращивание зерна, его измельчение [4], дозирование, смешивание с комбикормом и последующую выдачу животным. Причем выдачу можно осуществлять как с увлажнением кормовой смеси с использованием пророщенного зерна, так и просто выдавать сухой корм.

Внимание необходимо уделить вопросу дозирования пророщенного зерна в комбикорм. Дозаторы для пророщенного зерна бывают объемные, массовые, комбинированные. Они отличаются многообразием конструкторских решений и типом дозирующего органа.

Агрегаты, в которых осуществляют смешивание комбикорма с пророщенным зерном, являются машинами периодического действия [5, 6]. Камеры смешивания представляют собой цилиндры или усеченные конусы, в которых на смешиваемую массу многократно воздействуют мешалками, перераспределяя ее в камере смешивания. Камеры смешивания могут быть расположены как горизонтально, так и вертикально. Необходимо оптимизировать формы и частоту вращения мешалок, форму камеры смешивания и ее расположение в пространстве.

Необходимо использовать раздатчики кормов, которые способны выполнять увлажнение кормовой массы перед выдачей ее в кормушку. Раздатчик кормов представляет собой устройство, которое подает комбикорм и воду к смешивающему узлу. Узел смешивания представляет собой трубу, выполненную в форме кольца. Через внутреннее кольцо проходит комбикорм, который необходимо смочить водой до его попадания в кормушку. Для работы увлажнителя корма необходимо отрабатывать режимы давления в кольцевой трубе с водой, подачу комбикорма и воды в сторону кольцевой трубы с водой. Такой раздатчик кормов должен быть установлен в каждом боксе, в котором расположены животные.

Чтобы снизить пыление смеси сухого комбикорма с пророщенным зерном при выдаче можно массу гранулировать и выдавать животным в виде гранул.

#### Список литературы

1. Походня Г.С. Эффективность откорма свиней с использованием пророщенного зерна ячменя в их рационах [Текст] / Г.С. Походня, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. № 9. С. 53–55.
2. Шабловский В.В. Воспроизводительные функции и продуктивность свиноматок при скармливании им пророщенного зерна ячменя [Текст]: автореф. дис. канд. с/х наук: 06.02.01 / Шабловский В.В. Курск, 2009. 19 с.
3. Шейко И.П. Свиноводство [Текст] / И.П. Шейко, В.С. Смирнов. Мн. : Новое знание, 2005. 384 с.
4. Пат. 2493918 Российская Федерация, В02С13/02 (2006.01). Дробилка пророщенного высушенного зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Саенко В.Н., Носуленко А.Ю., Немыкин В.А., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. – № 2012111904; заявл. 29.03.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. №27. – 11 с. : ил.
5. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин. Ульяновск : УГСХА имени П.А. Столыпина, 2013. 290 с.
6. Денисов С.В. Технология и механизация животноводства [Текст] / С.В. Денисов, А.С. Грецов, А.Л. Мишанин [и др.]. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. 165 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОЧНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПРЕССА

**Слободюк А.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из эффективных средств, позволяющих повысить производительность труда ремонтной мастерской, является прессовое оборудование [1].

Нами разработана конструкция пресса, состоящая из сварной рамы, установленной на подвижную платформу для возможности перемещать пресс по мастерской, с ферменной конструкцией для опоры домкрата, а также подвижной траверсы, представляющей собой направляющую, которая перемещается по стойкам рамы пресса.

В результате анализа разработанной конструкции, а также её 3D модели установили точки приложения нагрузок к балкам рамы, а также их величины. Нагрузка на балку складывается из силы реакции от домкрата (30000 Н), которая раскладывается на плиту по верхней поверхности платформы.

Таким образом, путем анализа 3D модели разработанной конструкции, нами сформирована схема нагружения и схема закрепления рамы пресса.

Расчет напряженно-деформированного состояния ведем методом конечных элементов [2] в модуле Structure 3D пакета APM WinMachine [3-5]. Был выполнен статический расчет, расчет устойчивости и определение собственных частот конструкции.

В результате линейного статического расчета конструкции определено напряженно-деформированное состояние конструкции, анализ которого позволил подобрать сечения конструктивных элементов рамы, обеспечивая достаточный запас прочности в условиях заданного нагружения.

Так, обработка карты напряжений показывает, что максимальный уровень напряжений возникает в зоне сварки поперечины с направляющей и составляет 158 МПа. В остальных элементах конструкции напряжения меньше.

Анализ карты коэффициента запаса статической прочности показывает, что минимальный коэффициент запаса по пределу текучести составляет 1,48, что достаточно для безопасной эксплуатации разработанного пресса.

### Список литературы

1. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Справочник [Текст] / Под ред. Р.А. Попржедзинского. М. : Транспорт, 2008. 311 с.
2. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов: пер. с англ. [Текст] / под ред. Б.Е. Победри. М. : Мир, 1979. 392 с.
3. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D [Текст] / А.А. Замрий. М. : АПМ, 2010. 376 с.
4. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol. 17, : Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2018. P. 837–843. – ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018. 17.N14.
5. Slobodyuk A. Modernization of structural design of op-2000 sprayer using apm winmachine cae system [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol. 19, : Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ Jelgava, 2020.

## **РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАРКЕРА ПРОПАШНОЙ СЕЯЛКИ**

**Слободюк А.П., Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Пропашные широкозахватные сеялки фирмы John Deere серии DB предназначены для высокоточного высева семян сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы. При этом машины обладают высокой производительностью и гибкой адаптацией ко многим типам почв. Сочетание высокой производительности и установленных надежных узлов позволяет засеять большие площади в минимальные сроки. Максимальная точность распределения и укладки семян при помощи установленных на сеялках высевающих секций Max Emerge Plus и дозаторов Vacumeter позволяет работать на повышенных скоростях. Все сеялки серии DB обеспечивают равномерную глубину высева семян при работе на неровных участках [1].

Высокая производительность сеялок достигается не в последнюю очередь значительной шириной захвата, составляющей от 13,5 до 27 м при транспортной ширине, составляющей от 4,6 до 5,4 м [2].

При этом рациональное использование площади поля при таких больших значениях ширины захвата обеспечивается применением автомата вождения тракторов с опорой на сигналы GPS [3] без применения маркеров. В связи с этим большинство закупленных в Белгородской области сеялок John Deere серии DB не содержали в спецификации заказа маркеры.

Наблюдающееся в последнее время искажение или отсутствие сигналов GPS в отдельных районах области привело к значительным затруднениям в использовании указанного посевного оборудования, а также сформировало устойчивый спрос на маркеры пропашных сеялок John Deere серии DB.

Нами, совместно со специалистами предприятия ООО «ЦМРО Сельхозтехника», с применением технологий реверс-инжиниринга разработана конструкция раскладных маркеров для сеялок DB47 и DB60 [4].

За основу принята конструктивная схема, состоящая из трех подвижных элементов: стойки, фермы и консоли, связанных шарнирно и закрепленных на кронштейне на раме сеялки. При этом раскладывание и складывание маркера осуществляется гидроцилиндром, приводящим в движение ферму, а консоль раскладывается за счет подвижного рычага, связанного тягой со стойкой.

На консоли крепится выдвигная штанга, на конце которой закреплен диск маркера типа «ромашка». Поскольку длина разложенного маркера весьма велика (от 9 до 12 метров), то на ферме и на конце штанги консоли рядом с диском маркера установлены опорные колеса. При этом шарнирное соединение частей маркера и подвижный рычаг раскладывания позволяют конструкции обеспечивать копирование рельефа поля.

Поскольку в эксплуатационной технической документации сеялок отсутствуют чертежи элементов конструкции маркеров и другие технические данные, необходимые для изготовления изделия, то в этом случае разработка конструкторской документации производилась с применением процессов реверс-инжиниринга, т.е. процесс разработки конструкторской документации (КД) на основе исходных данных, полученных с готового образца изделия [4].

Процесс характеризуется основными этапами:

- изучение образца и информации о нем;
- проведение замеров;
- определение материалов;
- построение 3D-моделей;
- разработка чертежей;
- изготовление и испытание опытного образца.

Таким образом, после были сформированы эскизы деталей, построены 3D модели и 3D сборка изделия в пакете КОМПАС 3D. Ключевые элементы конструкции проверены на прочность методом конечных элементов [5, 6].

После анализа в полученную конструкцию были внесены изменения с целью улучшения технологичности и выполнен комплект конструкторской документации.

#### Список литературы

1. АгроБаза. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery\\_378df3ed-8957-4996-a191-a3e08c2ca569?ysclid=lwgbotisr9551978168/](https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_378df3ed-8957-4996-a191-a3e08c2ca569?ysclid=lwgbotisr9551978168/).
2. John Deere. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.deere.com/en/planting-equipment/db44-24row22-planter/>.
3. Системы параллельного и автоматического вождения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.svetich.info/publikacii/tochnoe-zemledelie/sistemy-parallelnogo-i-avtomaticheskogo.html?ysclid=lwg77kmoip376086588>.
4. Реверсивный инжиниринг. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://advengineering.ru/ru/uslugi/reversivnyj-inzhiniring/>.
5. Erokhin M.N. analysis of wear of the cardan cross the joints John Deere tractor / M.N. Erokhin, A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i Pogonske Mašine. 2016. Vol. 21, No. 1. P. 24–29.
6. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol. : 17, : Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2018. – P. 837–843. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.

## НОВОЕ В СУШКЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Смоляков В.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В нынешних экономических реалиях динамично развивается рынок зерна и продуктов его переработки. Это является ключевым моментом в развитии сельского хозяйства и обеспечении кормами животноводческого комплекса страны.

Дальнейшее наращивание производства продукции животноводства, на современном этапе развития немислима без использования высокопродуктивных животных, и обеспечения их полноценными кормами, содержащими все необходимые вещества. Однако не всегда удается обеспечить животных полноценными кормами. Вследствие этого продуктивность животных не достигает проектных параметров. Кроме того, в процессе заготовки и хранения кормов происходят значительные потери питательных веществ и витаминов.

Известно, что одним из простых доступных и недорогих способов повышения витаминной полноценности рационов животных может быть проращивания зерна.

Включение проращенного зерна в рационы, высоко продуктивных животных, позволит повысить не только их витаминную ценность, но и снизить расход концентрированных кормов и затраты на приобретение дорогостоящих витаминных препаратов. В то же время, проращенное зерно, имеющее сладкий вкус применяемое в рационе с раннего возраста, способствует быстрейшему развитию пищеварительной системы, в результате молодняк меньше болеет, а падеж значительно ниже. Использование пророщенного зерна позволит восполнить рацион сельскохозяйственных животных витаминами, ферментами и минеральными веществами.

В связи с вышеизложенным проблема использования проращенного зерна в рационах как витаминной добавки актуальна, и имеет научное и практическое значение.

Для равномерного распределения пророщенного зерна его необходимо перемешать с комбикормом. Пророщенное зерно имеет высокую влажность, поэтому смесь пророщенного зерна с комбикормом нужно выдать животным в течение 1,5-2 ч. Учитывая небольшое время хранения пророщенного зерна, проблематично его использование на производстве.

Для сохранения пророщенного зерна на более длительный отрезок времени необходимо осуществлять его сушку. Геометрические размеры, плотность и физико-механические свойства самого зерна и ростков различны, поэтому конвективный способ сушки не может быть использован, так как тонкие ростки будут высыхать быстрее, а влажность зерна будет снижаться медленнее.

Таким образом для сушки пророщенного зерна необходимо применять сушильные установки, которые будут отвечать определенным требованиям.

В технологии зерносушения используют два основных принципа удаления излишней влаги из зерна: в виде жидкости; в виде пара.

Принцип удаления влаги из зерна в виде жидкости сушку осуществляют при непосредственном контакте сырого зерна с более гигроскопическим веществом, способным поглощать влагу из зерна путем сорбции. Это так называемая сорбционная сушка (контактный влагообмен).

В качестве сорбируемого вещества могут быть использованы сухое зерно, гранулированный силикагель или другие вещества.

Принцип удаления влаги из зерна в виде пара связан с затратой тепла на превращение жидкости в пар. Такая сушка называется тепловой.

Возможен нагрев и сушка зерна в электрическом поле высокой частоты. Высокочастотный нагрев материалов основан на явлении поляризации. Имеющиеся во влажном материале полярные молекулы (диполи) стремятся расположиться своими осями вдоль поля. Колебания молекул связаны с трением частиц между собой, в результате чего в массе материала выделяется тепло.

Перспективны различные методы комбинированной сушки, например, при сочетании конвективно-кондуктивного, радиационно-конвективного теплоотводе при разном состоянии зернового слоя.

#### Список литературы

1. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография [Текст] / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин. Ульяновск : УГСХА имени П.А. Столыпина, 2013. 290 с.

2. Походня Г.С. Эффективность откорма свиней с использованием пророщенного зерна ячменя в их рационах [Текст] / Г.С. Походня, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, Н.Н. Швецов, Н.В. Кондобаров, Е.А. Ульянич // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 9. С. 53–55.

3. Булавин С.А. Определение оптимальных параметров сушки пророщенного зерна на витаминный корм свиньям [Текст] / Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю. // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2014. № 2 (31). С. 138–140.

4. Булавин С.А. Расчет параметров сушки пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко [Текст] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. Майский, 2015. № 2. С. 3–8.

5. Пат. 2812552 С1 F26В 9/06 (2006/01) Сушилка пророщенного зерна. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А. Страхов В.Ю., Путиенко К.Н., Смоляков В.С. Правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заявка № 2023127528 от 25.10.2023; опубл. 30.01.2024 г. Бюл. № 4.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЗАВОДСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В АПК**

**Григорьев М.А.,<sup>1</sup> Ставцев А.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБВОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ООО «БАЛЬЗАМ», г. Нижний Новгород, Россия

Агропромышленный комплекс включает в себя предприятия сельского хозяйства и пищевой перерабатывающей промышленности. В условиях современной реальности основными задачами производителей сельскохозяйственной продукции, в т.ч. занятых в секторах выращивания плодовой, ягодной и овощной продукции является:

возможность быстрой переработки своей продукции – это связано с тем, что ягоды и фрукты в нативном виде имеют крайне ограниченный срок хранения, а в случае порчи выращенного урожая, сельскохозяйственной производитель понесет убытки;

расширения рынков сбыта своей продукции – современная капиталистическая экономика России, в отличие от экономики СССР больше зависят от показателя реализации произведенного товара, нежели от объема производства продукции;

расширения ассортимента выпускаемой продукции – это в свою очередь влечет за собой диверсификацию источников сбыта, а следовательно, и источников доходов сельскохозяйственных производителей.

необходимость механизации и совершенствования производственных процессов – что в свою очередь ведет к снижению в потребности трудовых ресурсов, а следовательно, к снижению издержек и повышению качества выпускаемой продукции.

При этом, если крупные производители сельскохозяйственной продукции, являющейся растительным сырьем для предприятий пищевой промышленности, могут себе позволить:

– иметь долгосрочные контракты с предприятиями пищевой продукции, что позволяет держать цены на рынке близлежащего региона и обеспечить стабильный сбыт своей продукции,

– организовать логистику и дистрибьюцию своей скоропортящейся продукции,

– иметь в составе своих агрохолдингов собственные перерабатывающие предприятия (например производителей соков, безалкогольной продукции, виноградного и фруктового (плодового) вина), то мелкие и фермерские хозяйства лишены таких преимуществ [3].

Выходом из создавшейся ситуации может стать изменение подхода к инженерно-техническому обеспечению АПК, в части проектирования и совершенствования производственных процессов, внедрения современного техноло-

гического оборудования и автоматизации производства продуктов первичной переработки плодового и ягодного сырья [5].

Современные технологии показывают возможность организации процесса первичной переработки плодово-ягодного сырья на мобильных автоматизированных заводах, смонтированных на базе прицепов автомобилей. Данные заводы активно применяются для небольших фермерских хозяйств Европы, особенно для производства винодельческой продукции, но, к сожалению, не имеют широкого применения в России [2].

Технология переработки растительного сырья для производства напитков включает в себя следующие этапы:

- сбор растительного сырья,
- очистка и сортировка,
- измельчение,
- извлечение сока или экстракта,
- фильтрация,
- хранение,
- розлив как в промышленную, так и потребительскую тару.

Для организации данной технологической схемы в рамках механизированного передвижного завода понадобятся:

- Приёмный бункер – 1 шт.,
- Дробилка – 1 шт.,
- Соковыжималка – 2 шт.,
- Резервуар для настаивания – 3 шт.,
- Фильтр-пресс – 2 шт.,
- Резервуар для хранения напитка – 3 шт.,
- Автомат для ополаскивания тары – 1 шт.,
- Автомат розлива – 1 шт. [1].

Данное оборудование стационарно размещается на базе 2 стандартных фур (тягачей с прицепом), что облегчает его доставку и разворачивание в полевых условиях. Технологически комплекс полностью автоматизирован, что не требует большого штата высококвалифицированного персонала для его обслуживания. В одном прицепе размещается основное технологическое оборудование цеха переработки плодово-ягодной продукции, во втором цех розлива. Производственная мощность действующего технологического оборудования позволяет произвести около 8000 дал. сока за сезон из собранных фруктов (с мая по октябрь включительно) или фруктов, полученных со складов. Приблизительная стоимость такого механизированного мобильного завода, укомплектованного типовым технологическим оборудованием, применяемым в винодельческой и безалкогольной отрасли, составляет 25 млн руб. [4].

Такое оборудование может быть взято сельскохозяйственными предприятиями в аренду на краткосрочный срок (на время сбора и переработки урожая), что значительно повышает рентабельность переработки сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, внедрение в АПК России мобильных заводов по переработке растительного сырья позволит небольшим сельхозпроизводителям (крестьянским и фермерским хозяйствам):

Увеличить конкуренцию на сельскохозяйственном рынке.

Снизить потери выращенного урожая, за счет быстрой переработки скоропортящегося сырья, и повысить срок его хранения.

Расширить рынок сбыта сельскохозяйственной продукции за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции.

Повысить рентабельности сельхозпроизводителей.

### Список литературы

1. Григорьев М.А. Современные технологии получения вин из плодово-ягодного сырья в условиях импортозамещения / М.А. Григорьев, А.И. Ставцев // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе : Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. Елец : Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. С. 120–124. – EDN ZVRXAA.

2. Григорьев М.А., Маслова И.Н., Инновационные технологии для винодельческих предприятий малой мощности / М.А. Григорьев, И.Н. Маслова // Современные тенденции развития инвестиционного потенциала в России : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 27-28 марта 2019 года / Государственный университет управления. Москва : Государственный университет управления, 2019. С. 87–91. – EDN BVZRNK.

3. Григорьев М.А., Ставцев А.И. Проблемы и перспективы развития сельского малого бизнеса (крестьянских фермерских хозяйств) в России на примере винодельческой отрасли / М.А. Григорьев, А.И. Ставцев // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия : Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 18-20 октября 2023 года. Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, 2023. С. 304–307. – EDN UPMWRH.

4. Нормы технологического проектирования заводов (цехов) безалкогольных напитков ВНТП 40-91, утв. письмом Главгоспромнаучпроекта Минсельхозпрода СССР от 02.10.1991 г. N 070-41/1.

5. Технология производства, хранения и переработки плодоовощной продукции : Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / А.А. Рядинская, Н.Б. Ордина, К.В. Мезинова [и др.]. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. 207 с. – EDN IPAURA.

## МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ КАТОК

Тарасенко Б.Ф.,<sup>1</sup> Войнаш С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

Вибрационный каток относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к оборудованию для поверхностной обработки почвы, и может быть использована для прикатывания почвы, выравнивания обрабатываемой поверхности при предпосевной обработке почвы.

Анализ технических средств показал, что известен каток ударного действия [1], конструкция которого состоит из двух барабанов (внутреннего и наружного), соединенных между собой амортизирующими элементами, при этом на внутреннем барабане закреплены зубья рыхлители, имеющие форму трохоида, что позволяет выполнять несколько операций одновременно, в частности, прикатывания, рыхления почвы, вычесывание сорняков и выравнивания поверхности.

Также известен вибрационный каток [2] включающий вращающийся барабан, зубья по форме трохойды, пружины с направляющими в виде штифтов и втулок, расположенные перпендикулярно внутренней поверхности барабана, устройство, поддерживающее вращение барабана, причем в качестве устройства, поддерживающего вращение барабана, используется ось, с двух сторон которой установлены корпуса подшипников, сообщенные через пружины с барабаном.

В том числе известен каток [3], агрегируемый с трактором, включающий вращающийся барабан, пружины с направляющими в виде штифтов и втулок, расположенные перпендикулярно внутренней поверхности барабана, устройство, поддерживающее вращение барабана, в котором использована ось, с двух ее сторон установлены корпуса подшипников, сообщенные через пружины с барабаном, причем штифты соединены с цилиндрической поверхностью барабана резьбовыми соединениями и имеют фиксацию для предотвращения самоотвинчивания, а на наружной поверхности барабана размещена навивка из трубы диаметром 3/4 дюйма по винтовой линии с шагом 360 мм.

Их основными недостатками являются низкое качество обработки почвы и сложность конструкции, и ненадежность установки пружин. Также отсутствие возможности прикатывания посевов, слабая деформация пружин и энергия вибрации, так как она определена расстоянием между втулками и штифтами, которое мало, так как перемещению мешают горизонтально расположенные втулки и штифты, а также сложность монтажа на втулки и штифты пружин. В том числе низкая амплитуда колебаний барабана при вращении, обусловленная расположением штифтов и втулок во взаимно

перпендикулярной плоскости, сложность монтажа и демонтажа пружин и штифтов.

С целью повышения качества обработки почвы за счет увеличения степени деформации пружин и энергии вибрации, упрощения монтажа пружин нами предлагается модернизированный вибрационный каток, агрегируемый трактором, включающий вращающийся барабан с размещенной на его наружной поверхности навивкой из трубы диаметром 3/4 дюйма по винтовой линии с шагом 360 мм, пружины, штифты, расположенные перпендикулярно внутренней поверхности барабана, устройство, поддерживающее вращение барабана, в котором использована ось, с двух ее сторон установлены корпуса подшипников, соосищенные через пружины с барабаном, согласно полезной модели, штифты состоят из двух частей, причем концы первой части выполнены в виде цилиндрических втулок и жестко закреплены в виде крестовины на оси, концы второй части выполнены в виде крышек с фланцами, являющимися направляющими для пружин, жестко соединены с цилиндрической поверхностью барабана при помощи болтов с элементами фиксации для предотвращения самоотвинчивания.

Новыми элементами являются то, что штифты состоят из двух частей, причем элементы первой части выполнены в виде цилиндрических втулок, жестко закреплены в виде крестовины на корпусах подшипников, установленных на оси, концы второй части выполнены в виде крышек с фланцами, являющимися направляющими для пружин, жестко соединены с внешней цилиндрической поверхностью барабана при помощи болтов с элементами фиксации для предотвращения самоотвинчивания.

#### **Список литературы**

1. Патент РФ № 105561 МПК А01В 29/04. Каток ударного действия / М.С. Шапарь : ФГОУ ВПО «Приморская ГСХА», Оpubл. 20.06.2011. Бюл. № 17.
2. Патент РФ № 141027, МПК А01В 13/08. Вибрационный каток / Г.Г. Маслов, Е.М. Юдина, М.О. Юдин и др. : ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, Оpubл. 27.05.2014. Бюл. № 15.
3. Патент РФ № 196568, МПК А01В 29/04. Вибрационный каток / Г.Г. Маслов, Д.А. Ушаков : ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Оpubл. 05.03.2020. Бюл. № 7.
4. Патент РФ № 224790, МПК А01В 29/04, А01В 29/00. Вибрационный каток / Б.Ф. Тарасенко, А.В. Зацаринный, И.А. Зацаринная и др. : ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Оpubл. 04.04.2024. Бюл. № 10.

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Титова В.Э., Гидзева Д.Н., Гладкова С.В., Шелухин А.А.**  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,  
г. Краснодар, Россия

Современное сельское хозяйство стоит на пороге масштабной трансформации, обусловленной внедрением цифровых технологий. Цифровая трансформация охватывает все сферы аграрного производства, от управления полями и посевами до логистики и цепочек поставок. В этом процессе особая роль отводится дронам и искусственному интеллекту (ИИ), которые открывают новые возможности для повышения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства.

Целью данного исследования является изучение роли и перспектив применения дронов и ИИ в цифровой трансформации сельского хозяйства.

Дроны являются одним из перспективных инструментов цифровой трансформации сельского хозяйства. Они обладают широким спектром функций, которые могут быть использованы для решения различных задач в сельском хозяйстве. Функциональные возможности дронов [1, 2]:

Мониторинг состояния посевов и земель: дроны могут оснащаться камерами, которые позволяют получать высококачественные изображения и видеозаписи полей. Эти данные могут быть использованы для оценки состояния посевов, выявления проблемных зон, определения потребности в орошении, удобрениях и пестицидах.

Опрыскивание и внесение удобрений: дроны могут быть оснащены распылителями, которые позволяют проводить опрыскивание посевов пестицидами, гербицидами и фунгицидами, а также вносить удобрения.

Сбор данных: дроны могут быть оснащены различными датчиками, которые позволяют собирать данные о температуре, влажности воздуха, состоянии почвы и других параметрах. Эти данные могут быть использованы для оптимизации сельскохозяйственных процессов.

Контроль погоды: дроны могут быть использованы для контроля погоды, отслеживания движения облаков и выявления потенциальных угроз, таких как град или засуха.

Охрана: дроны могут быть использованы для охраны посевов и земель от несанкционированного доступа.

В использовании дронов кроется ряд преимуществ. Они обеспечивают высокую точность в выполнении задач, превосходящую возможности традиционных методов. Благодаря своей эффективности, дроны способны оперативно выполнять работы, что экономит как время, так и ресурсы. Их использование также повышает безопасность, уменьшая риски для здоровья работников, осо-

бенно в сельском хозяйстве. Плюс, с постоянным снижением цен на дроны, они становятся более доступными для широкого круга пользователей.

Искусственный интеллект обладает огромным потенциалом для трансформации сельского хозяйства. ИИ может анализировать большие объемы данных, полученных с датчиков, дронов и спутниковых снимков, предоставляя ценные сведения о состоянии посевов, погоде и здоровье животных. На основе этих данных можно прогнозировать урожайность, выявлять проблемы и оптимизировать процессы, такие как посев, орошение и внесение удобрений [2, 3].

Кроме того, ИИ используется для создания умных систем управления полями, которые автоматически регулируют параметры орошения, внесения удобрений и применения пестицидов. Это повышает эффективность использования ресурсов, снижает негативное воздействие на окружающую среду и улучшает качество продукции. Также ИИ помогает в разработке систем точного земледелия, учитывающих индивидуальные потребности каждого участка поля.

Таким образом, цифровая трансформация сельского хозяйства через внедрение дронов и искусственного интеллекта открывает новые возможности для повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности аграрного сектора. Дроны используются для мониторинга посевов, опрыскивания и сбора данных, в то время как ИИ анализирует эти данные, оптимизирует процессы и прогнозирует урожайность. Несмотря на то, что внедрение дронов и ИИ требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение, обучение персонала и не всегда очевидно, что инвестиции в дроны и ИИ окупятся в короткие сроки, преодоление этих вызовов при поддержке государств, частного сектора, научных организаций и фермеров может сделать дроны и ИИ мощными инструментами для решения проблем продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.

#### Список литературы

1. Сулимин В.В. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве: тенденции, вызовы и возможности для устойчивого развития / В.В. Сулимин, В.В. Шведов // Вестник евразийской науки, 2023. Т. 15, № 6. – EDN MXYDET.

2. Цифровизация сельского хозяйства: состояние и перспективы / К.А. Татарин, Н.Н. Аникиенко, И.А. Савченко, С.М. Музыка // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2023. № 7. С. 225–229. – EDN UCRDPO.

3. Великанова Л.О. Цифровая трансформация сельского хозяйства: современные технологии развития / Л.О. Великанова, А.А. Максименко // Вестник Академии знаний, 2023. № 6 (59). С. 113–118. – EDN SLVGKY.

## ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ РАЗДАЧИ КОРМОВ СВИНЬЯМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

**Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время мобильные кормораздатчики на свиноводческих фермах используются далеко не часто. Это может быть связано с тем, что по трубам подавать корм дешевле. Стационарная система кормораздатчиков способна быть полностью автоматизированной, в отличие от процесса подачи корма мобильным кормораздатчиком. Процесс выдачи корма с использованием мобильного кормораздатчика занимает больше времени [1, 2].

Известно устройство для раздачи кормов свиньям – патент на изобретение № RU2101936C1. Конструкцией предусмотрены: заправочный бункер, имеющий выгрузной проем и шибер, связующий кормопровод с выгрузными окнами. Выгрузные окна могут перекрываться двумя группами заслонок. Штанга располагается на горизонтальной оси кормопровода. На штанге выполнены скребки. Штанга способна осуществлять движение возвратно-поступательно по горизонтали и ограничивается упорами и, закрепленными по краям кормопровода, которые соединяются со штангой и конечными выключателями. Конечные выключатели предназначены для осуществления управления приводным механизмом, имеющим тяговую цепь и, на участке, не контактирующем с рабочими органами, промежуточную тягу.

Управление производится АСУ, обеспечивающей подачу корма к объемным дозаторам, на которых выполнены заслонки со сводообрушителями. Сводообрушители установлены непосредственно над кормушками, имеющими форму круга или лотка. Для равномерной выдачи и удобства поедания корма свиньями кормушка имеет конусные распределители.

Устройство для раздачи корма приводится в действие по сигналу реле-времени. Кроме устройства раздачи, питание подается на устройство коррекции светового режима и, также, АСУ активирует приводные механизмы системы навозоудаления.

Недостатком приведенного выше устройства для раздачи корма может выступать то, что данная система предназначена только для подачи сухой массы комбикорма. При этом в соответствии с зоотехническими требованиями установлено, что влажный корм лучше усваивается, это касается в том числе витаминов и микроэлементов. Поросята поедают влажный корм с большим аппетитом [3, 4].

Существуют смесители-раздатчики, позволяющие увлажнять корм в потоке. Для реализации равномерного увлажнения комбикорма в потоке в предлагаемом смесителе-раздатчике (патент на изобретение № RU280413C1), с противоположной стороны от загрузочного бункера, в нижней части кожуха, выполнена выгрузная воронка. При этом подачу комбикорма внутри кожуха к вы-

грузной воронке осуществляют с помощью спирального транспортера. Ниже выгрузной воронки установлен трубопровод-увлажнитель, выполненный из прямоугольной трубы в форме кольца. На внутренней поверхности трубопровода-увлажнителя выполнены отверстия. Трубопровод-увлажнитель соединен с питающим трубопроводом. На питающем трубопроводе установлен кран. Ниже выгрузной воронки на шпильке установлен лопастный рассекатель, который выполнен с возможностью вращения. Лопастный рассекатель предназначен для формирования кольцевого потока комбикорма, замедления скорости его движения, а также увеличения порозности данного кольцевого потока. Изменением высоты положения лопастного рассекателя возможно оказать влияние на скорость движения и порозность потока комбикорма, а также угол между вертикальной осью симметрии и направлением движения потока комбикорма. Ниже лопастного рассекателя, вдоль вертикальной оси симметрии трубопровода-увлажнителя, выполненного из прямоугольной трубы в форме кольца, расположен трубопровод-увлажнитель из круглой трубы, в трубопроводе-увлажнителе выполнены отверстия. Ниже трубопровода-увлажнителя установлен питающий трубопровод, проходящий при этом через вертикальную ось симметрии кормушки, на питающем трубопроводе установлен кран. Данная конструкция также может быть оснащена АСУ, что не рассмотрено на данный момент в патенте на изобретение № RU280413С1 [5].

#### Список литературы

1. Трофимов Р.В. Пути развития средств механизации раздачи корма свиньям на животноводческих комплексах / Р.В. Трофимов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, Майский, 01 декабря 2022 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 156–159.
2. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Практикум / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. 195 с.
3. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. Белгород : издательство Белгородской ГСХА, 2007. 147 с.
4. Машины и оборудование в растениеводстве / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. 170 с.
5. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2014. 194 с.
6. Основы механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства / К.Н. Путиенко, И.В. Мартынова, А.В. Асыка, Л.Н. Красавина. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. 60 с. – EDN IOWCOQ.

## **МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ ДОЗАТОР КОРМОВ**

**Цыганков А.В., Колесников А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Научными исследованиями и практикой доказано, что от качества корма, во многом зависит повышение продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. Простые смеси из нескольких видов кормов, сбалансированные по составу, дают значительно больший эффект при кормлении животных, нежели корм из одной молотой культуры. Поэтому дозирование в кормоприготовлении является важной и актуальной задачей [1, 2].

В настоящее время набирает обороты внедрение вибрационного оборудования. Преимущества вибрационных дозаторов, перед другими типами дозирующих устройств непрерывного действия очевидны.

Точность многокомпонентного дозирования сыпучих кормов существенно повышается при вибрационном воздействии на дозируемый материал. Вибрационное воздействие приводит сыпучий кормовой материал в состояние «псевдодвижения», что позволяет за счет снижения сил трения получить равномерное истечение. При этом скорость движения сыпучего корма в среднем остается постоянной, а это является технологической основой для получения малой погрешности дозирования. Высокая точность ввода ингредиентов позволяет достигнуть высокого качества кормовой смеси [3, 4].

Поэтому вибрационные дозаторы можно использовать для механизации дозирования в кормоприготовлении или в качестве дозирующих устройств в поточных технологических линиях раздачи кормов.

Принцип работы рассматриваемого дозатора, достаточно прост. Исходные сыпучие корма подаются через бункеры-дозаторы в виброжелоб. Виброжелоб снабжен перемешивающими элементами, стержнями и регулировочными пластинами. Виброжелоб приводится в движение трехфазным линейным асинхронным двигателем и тягой, жестко связанной с корпусом виброжелоба и являющейся вторичным элементом трехфазного линейного асинхронного двигателя. Под действием вибрации сыпучие корма перемещаются в виброжелобе к первому перемешивающему элементу, на котором благодаря коническим поверхностям происходит разрыхление и первичное смешивание. Далее частицы сыпучей массы, поступающие на конические поверхности на разных расстояниях от осей их оснований, которые параллельны продольным осям желоба, в результате соприкосновения с конусами отражаются с различными скоростями и в различных направлениях, что способствует интенсификации смешивания. После этого корм падает с зубчатой составляющей перемешивающего элемента на днище виброжелоба и перемещается по коническим поверхностям, но уже второго и последующего перемешивающих элементов. Перемешанная масса сходит с разгрузочного желоба [5].

Как показывают опыты, для исключения или снижения эффекта сгуживания корма в зоне выгрузного патрубка, в вибрационном дозаторе кормов, необходима форма конического виброднища, выполненная по криволинейной образующей, которая обеспечит постоянную среднюю скорость движения частиц корма. Так же, во время изучения опытов, установлены теоретические зависимости между конструктивными параметрами и кинематическими режимами работы виброднища для обеспечения постоянной скорости движения частиц корма по виброднищу. Увеличение или уменьшение скорости перемещения частиц и подачи рационально осуществлять изменением амплитуды колебаний виброднища. Наибольшее влияние на мощность, расходуемую на вибропобуждение сыпучего корма побудительным конусом внутри бункера, оказывают амплитуда и частота колебаний рабочего органа.

В процессе работы дозаторы должны выполнять следующие функции: обеспечивать выдачу заданного количества материала (дозы) с требуемой точностью; обеспечивать расход непрерывным потоком с целью поддержания заданной подачи материала, выдаваемого за определенный промежуток времени; обеспечивать заданный расход одного из исходных компонентов смеси.

Вибрационные дозаторы нашли широкое применение в оборудовании для переработки сахарной свеклы и последующей переработки отходов данного производства. Дозаторы данного типа можно встретить в технологии получения кормовых дрожжей, растительного витаминного концентрата и пектина из отходов свеклосахарного производства [6, 7].

#### Список литературы

1. Васильев С.Н. и др. Производство и использование комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах : учебное пособие / под общ. ред. И.Я. Федоренко. Барнаул, 2003. 150 с.
2. Леонтьев П.И. и др. Технологическое оборудование кормоцехов. М. : Колос, 1984. 157 с.
3. Сергеев Н.С., Николаев В.Н., Литаш А.В. Многокомпонентный вибрационный дозатор сыпучих кормов // Аграрный вестник Урала, 2015. № 1 (131). С. 66–69.
4. Ведищев С.М., Прохоров А.В., Хольшев Н.В. Смеситель сухих рассыпных кормосмесей // Вопросы современной науки и практики / Ун-т им. В.И. Вернадского, 2012. № 4 (42). 326 с.
5. Обоснование основных параметров вибрационного смесителя сыпучих кормов / У.К. Сабиев [и др.] // Техника в сельском хозяйстве, 2008. № 4. С. 47–49.
6. Цыганков А.В., Колесников А.С. Сравнительный анализ технологий получения свекловичного пектина // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (13-15 марта 2024 года): Т. 1. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 143–144.
7. Ямашев Р.В. Колесников А.С. Дозатор-смеситель низкомолекулярных кислот // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах, Майский, 18-19 марта 2020 года. Том 3. Майский : Белгородский ГАУ, 2020 С. 46.

## ДОЗАТОРЫ КОРМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Цыганков А.В., Колесников А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При приготовлении кормовых смесей одним из важнейших технологических процессов является дозирование, к которому предъявляют особые требования [1].

Дозирование – это процесс отмеривания материала с заданной точностью, т.е. с погрешностью, не выходящей за установленные требования.

Неточное дозирование компонентов снижает кормовую и биологическую питательную ценность кормовых смесей, а избыток дорогостоящих компонентов приводит к удорожанию продукции и нарушению баланса питательных веществ, а в некоторых случаях к заболеванию животных. Особо строгую точность предусматривают при дозировании белково-витаминных и минеральных добавок, так как несоответствие норм их выдачи может привести даже к гибели животных [2, 3].

По принципу действия дозаторы подразделяют на: объемные и весовые (массовые). По способу работы: на порционные и непрерывного действия. По конструкции: на барабанные, тарельчатые, дисковые, ленточные, шнековые, бункерные; по виду корма. Также существует классификация по назначению – для сыпучих и влажных кормов. По степени автоматизации дозаторы могут быть с ручным управлением, автоматизированные и автоматические [4].

При использовании объемного способа порции отмеривают, а при использовании массового – отвешивают. Иногда применяют комбинированное объемно-массовое дозирование, при котором сначала отмеривают порцию, а затем ее массу доводят до заданной на весовом устройстве.

Многообразие предлагаемых машин, применяемых для многокомпонентного дозирования, свидетельствует о том, что продолжаются поиски наиболее рационального типа дозирующей машины, которая обеспечила бы большую производительность и меньший расход энергии, отвечала бы в полной мере зоотехническим и технологическим требованиям современного производства кормовых смесей [5, 6].

Обзор и анализ наиболее распространенных типов дозаторов и комбикормовых агрегатов для приготовления сыпучих кормовых смесей показывает, что одним из перспективных направлений является полезное использование вибраций.

Доказано, что применение вибрации позволяет повысить сыпучесть и однородность потока сыпучего корма, уменьшить сводообразование в бункере, снизить энергоемкость процесса.

Однако и у вибрационных дозаторов есть свои недостатки. К которым следует отнести недостаточно высокую точность дозирования, обусловленную осыпанием корма по всей высоте слоя корма в секциях бункера до достижения

флуктуирующей поверхности угла естественного откоса. Особенно существенно это проявляется в случае отключения вибровозбудителя.

Поэтому исследования, направленные на совершенствование и разработку дозирующих устройств, в том числе и для многокомпонентного дозирования являются весьма важными и актуальными в наше время.

Дозаторы вибрационного типа нашли широкое применение в химической, пищевой, перерабатывающей и других отраслях промышленности для дозирования, а иногда и одновременного смешивания многокомпонентных разнородных сыпучих и жидких материалов. При производстве комбикормов необходимо поддерживать не только абсолютную величину расхода каждого компонента, но и их соотношение в соответствии с рецептом. При многокомпонентном дозировании, значительного повышения точности соблюдения требуемой рецептуры, можно добиться путем применения вибрационного дозирования.

Вибрационные дозаторы используются для точного дозирования и взвешивания всех видов сыпучих материалов. Дозаторы оснащены электромагнитными приводами, которые вместе с соответствующим блоком управления позволяют обеспечить плавное изменение производительности, с адаптацией установки к вашим потребностям. Дозаторы идеально подходят для систем взвешивания, позволяя дозировать заданное количество материала. Желоб дозатора может быть изготовлен из углеродистой стали, окрашенной или нержавеющей стали.

#### Список литературы

1. Сабиев У.К. Интенсификация технологических процессов приготовления комбикормов в условиях сельскохозяйственных предприятий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Барнаул, 2012. 43 с.
2. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: учеб. пособие. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2004. 180 с.
3. Глобин А.Н. Рясный А.В. Исследование процесса дозирования при переработке сельскохозяйственного сырья. Инновационные пути развития агропромышленного комплекса // Инновационные технологии в области хранения и переработки продукции сельскохозяйственного производства: задачи и перспективы. Международный сборник научных трудов. Зерноград : ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. С. 93–95.
4. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. М. : Агропромиздат, 1990. 336 с.
5. Патент № 2268611 С2 Российская Федерация, МПК А23К 1/14, А23N 17/00, F26B 3/02. Способ и установка для переработки свекловичного жома: № 2003112287/13 : заявл. 25.04.2003; опубл. 27.01.2006 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, В.А. Ветров [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.
6. Цыганков А.В., Колесников А.С. Сравнительный анализ технологий получения свекловичного пектина // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (13-15 марта 2024 года): Т. 1. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 143–144.

## РОБОТИЗАЦИЯ МТФ

**Чехунов О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Рассмотрим технологические операции, выполняемые на МТФ и возможность их роботизации или автоматизации (наличие на рынке соответствующих роботов или автоматических интеллектуальных машин).

Поение – данный процесс не требует наличия интеллектуальной техники и значительных затрат ручного труда, а его техническая реализация выражается в использовании различного типа автоматических поилок [1].

Приготовление корма – данную операцию, к которой предъявляются довольно высокие требования со стороны зоотехнии, можно полностью роботизировать, используя различного рода системы кормления, например, Pellón TMR («Pellon Group OY»), Free Stall Feeder («GEA Farm Technologies»), Optimat™ II master («Delaval»), Triomatic («Trioliet»), Vector («Lely») и др.

Раздача кормов – данную операцию в не зависимости от способа содержания скота можно полностью роботизировать, используя различного рода роботы-кормораздатчики – стационарные (например, Q25 «Delaval», Pellon Belt Feeder («Pellon Group OY»), Lely Cosmix P («Lely») и др.), ограниченной мобильности перемещаемые по монорельсу (например, Pellón Combi («Pellon Group OY»), Mix Feeder («GEA Farm Technologies»), FM 460/1300 и RA 135 («Delaval») и др.) и мобильного исполнения (например, Innovado («Schuitemaker Machines B.V.») и др. [2].

Подгребание корма на кормовом столе – данную операцию, осуществляемую как, правило вручную 3-6 раз в день, затрачивая каждый раз не менее 20 минут можно полностью роботизировать, используя роботы ограниченной мобильности (например, Butler-Plus («Wasserbauer») или полностью мобильные решения (например, Juno («Lely») [3].

Выгул, пастбище и перемещение животных по территории фермы – данные операции могут быть полностью роботизированы, используя при этом селекционные и пропускные ворота, подключенные к системам управления стадом и автоматические пастбищные системы (например, Voyager «Lely»), роботы-пастухи, например, Shrimp.

Уход за животными, часть операций, входящих в данный блок, может быть автоматизирована, используя ванны и коврики для чистки копыт, автоматические щетки-чесалки и др.

Машинное доение коров и первичная обработка молока – операции, определяющие качество и объемы получаемой на МТФ продукции, могут быть полностью роботизированы за счет применения доильных роботов в совокупности с танками-охладителями молока, например, VMS и AMR («DeLaval»), Astronaut («Lely»), Leonardo («Westfalia»), Galaxy («SAC»), Merlin («Fullwood»),

AMSLiberty («Prolion») и др. Также интенсивно развиваются роботизированные системы доения с адаптивными доильными аппаратами [4].

Навозоудаление – наиболее энергозатратная операция на МТФ, которая может быть полностью роботизирована с использованием автоматических скреперных установок, работающих по задаваемой в блоке управления программе, например, скреперы компании «Farmtec», или мобильных роботов для уборки навозных проходов (например, Scarabeo («Sermar Sas») и обслуживания щелевых полов (например, Discovery («Lely»), SRone «GEA Farm Technologies», RS250 («DeLaval»), JOZ-Tech («JOZ»), PriBot («Peter Prinzing GmbH») и др.) [5].

Подправка подстилки и очистка стойл – осуществляется вручную (не менее одного раза в день), роботизированные системы отсутствуют.

Ветеринарное обслуживание скота – осуществляется вручную (не менее одного раза в день), роботизированные системы отсутствуют.

Таким образом рассмотрев операции на МТФ видно, что интеллектуальные машины и оборудование, в том числе и роботизированные системы не применяются при подправке подстилки и очистке стойл, ветеринарном обслуживании скота, а также при выдаче концентрированных кормов и кормовых добавок на кормовой стол в дополнение к основному рациону. Следовательно, этим вопросам следует уделять внимание при проектировании новых машин.

#### Список литературы

1. Макаренко А.Н. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве / А.Н. Макаренко, О.А. Чехунов. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. 64 с.

2. Животноводство и роботы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotrends.ru/robopedia/zhivotnovodstvo-i-roboty>.

3. Науменко А.А. Роботизированные системы в животноводстве / А.А. Науменко, А.А. Чигрин, А.П. Палий и др. – Харьков : ХНТУСХ им. Петра Василенка, 2015. 171 с.

4. Патент № 2262841 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/04. Доильный аппарат : № 2004110092/12 : заявл. 02.04.2004 : опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр [и др.] ; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА). – EDN UVQCUS.

5. Патрин П.А. Современные технологии и техника в АПК / П.А. Патрин, В.А. Новик, Д.С. Рудаков. Новосибирск : НГАУ, 2024. 96 с.

# ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 621.791

## ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ КУЛЬТИВАТОРОВ

Батырев Е.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Культиватор – это машина для обработки почвы, которая может выполнять разные задачи. В зависимости от модели устройство рыхлит и пропалывает землю, удаляет сорняки, перемешивает удобрения. Культиватор подходит для работы на грядках, клумбах и в теплицах. Культиваторы различаются по типу конструкции – автоматические и механические [1].

Основные возможные дефекты у культиваторов: износ, приводящий к затуплению лезвий рабочих органов (стрельчатых, рыхлительных и окучников); износы втулок, осей колес, сальников, резьб на деталях; перекося и скручивание деталей рамы; перекося грядилей; износы деталей механизмов подъема рабочих органов и управления колесами, соединительного шарнира и др.

Большинство рабочих органов культиваторов (кроме рыхлительных лап) изготавливают самозатачивающимися, наплавленными твердыми сплавами с тыльной стороны, и восстановлению они не подлежат [2, 4]. Рыхлительные лапы затачивают сверху до толщины режущих кромок не более 1 мм. Стрельчатые лапы можно восстановить постановкой сменных лезвий на потайных заклепках или приваркой накладки на носок. После постановки сменную лапу нагревают до 820°C и закаливают в воде. Лапы из стали 70Г закаливают в масле.

Накладку изготавливают из выбракованных сегментов жаток и косилок или из дисков сошников сеялок. После приварки на выступающую часть накладки с тыльной стороны наплавливают газовой сваркой слой сормайта № 1 толщиной 0,7...1,0 мм, затем зачищают наплывы и затачивают лезвие [5].

На ремонтных предприятиях лапы культиватора КРХ-4 восстанавливают по следующей технологии: правка с нагревом; газопламенная обрезка изношенной части; приварка пластины из стали 65Г и газопламенное напыление с нижней стороны лапы износостойкого материала – металлического порошка ПГ-12Н-3 для обеспечения эффекта самозатачивания.

Стойки лап при отклонении от плоскостности правят в нагретом состоянии. Потайные головки крепления лап к стойкам должны утопать до 1,0 мм. Стойки закрепляют так, чтобы носки лап при проверке на плите не имели зазора более 1 мм, а кромки лезвия – 3 мм. Носок стрельчатой лапы может быть смещен от вертикальной оси симметрии грядиля на  $\pm 3$  мм. На контрольной плите проверяют перпендикулярность уголков стойки прицепа и осей грядилей прицепных культиваторов к брусу рамы [6].

Отклонение допускается не более 5 мм в крайних точках. Для установки колес и рабочих органов на требуемую глубину обработки под колеса культиватора ставят деревянные прокладки, толщина которых на 20 ... 30 мм (погруже-

ние колес в почву) меньше требуемой глубины обработки почвы. При этом раму культиватора ставят параллельно плоскости контрольной плиты, а задние концы держателей рабочих органов и грядилей располагают на одинаковой высоте от нее.

Зазор от плиты до носка лап рабочих органов, не регулируемых в вертикальном направлении, для стрелчатых лап не должен превышать 7 мм, для рыхлительных – 20 мм. Сжатая пружина на всех штангах культиватора должна быть одинаковой длины.

#### Список литературы

1. Старокожев И.Р. Дисково-ножевой мульчировщик / И.Р. Старокожев, А.В. Асыка // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Майский, 13-15 марта 2024 года. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 368–369. – EDN QYMC GA.

2. Шарая О.А. Способы Повышения износостойкости изделий из чугуна путем упрочняющей обработки их поверхности / О.А. Шарая, Н.В. Водолазская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2020. № 4 (28).С. 106–116. – EDN RLOWDI.

3. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.П. Захаржевский [и др.]. Москва-Белгород : Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 200 с. – ISBN 978-5-905563-55-3. – EDN VPPYDB.

4. Лихолетов В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. Том 2. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. С. 46. – EDN VUAOGD.

5. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN HBQLLW.

6. Designing a combined coulter for exemplary sowing of cereals / A.S. Novitsky, A.V. Bondarev, A.A. Dobritsky [et al.] // Revista de Investigaciones Universidad del Quindio. 2022. Vol. 34, No. S3. P. 222–231. – DOI 10.33975/riuq.vol34nS3.1072. – EDN GNTVXA.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОШНИКОВ

**Батырев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Сошник – режущая часть сохи, плуга, культиватора и других сельскохозяйственных орудий, предназначенная для взрыхления почвы. Сошник является острым наконечником, который подрезает пласт земли, проводя борозды. Сошник плуга обычно называется лемехом [1-3].

Стенки сошников со сквозным износом наплавляют электродами Т-590, Т-620. Носок сошника при износе на 8...10 мм оттягивают кузнечным способом и наплавляют сормайтом № 1. При этом носок нагревают до 1000°С и наплавляют на его рабочую поверхность газовым пламенем слой сормайта толщиной 1 мм и шириной 15...20 мм. После этого на обдирочно-шлифовальном станке затачивают с тыльной стороны переднюю кромку лезвия под углом 25...30° до толщины  $1\pm 0,2$  мм [4].

Сошники со сквозными износами восстанавливают приваркой накладки толщиной 4 мм из отходов рессорной стали, дисков. Накладку приваривают внахлестку электродом типа Э42.

Измятые лопасти ротора рихтуют, разрывы и места отрывов лопастей от ступицы заваривают газовой сваркой стальными прутками. Отверстия в ступице ротора при зазоре более 1,0 мм развертывают под ось увеличенного диаметра.

Спирально-ленточные семяпроводы. Дефекты – смятые, растянутые и поломанные витки. Их правят на конусной стальной оправке деревянным молотком. Растянутые семяпроводы сжимают до нормальной длины, фиксируют ее с помощью проволочных крючков, нагревают до 850°С, затем в вертикальном положении опускают на 1...2 с в воду, подогретую до 50°С, и проводят самопуск охлаждением на воздухе до 200...230°С и далее в воде.

При растягивании семяпроводов усилием до 40 Н не должно быть остаточной деформации витков. Дефектные семяпроводы из прорезиненной ткани заменяют. Для проверки качества семяпровода его скручивают на 360° и сгибают пополам. Исправный семяпровод после снятия нагрузки должен вернуться в исходное положение без следов деформации. Мундштуки семяпроводов с разрывами выбраковывают и изготавливают новые из листового железа толщиной 1,0 мм.

В режущем аппарате затупляются и выкрашиваются лезвия сегментов ножа и вкладыши пальцев; изнашиваются поверхность отверстия головки шатуна, зубья щечек головки шатуна и установочных реек, посадочные места шарнира крепления коромысла-; изгибаются уголки пальцевого бруса, изгибаются и скручиваются пальцы и перекашиваются секции.

При разрушении сегментов ножей на участке более 5 мм сегменты заменяют, используя стенд или приспособление для ремонта режущих аппаратов.

На стенде нож подают с рамы правых секций в штамп прессы, где пуансонами удаляют заклепки изношенных сегментов, отсоединяя их от спинки ножа. На раме левых секций проверяют прямолинейность и правят спинку ножа. Отклонение от плоскостей допускается не более 1 мм на длине ножа 1 м. Заменяя блок в штампе, приклепывают новые сегменты [5].

В собранном режущем аппарате нож должен передвигаться от усилия руки легко, без заеданий. В крайних положениях ножа оси сегментов должны совпадать с осями пальцев с точностью до 5 мм (в силосоуборочном комбайне до 3 мм). При необходимости регулировка достигается изменением длины шатуна. Сегменты свободно прилегают к вкладышам пальцев при зазоре возле носка сегмента до 0,5 мм и у основания – 1,5 мм. Отклонение от плоскостности вкладышей пальцев допускается не более 0,6 мм. Проверяют это расстояние щупом, измеряя зазор между вкладышами и линейкой, устанавливаемой поочередно на три ряда расположением вкладыша.

### Список литературы

1. Designing a combined coulter for exemplary sowing of cereals / A.S. Novitsky, A.V. Bondarev, A.A. Dobritsky [et al.] // Revista de Investigaciones Universidad del Quindio. 2022. Vol. 34, No. S3. P. 222–231. – DOI 10.33975/riuq.vol34nS3.1072. – EDN GNTVXA.
2. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.П. Захаржевский [и др.]. Москва-Белгород : Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 200 с. – ISBN 978-5-905563-55-3. – EDN VPPYDB.
3. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.
4. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN HBQLLW.
5. Лихолетов В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. Том 2. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. С. 46. – EDN VUAOGD.

## **О ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ**

**Белохвостов Г.И., Кунаш М.В., Позняков Д.М.**

Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

Во всём мире существует проблема акустического загрязнения окружающей среды, которая вызвана большим количеством транспортных средств. Длительное воздействие высокого уровня шумового загрязнения может иметь серьезные последствия для здоровья, включая высокое кровяное давление, сердечно-сосудистые заболевания и преждевременную смертность. Шум оказывает влияние на психическое состояние человека, вызывает чувство беспокойства и раздражения, повышает психическую утомляемость, что в итоге влечёт за собой не только ухудшение здоровья, но и снижение безопасности труда, его производительности и качества.

Одним из основных источников аэродинамического (воздушного) шума является его силовая установка – двигатель внутреннего сгорания (ДВС), а именно: система впуска топливовоздушной смеси в рабочие цилиндры, система выпуска отработавших газов и крыльчатка вентилятора.

Шум процесса впуска можно отнести к разряду низкочастотных шумов с выделяющимися тональной составляющей на основной частоте заполнения цилиндров свежим зарядом и чётными обертонами. В отличие от шума выпуска составляющие в высокочастотной области спектра шума впуска имеют более низкие уровни, так как скорости потока воздуха при впуске значительно ниже, чем скорости потока отработавших газов [1].

Величина звуковой энергии, излучаемой впускными отверстиями, зависит от производительности системы, определяемой для каждого конкретного двигателя скоростным режимом работы, а также акустическими характеристиками тракта, воздушных фильтров и глушителей [1].

Шум процесса выпуска является следствием выброса отработавших газов из цилиндров и движения газового потока в выпускном тракте с большими скоростями. Основная доля звуковой энергии, излучается через выпускные отверстия, а величина её во многом зависит от режима работы двигателя, акустических характеристик выпускного тракта и глушителей [1].

При не заглушённом шуме процесса выпуска уровни звукового давления вокруг двигателя во всём диапазоне звуковых частот определяются только шумом выпуска. Полное исключение его при отводе отработавших газов через трубу, что равносильно установке идеального глушителя, приводит к большому уменьшению шума вокруг двигателя. Последующее полное исключение шума процесса впуска при заборе воздуха через трубу практически решает задачу уменьшения низко- и среднечастотного шума двигателя. Таким образом, излу-

чаемый двигателем воздушный шум будет зависеть прежде всего от эффективности заглушающих устройств во впускном и выпускном трактах [1].

Аэродинамический шум, создаваемый крыльчаткой вентиляторов системы жидкостного охлаждения, в общем воздушном шуме двигателей проявляется лишь после исключения шума выпуска и впуска обычно только на основной частоте шума вращения крыльчатки. На этой частоте уровень звукового давления выделяется в спектре шума двигателей на 5-8 дБ. В остальных диапазонах частот уровни звукового давления, создаваемые вентилятором, значительно ниже уровней от других источников.

Эффективность работ, связанных с разработкой глушителей шума, может быть существенно повышена с использованием модульного принципа расчета и проектирования. Существующие методы расчета: метод электроакустических аналогий; метод передаточных матриц; численные методы конечных и граничных элементов.

Приоритетные задачи расчета и конструирования глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания на ближайшую перспективу:

- определение конфигурации и размеров глушителя с требуемыми характеристиками [2];
- моделирование и оптимизация гидравлических и акустических характеристик глушителей шума поршневых двигателей на основе теории чисел [3].

На кафедре управления охраной труда факультета технического сервиса АПК Белорусского государственного аграрного технического университета разработаны инновационные конструкции глушителей шума выпуска, имеющих улучшенные характеристики [4-7].

#### Список литературы

1. Разумовский М.А. Борьба с шумом на тракторах. – Минск : «Наука и техника», 1973. 208 с.
2. Комкин А.И. Разработка современных методов расчета и проектирования автомобильных глушителей с требуемыми характеристиками / А.И. Комкин. СПб. : Балт. гос. техн. ун-т «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2012. 48 с.
3. Новые направления в конструировании глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / В.Я. Груданов [и др.] // Вестник БарГУ. Сер. Технические науки. 2022. № 2 (12). С. 74–84.
4. Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции / Г.И. Белохвостов [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, 23-25 ноября 2022 г. / редкол.: Н.М. Дерканосова [и др.]. Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. С. 56–64.
5. Кунаш М.В. Совершенствование глушителя шума тракторов «БЕЛАРУС» / М.В. Кунаш, Г.И. Белохвостов, Н.И. Зезетко // Агропанорама, 2024. №1 (161). С. 12–16.
6. Романченко М.И. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 112 с. – ISBN 978-5-905686-07-8. – EDN ХМАТАО.
7. Романченко М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор, 2019. № 12. С. 40–42. – EDN МХЕИЗВ.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ FDM ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ**

**Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технология FDM подразумевает создание трёхмерных объектов за счёт нанесения последовательных слоёв материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков.

FDM технологии широко применяется для создания прототипов и функциональных деталей, а также для небольших серийных изделий. К преимуществам данной технологии можно отнести широкий спектр материалов (термопластиков), что позволяет изготавливать детали с требуемыми физико-механическими свойствами. Также следует отметить низкую стоимость оборудования и простоту технологии.

При выборе пластика для печати решающее значение имеет назначение печатаемых деталей, так как некоторые пластики токсичны и при работе с ними необходимо не только учитывать ограничения по контакту с пищевыми продуктами, но и следует быть особенно внимательным к соблюдению техники безопасности при печати. В качестве примера можно выделить пластик акрилонитрилбутадиенстирол (ABS). К преимуществам данного пластика можно отнести прочность и устойчивость к ударам, что позволяет изготавливать из ABS высокопрочные детали; химическая стойкость и влагостойкость, так как полимер не чувствителен к воздействию влаги, масел, растворителей, поэтому из него можно производить комплектующие, которые устанавливаются во влажных или агрессивных средах; низкий вес, возможность производства деталей сложных форм, хорошая стойкость к истиранию. Из недостатков следует отметить выделение опасных веществ при возгорании.

Также важны характеристики используемого принтера, так как помимо диаметра филамента, имеют значение его температура плавления, некоторые пластики, например, РЕЕК (полиэфирэфиркетон) – полукристаллический пластик с уникальным сочетанием химической, механической и термической стойкости, применяется для производства функциональных прототипов деталей, испытывающих повышенные физико-механические или температурные нагрузки. Из-за тугоплавкости и большого количества испарений при нагреве не подходит для печати на домашних 3D-принтерах, поэтому применяется только в заводских/промышленных условиях.

Наличие или отсутствие у принтера подогреваемой платформы и закрытой камеры существенно влияет на возможности применения различных пластиков. Наименее требовательным к данным характеристикам является пластик, изготовленный из полимерполимолочной кислоты (PLA), обладает нулевой усадкой, что позволяет изготавливать детали высокой точности. Данный пластик

является био-разлагаемым и нетоксичен. Он довольно твёрдый, но на деле очень хрупкий и не подходит для использования в работающих механизмах. Также под воздействием воздуха и ультрафиолета, как и любой натуральный материал, со временем становится более хрупким, вследствие чего не рекомендуется для долговременного применения при больших физических нагрузках или использования без защитного покрытия на открытом воздухе. Низкая температура размягчения (50°C).

Так как применение FDM технологии основано на послойном формировании поверхности, необходимо учитывать не только прочность, упругость и температуру плавления, но и межслоевую адгезию. Готовые изделия чаще всего подвержены разрушению именно вдоль слоев из-за недостаточного или неравномерного спекания между собой. Но есть исключения, например, пластик PETG (полиэтилентерефталат-гликоль) не токсичен, можно печатать изделия, предназначенные для контакта с пищей, но степень его межслойной адгезии настолько высока, что под воздействием повышенных нагрузок готовые изделия чаще ломаются не вдоль, а против слоев.

Несмотря на все вышеперечисленные особенности изготовления деталей для сельскохозяйственных предприятий с помощью FDM данная технология является наиболее перспективной для обеспечения технической и технологической независимости в сельскохозяйственном машиностроении.

#### Список литературы

1. Пастухов А.Г. 3D-моделирование узлов технологического оборудования / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная // Достижения науки – агропромышленному производству : материалы LV международной научно-технической конференции., Челябинск, 27-29 января 2016 года / ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Том Часть 4. Челябинск : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. С. 110–114. – EDN WXNOKR.
2. Slobodyuk A. Modernization of structural design of op-2000 sprayer using apm win-machine cae system / A. Slobodyuk, S. Strebkov, A. Bondarev // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20-22 мая 2020 года. Jelgava, 2020. P. 94–101. – DOI 10.22616/ERDev 2020.19.TF022. – EDN KYALLW.
3. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Скляр [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. 76 с. – EDN UMAWWX.
4. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 76 с. – EDN TXCLKE.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЫЛЬЧАТКИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

**Бережная И.Ш., Слободюк А.П.,** к.т.н., доцент,  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Насосные аппараты востребованы во всех областях промышленности. На рынке представлено множество разновидностей данных агрегатов, каждый из которых предназначен для решения определенных задач. Наибольшее распространение получили центробежные насосы.

Конструкция крыльчатки центробежного насоса представляет собой диск с расположенными на нем изогнутыми лопастями. В разных центробежных агрегатах их количество, геометрия, направление изгиба, расположение могут существенно отличаться. Разрушение или деформация крыльчатки напрямую влияет на работоспособность центробежного насоса, а из-за сложных рабочих условий, температурных перепадов вибрации, а также влияния воздействия перекачиваемой среды (высокая плотность, содержание абразива) крыльчатка является деталью, наиболее подверженной износу, деформации и разрушению.

При проектировании необходимо учитывать, что на эффективность работы насоса влияет угол наклона лопастей, т.е. угол между лопастями и плоскостью, в которой вращается крыльчатка (оптимальное значение зависит от типа и использования крыльчатки), а также форма и размер лопастей: они влияют на общую эффективность создания подъемной силы и передачи вращательного момента.

Так как форма крыльчатки центробежного насоса может быть открытого, полузакрытого или закрытого типа рассмотрим особенности их проектирования.

**Открытый тип.** Крыльчатка имеет форму морской звезды и позволяет транспортировать грязную жидкость с крупными включениями. При проектировании крыльчатки открытого типа чаще всего достаточно спроектировать вид сверху и переместить данное изображение вдоль оси, перпендикулярной плоскости эскиза.

**Полузакрытое колесо.** Лопасты расположены на специальном диске, что увеличивает надёжность помпы. Для проектирования таких деталей можно воспользоваться следующим алгоритмом: 1) построить эскиз одной лопасти; 2) переместить полученный эскиз перпендикулярно плоскости на толщину лопасти; 3) путем копирования вдоль окружности посадочной ступицы размножить предыдущий эскиз до требуемого количества таких лопастей; 3) построить ступицу; 4) построить диск, для повышения жесткости готовой конструкции.

**Закрытый тип.** Крыльчатка находится между двумя дисками. Такой тип устройства обладает высоким КПД и используется для перекачки только чистой воды. Для проектирования таких крыльчаток можно сначала спроектировать ступицу с лопастями, а затем добавить с двух сторон диски.

При проектировании крыльчатки центробежного насоса необходимо учитывать способ его изготовления и материал. Наиболее популярный материал для изготовления крыльчатки центробежного насоса является латунь, прочный и антикоррозийный материал, но в случае поломки часто возникает проблема быстрой замены из-за сложности изготовления таких деталей. Нержавеющая сталь обладает высокими механическими качествами, стойкостью к коррозии, но отличается низкими литейными качествами. Поэтому данные модели крыльчаток изготавливают посредством сварки, что влияет на долговечность таких деталей.

Хорошей альтернативой для изготовления крыльчатки центробежного насоса является пластик, так как это легкий, недорогой материал, а с помощью аддитивных технологий возможно изготовление крыльчатки с необходимыми физико-механическими свойствами.

В процессе проектирования для изготовления крыльчатки с помощью аддитивных технологий необходимо учитывать не только форму лопасти, но и ее толщину. При печати с помощью FDM или FFF технологий (послойное наплавление пластиковой проволокой) необходимо минимизировать нависающие элементы, требующие «поддержек» или дополнительной опоры, для сокращения времени печати и снижения расхода материала. Также при окончательной подготовке к изготовлению следует учитывать усадку используемого материала.

#### Список литературы

1. Слободюк А.П. Реверс-инжиниринг при восстановлении корзины фекального насоса / А.П. Слободюк, С.В. Стребков, И.Ш. Бережная // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 196–197. – EDN XFHNIIG.
2. Оборудование и эксплуатация нефтебаз и автозаправочных станций / А.А. Добрицкий, А.В. Бондарев, Д.Н. Бахарев [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. 227 с. – EDN IXVQAQ.
3. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза / А.Н. Макаренко, С.А. Булавин, В.Н. Любин [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 334 с. – EDN XGLYWX.
4. Колесников А.С. Смеситель-дозатор агрессивных жидкостей / А.С. Колесников // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 39–40. – EDN VQFXJR.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

**Вергун В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Подшипники качения являются важной частью механических систем. Они выдерживают большие нагрузки и имеют сложную конструкцию, а также используются во многих отраслях промышленности.

Конструкция подшипника включает внутренние и наружные кольца, тела качения, сепаратор, смазку и уплотнения. На работу подшипника влияют ряд факторов: температура, нагрузки, скорость вращения и смазка. Подшипниковые узлы в зависимости от того, где они устанавливаются делятся на опорные и силовые [1].

На безопасность и эффективность работы машины может влиять надежность подшипниковых узлов. Показатель надежности – это количественная характеристика свойств таких как: долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость [2].

Наше исследование посвящено радиальным шарикоподшипникам.

Технология диагностирования – это совокупность методов, параметров и операций, которые используются для установления окончательного диагноза. Использование таких технологий, не требующих выполнения сборочно-разборочных работ, снижает затраты на эксплуатацию сельскохозяйственной техники и способствует развитию автоматизированных диагностических систем.

Наиболее перспективными технологиями являются автоматизированные контактные и бесконтактные методы диагностики, позволяющие эффективно контролировать техническое состояние узлов трансмиссии. Примером такого метода на сегодняшний день является тепловой. Он позволяет заранее выявить неисправности и своевременно их устранить, что является большим преимуществом перед другими методами [3-5].

Для работы теплового метода нужно использовать испытательное оборудование. В современном мире существуют различные виды испытательного оборудования для диагностики подшипников: стендовые и переносные. Примером испытательного оборудования для теплового метода являются датчики температуры. Они контролируют и управляют состоянием деталей, предоставляя информацию об изменениях температуры.

### Список литературы

1. Тимашов Е.П. Моделирование температурного режима подшипникового узла карданного шарнира // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 87–100.
2. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Оценка надежности карданных шарниров на основе аналитических моделей теплонапряженности // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. № 8. С. 43–48.
3. Вергун В.И. Обоснование технологии диагностики трансмиссии автомобиля // Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе перспективных технологий и научно-технических решений : матер. Всероссийской науч.-техн. конф. – Воронеж: ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2022. С. 9–14.
4. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода // Труды ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 73–78.
5. Pastukhov A.G. Method of diagnostics of cardan joints transport and technological machines / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i Pogonske Mašine. 2013. Vol. 18, No. 2. P. 29–35.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ СИСТЕМ**

**Водолазская Н.В.**

ФГБОУ ВО «МИРЭА-Российский технологический университет»,  
г. Москва, Россия

В связи с необходимостью современной интенсификации процессов создания сельскохозяйственной отечественной техники возникает ряд проблем, связанных с повышением качества технологических операций, обеспечивающих надежность, долговечность и конкурентоспособность объектов агропромышленного комплекса [1-4]. В свою очередь, соответствующий уровень сельскохозяйственной техники обусловлен не только экономическими, конструктивными и технологическими факторами, но и специфическими условиями работы, например, такими как высокая механическая и химическая агрессивность среды, а также необходимостью поддержания оборудования и приспособлений к нему в постоянной эксплуатационной готовности [5, 6]. Следовательно, практическую значимость приобретают вопросы использования современных технологий сборки узлов как при изготовлении, так и при ремонтах различных сельскохозяйственных машин.

Актуальность решения этой проблемы для сборки, например, резьбовых соединений подтверждается тем, что в выпускаемых машинах до 80% всех соединений приходится на соединения резьбовыми крепежными деталями и при этом в среднем 45...70% отказов сельскохозяйственных машин связаны с этими соединениями [7, 8]. Перспективным направлением совершенствования технологических процессов сборки является повышение эффективности сборочных операций при использовании автоматических систем [9-11].

Анализ применения таких систем показывает, что существует целый ряд задач, одна из которых заключается в следующем. Из многочисленных вариантов возможной последовательности сборки изделий на машинах роторного типа лишь некоторые из них позволяют собрать изделие заданного качества при наименьших затратах средств и труда. Нахождение такого варианта представляет довольно сложную процедуру, состоящую из большого количества этапов. Одним из этапов обеспечения необходимого качества сборочной единицы является нахождение рациональной схемы ориентации и базирования ее элементов, например, при базировании резьбовых изделий необходимо учитывать такие факторы как срыв первых витков резьбы при наживлении, необходимость в отдельных случаях стопорения, сложность транспортирования резьбового узла при его сборке.

Для выбора наилучшей схемы установки, был проведен анализ процесса автоматической сборки болтов и гаек. Предполагалось, что соединение резьбовых деталей может производиться с разных направлений и под разными угла-

ми: в частности, осуществляться вдоль вертикали, вдоль горизонтали, а также под разными углами к вертикали и горизонтали.

Подводя итоги вышеизложенного, можно сделать следующие выводы: проведенный анализ процессов, происходящих в исследуемой сборочной системе, позволил установить рациональную схему ориентации и базирования резьбовой пары при проектировании оборудования для автоматизации сборочных процессов, в конечном результате проведенные исследования способствуют совершенствованию технической базы по обслуживанию и ремонту соответствующего оборудования.

### Список литературы

1. Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК / Ю.А. Ушаков, В.Ю. Бибарсов, М.А. Абдуллин, Н.Ф. Кокарев // Матер. междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 73–79.
2. Обеспечение надежности машин в процессе производства, эксплуатации и ремонта / А.В. Захарин, Р.В. Павлюк, Е.В. Зубенко и др. // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Белгород, 2018. С. 239–243.
3. Жилияков Д.И. Анализ эффективности и направления совершенствования государственной поддержки аграрных предприятий// Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2020. № 1 (25). С. 137–146.
4. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / А.В. Мешков, И.А. Бондарева, А.И. Кисилева и др. // Инженерная экономика и управление в современных условиях, 2019. С. 570–576.
5. Field tests of the experimental installation for soil processing – Текст: непосредственный / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81–86.
6. Slobodyuk A., Strebkov S., Bondarev A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WinMachine // Engineering for Rural Development. Proceedings, 2018. С. 836–842.
7. Водолазская Н.В. Моделирование процесса проектирования технологического оборудования для сборки ответственных видов соединений // Современные технологии сборки. Москва, 2023. С. 10–16.
8. Водолазская Н.В. Технологические особенности анализа сборочного процесса ответственных видов соединений // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2020. № 5. С. 230–234.
9. Водолазская Н.В. О моделировании экспериментальных исследований автоматической сборки соединений // Journal of Advanced Research in Technical Science. North Charleston, USA, 2018. Issue 8. С. 45–48.
10. Водолазская Н.В. Повышение надежности ответственных соединений путем моделирования их сборочного процесса // Journal of Advanced Research in Technical Science. Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. 2021. Is. 26. P 5–9.
11. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Оценка эффективности импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Белгородский ГАУ, 2015. С. 75–76.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Иванов Р.П., Гужин И.Н.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Сельское хозяйство – наукоемкое направление деятельности человека. Современное ведение агробизнеса делает востребованными множество современных цифровых технологий, таких как:

- Беспилотные аппараты и роботы;
- геоинформационные системы;
- системы виртуальной реальности;
- 3D-принтеры;
- компьютерное зрение.

Сфера разработки беспилотных аппаратов (БПА) одна из наиболее интенсивно развивающихся [1]. Такое положение вещей вызвано множеством факторов, но ключевым здесь является то, что БПА позволяют существенно снизить операционные затраты. Большие территории и необходимость выполнять множество рутинных технологических операций делают БПА идеальными помощниками.

Летающие БПА используются для различных назначений, включая фото- и видеосъемки, аэрофотосъемку, аэросканирование, оценку различных местностей, выявление угроз безопасности, полевые исследования и т.д.

Летающие БПА весьма эффективны, но наземные имеют некоторые неоспоримые преимущества перед ними. Наземные БПА могут гораздо дольше выполнять свою работу, к тому же они более экономичны и точны при выполнении некоторых задачах, а также более универсальны и безопасны. Они могут выполнять практически все те же операции, что и летающие, за исключением мониторинга с воздуха и быстрого перемещения на большие расстояния [1].

Отдельно хочется отметить перспективу дальнейшего развития комбинированных БПА, которые позволяют выполнять более сложные сельскохозяйственные работы.

Активный интерес к применению БПА вызван рядом выраженных преимуществ использования в применяемых технологиях:

- Высокая скорость исследований и экономия время фермеров. За 1 день съемки можно обследовать территории площадью до 5 тыс. га.
- Максимальная точность результата.
- Возможность визуального анализа информации в режиме реального времени.
- Возможность своевременно оценки качества выполненных в поле работ.
- Детальный контроль каждого участка на всех этапах сельскохозяйственных работ.

Применение БПА помогает не только провести детальный анализ условий, влияющих на качество растительности, но и оптимизировать производство для получения максимально эффективного результата с рациональным использованием ресурсов. Регулярная съемка позволяет вносить данные в технические документы с учетом привязки к определенному времени для оценки последствий воздействия неблагоприятных условий.

Кроме преимуществ, работа с летающими БПА имеет ряд недостатков, среди которых:

- необходимость получения специального разрешения на полеты;
- зависимость точности съемки от навыков оператора и программного обеспечения;
- ограниченная дальность действия из-за невысоких возможностей аккумуляторов.

В воздушном законодательстве РФ беспилотные летательные аппараты (БПЛА) разделяют на 2 категории: до 30 кг и свыше 30 кг. Для правомерного использования БПЛА, в том числе сельскохозяйственных, необходимо выполнять ряд требований:

Для БПЛА максимальной взлетной массой менее 30 кг:

- разрешение на использование воздушного пространства (ИВП);
- полис страхования гражданской ответственности;
- свидетельство о постановке на учет беспилотного воздушного судна (БВС).

Для БПЛА максимальной взлетной массой более 30 кг:

- свидетельство о государственной регистрации/учете беспилотного воздушного судна (БВС);
- разрешение на использование воздушного пространства (ИВП);
- полис страхования гражданской ответственности;
- сертификат летной годности;
- свидетельство внешнего пилота.

Для выполнения авиационных работ, к которым относится обработка полей БПЛА:

- свидетельство о государственной регистрации/учете беспилотного воздушного судна (БВС);
- руководство по производству полетов (РПП);
- полис страхования гражданской ответственности;
- сертификат летной годности;
- свидетельство о квалификации внешнего пилота/пилотов.

Но, несмотря на организационные сложности, применение БПА в сельскохозяйственном производстве является перспективным.

#### Список литературы

1. Пастухов А.Г. Цифровизация технологических процессов в АПК / А.Г. Пастухов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 319–320. – EDN JTRRGD.

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ДВИЖЕНИЯ МТА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ**

**Гужин И.Н., Казакова Д.И.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Анализ технико-экономических аспектов методов передвижения механизированных транспортных средств (МТА) в сельском хозяйстве является важным аспектом оптимизации процессов выполнения сельскохозяйственных работ.

Одним из основных критериев оценки эффективности является производительность работы, которая зависит от скорости передвижения, мощности и эффективности используемых технических средств. В сельском хозяйстве широко используются различные виды МТА, такие как тракторы, комбайны, сеялки, опрыскиватели, машины для внесения удобрений и др. Каждый из них имеет свои особенности в движении, что влияет на скорость и качество выполнения работ [1].

Важным аспектом при анализе является также экономическая эффективность использования определенного способа движения МТА. Стоимость эксплуатации, затраты на топливо, обслуживание и ремонт играют ключевую роль в выборе оптимального метода передвижения [1].

Исследования показали, что эффективность и экономическая целесообразность способов движения МТА в сельском хозяйстве зависят от конкретных условий и задач, которые необходимо выполнить. Например, для выполнения полевых работ на больших площадях наиболее эффективно использовать тракторы с пневмоколесами, так как они обладают хорошей проходимостью и могут быстро перемещаться по полю. Однако для узких участков или работ в условиях высокой влажности лучше подходят гусеничные тракторы или колесные тракторы со спаренными пневмоколесами.

Таким образом, выбор оптимального способа движения МТА в сельском хозяйстве должен основываться на комплексном анализе технических и экономических показателей, учитывая специфику выполняемых работ и условия их проведения. Оптимизация этого процесса позволит повысить производительность и эффективность сельскохозяйственного производства.

Способы движения агрегатов по полю подразделяются на загонные и беззагонные.

Загонный способ движения широко применяется при работе агрегатов на участках поля. При этом первый проход начинается с края участка, вдоль его длинной стороны, поворот делается на  $180^\circ$  со спрямлённым участком. По мере обработки участка длина спрямлённой части пути будет уменьшаться – до тех пор, пока не будет обработан участок полностью.

Среди беззагонных способов движения распространение получил челночный способ. Движение «челноком» в сельскохозяйственной практике применяется довольно широко, к данному способу движения прибегают при выполнении многих сельскохозяйственных операций, кроме вспашки. При этом необходимо отметить, что если вспашка выполняется оборотными плугами, то можно и вспашку выполнять при движении «челноком».

Одним из технико-экономических показателей работы агрегата на поле является коэффициент рабочих ходов.

Проведено сравнение коэффициента рабочих ходов при челночном и загонном способе движения МТА в зависимости от площади поля.

Установлено, что полях площадью 400 га коэффициент рабочих ходов составляет: для загонного способа 0,77; для челночного способа 0,73. Однако при увеличении площади поля разница в значениях коэффициента рабочих ходов сокращается и при площади поля 1000 га значения становятся равными 0,89 при обоих способах движения.

#### **Заключение.**

По данным расчетов можно сделать следующий вывод, что загонный способ движения МТА по полю более экономически эффективен для полей малой площади. Для полей большой площади эффективность загонного и челночного способов одинакова.

#### **Список литературы**

1. Мачкарин А.В. Выращивание зерновых культур / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 55–56. – EDN SDJASP.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

**Нувальцева В.П., Гужин И.Н.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Правильный выбор гидравлической жидкости и ее правильное обслуживание имеют решающее значение для эффективной работы гидравлических систем и оборудования. Важно также учитывать постоянное развитие технологий и новых требований к экологической безопасности, что делает тему гидравлических жидкостей актуальной и востребованной [1].

Гидравлическая жидкость – это среда, с помощью которой передается мощность в гидравлических машинах. Передача мощности происходит за счет изменения объема жидкости под давлением, что обеспечивает движение исполнительных механизмов. Гидравлические жидкости обладают рядом уникальных свойств, которые делают их незаменимыми в работе гидравлических систем.

Химический состав гидравлических жидкостей может быть различным, однако все они должны удовлетворять определенным требованиям к своим физическим и химическим свойствам. В зависимости от этих свойств, гидравлические жидкости можно разделить на несколько типов:

1. Минеральные масла на основе нефти (нефтяные масла) – это самый распространенный тип гидравлических жидкостей, который обладает хорошими смазывающими свойствами и обеспечивает хорошую защиту от коррозии. Они обладают высокой стабильностью и вязкостью, что позволяет им сохранять свои свойства в широком диапазоне температур.

2. Синтетические масла на основе полиальфаолефинов (ПАО) – обладают более высокой стабильностью, чем нефтяные масла, и лучше работают при низких температурах. Они также обладают лучшими противоизносными свойствами, но могут быть менее стойкими к окислению и коррозии.

С развитием технологий и повышением требований к экологичности, безопасности и эффективности производства, все больше внимания уделяется использованию биоразлагаемых материалов. В частности, это касается биоразлагаемых гидравлических жидкостей, которые становятся важным инструментом для обеспечения устойчивого развития и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Противоизносные гидравлические жидкости играют важную роль в современных промышленных и автомобильных системах. Они обеспечивают надежную работу гидравлических систем, предотвращая износ и коррозию компонентов. В данной статье рассмотрим основные свойства противоизносных гидравлических жидкостей и их применение.

Основными характеристиками гидравлических жидкостей являются: вязкость, плотность, температура вспышки, цвет, запах, а также химическая стабильность [1]. Эти свойства определяют, насколько хорошо гидравлическая жидкость будет работать в конкретной системе и как долго она прослужит.

Свойства различных типов гидравлических жидкостей имеют значительное влияние на эффективность работы гидравлических систем.

1. Вязкость: высокая вязкость может привести к увеличению потерь мощности из-за трения, а низкая вязкость может привести к недостаточной смазке и износу деталей системы.

2. Термическая стабильность: жидкости с хорошей термической стабильностью способствуют снижению образования отложений, окисления и разложения жидкости в системе.

3. Устойчивость к окислению и коррозии: жидкость должна быть устойчива к окислению и коррозии, чтобы обеспечить долгий срок службы системы и ее компонентов.

4. Уровень вспенивания: присутствие воздуха в гидравлической жидкости может привести к плохой смазке и нестабильности системы.

5. Кинематическая вязкость: низкая кинематическая вязкость может привести к плохой работе насосов, а высокая - к дополнительным потерям энергии.

6. Совместимость с уплотнениями: жидкость должна быть совместима с материалами уплотнений, чтобы предотвратить утечки.

7. Низкая сжимаемость: жидкость должна обладать низкой степенью сжимаемости для обеспечения стабильного давления в системе.

Контроль качества гидравлических жидкостей также включает в себя установление стандартов и спецификаций, разработку и внедрение систем отслеживания и сертификации продукции, а также аудиты поставщиков и производителей. Все эти методы и процедуры необходимы для обеспечения соответствия гидравлических жидкостей требованиям и стандартам качества, а также для минимизации рисков возможных аварийных ситуаций и повреждений оборудования.

Учет факторов, таких как температурные условия, давление, вязкость, стабильность, коррозионная стойкость и совместимость материалов, поможет выбрать оптимальную жидкость, обеспечить ее долговечность, безопасность и надежность работы системы. Мониторинг качества жидкости, обучение и контроль персонала, а также соблюдение стандартов и регуляций являются важными аспектами для успешной эксплуатации гидравлических систем.

#### **Список литературы**

1. Романенко М.И., Пастухов А.Г. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств : монография. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 122 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Шаркова Н.А., Гужин И.Н.

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Мощность, надёжность и долговечность двигателя внутреннего сгорания в значительной степени зависят от характеристик и качества топлива, заливаемого в топливный бак автомобиля. В настоящее время основные виды топлива для автотранспорта: это бензин и дизельное топливо. Бензин – это продукт перегонки сырой нефти. Это смесь лёгких молекул. Соотношение различных углеводородов определяет основные свойства бензина. Для улучшения качества в базовый бензин добавляют различные присадки.

Цель исследования: определить качественные показатели бензина АИ-92 с разных автомобильных заправочных станций и выяснить применение какого бензина является более экономичным.

Основные требования, предъявляемые к бензину.

Бензин должен легко воспламеняться от искры и сгорать, выделяя много энергии. При этом он не должен взрываться при сильном сжатии в цилиндре двигателя. Он должен хорошо испаряться во время формирования топливной смеси, но скорость испарения при хранении должна быть минимальной [1]. Он обладает хорошей текучестью и обеспечивает бесперебойную подачу топлива в двигатель. Бензин не должен содержать токсичных и разъедающих компонентов. Сохранять свои свойства при длительном хранении.

Требования к характеристикам бензина установлены ГОСТ. Главной особенностью является детонационная стойкость, которая определяется октановым числом. Для АИ-92 октановое число равно 92 единицам. Буква И означает, что октановое число определяется исследованием методом, имитирующим работу легкового автомобиля. Октановое число показывает, насколько бензин обладает детонационной стойкостью по сравнению с углеводородом октаном, обладающим самой высокой взрывостойкостью, и его октановое число условно принимается равным 100 [1].

Другими важными составляющим, влияющими на экономичность работы двигателя автомобиля, являются плотность и фракционный состав. Плотность бензина, согласно стандарту, должна иметь значение 725...780 кг/м<sup>3</sup>. При этом бензин с более высокой плотностью экономнее расходуется в двигателе (в перерасчете на расход в литрах).

Другим важным свойством бензина является его фракционный состав, характеризующий испаряемость. Современный стандарт устанавливает следующие показатели, характеризующие фракционный состав бензина: объёмная доля испарившегося бензина при 70°C, 100°C, 150°C; температура конца разгонки.

Для определения качества бензина, были взяты его пробы с трёх автозаправочных станций.

Результаты определения плотности испытуемого бензина показали, что полученные значения 738-740 кг/м<sup>3</sup> соответствуют стандарту.

По проведенной разгонке топлива можно сделать следующие выводы.

Объёмная доля испарившегося бензина при 70°С по ГОСТ соответствует у каждого испытуемого топлива, что означает возможность лёгкого пуска двигателя при низких температурах.

Объёмная доля испарившегося бензина при 100°С каждое испытуемое топливо соответствует стандарту, что означает хорошую испаряемость топлива при увеличении нагрузки двигателя.

Объёмная доля испарившегося бензина при 150°С топливо № 1 и № 2 не соответствует, топливо испаряется не полностью, значит и не сгорает в полном объёме, расход больше, топливо № 3 соответствует, что означает, что топливо сгорает полностью и не оседает крупными фракциями в двигателе, расходуется в полном объёме и расход меньше.

Температура конца разгонки должна быть менее 215°С, так как высокая температура ведёт к большему нагарообразованию, износу двигателя, уменьшается мощность. Топливо № 1 и № 3 соответствует ГОСТ по этому показателю, а топливо № 2 не соответствует.

Из исследованных образцов только топливо № 3 соответствует всем показателям ГОСТ.

Сопоставив получившиеся данные с ГОСТ, можно сделать вывод, что предположительно испытуемый бензин № 3 будет более экономичен.

#### **Список литературы**

1. Романенко М.И., Пастухов А.Г. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств : монография. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 122 с

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН НА ВЕЛИЧИНУ ТОРМОЗНОГО ПУТИ

Якунина А.А., Гужин И.Н.

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Правильное давление в шинах является одним из ключевых факторов, влияющих на безопасность вождения [1]. Недостаточное давление может привести к неправильной стабильности автомобиля и ухудшить его управляемость. Отсюда возникают проблемы с торможением, особенно на скользкой дороге. С другой стороны, избыточное давление в шинах может снизить сцепление колес с дорогой, что также ухудшит тормозные характеристики автомобиля.

Кроме того, износ шин является важным фактором безопасности. Следует регулярно проверять глубину протектора шин и заменять их при достижении предельной изношенности. Изношенные шины имеют плохое сцепление с дорогой и ухудшают тормозные характеристики автомобиля. Они также увеличивают риск спуска или прокола шины, что может привести к потере контроля над автомобилем и возникновению аварийной ситуации [2].

Таким образом, поддержание правильного давления в шинах и регулярная замена изношенных шин являются важными мерами для обеспечения безопасности на дороге. Соблюдение этих правил поможет сократить риск возникновения аварий и повысить уровень безопасности во время управления автомобилем.

Целью исследования является анализ связи между давлением в шинах и расстоянием тормозного пути и их влияния на безопасность во время автомобильного движения. Предметом исследования являются шины на автомобиле ВАЗ 21070.

Давлением в шинах подразумевается сила, которую воздух оказывает на резину изнутри, равномерно распределяясь по ее поверхности. Правильно накачанные шины обеспечивают: длительный срок службы; оптимальное управление автомобилем; высокий уровень безопасности на дороге. При эксплуатации автомобиля стоит обратить внимание на рекомендации по давлению, указанные в руководстве по эксплуатации автомобиля, либо на специальной наклейке в салоне машины [1].

Важно внимательно следить за состоянием шин по нескольким причинам. Во-первых, износ шины может указывать на различные неисправности, такие как разбалансировка колес, что не только вызывает вибрацию, но также отрицательно сказывается на работе подвески и ее сроке службы. Во-вторых, для обеспечения безопасности вождения необходимо следить за глубиной рисунка протектора, поскольку чем менее выражен рисунок, тем хуже шина справляется с отводом грязи и воды, что увеличивает вероятность аквапланирования и уменьшает сцепление с дорогой, что, в свою очередь, увеличивает тормозной путь [2]. Также важно соблюдать установленные нормы по глубине протектора

шин, определенные в Перечне неисправностей и условий эксплуатации транспортных средств Правил дорожного движения РФ.

Изучая литературу, были найдены рекомендации по оптимальному давлению в шине автомобиля ВАЗ 2170, которые составляют 1,7...2,0 атм.

Результаты исследования давления в шинах и величины тормозного пути до начала движения автомобиля и после движения показали, что после пробега 50 км давление в шине увеличилось с 2,0 до 2,1 атм., что привело к увеличению тормозного пути с 5,5 м. до 5,7 м при скорости автомобиля 30 км/ч.

По завершении исследования можно сделать выводы о влиянии давления в шинах на тормозной путь. Увеличение давления приводит к увеличению тормозного пути, а его уменьшение – к сокращению. Кроме того, на длину тормозного пути влияют скорость движения, загруженность автомобиля, погодные условия и состояние дороги. Водителям всех транспортных средств важно учитывать эти факторы, особенно давление в шинах, чтобы избежать возможных аварийных ситуаций. Недостаточное внимание к этому аспекту может привести к несчастным случаям на дорогах.

#### Список литературы

1. Романченко М.И. Определение сопротивления деформации шины при качении колеса на основе параметров радиального прогиба шины / М.И. Романченко // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 186–187. – EDN ТКАСОQ.

2. Романченко М.И. Определение сопротивления деформации шины при качении колеса с использованием статических параметров шины // Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, Майский, 01 декабря 2022 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 38–41.

## АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ В АГРОЦЕНОЗАХ

**Ерзамаев Н.М.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Самара, Россия

Общеизвестно, что эффективность работы в агрономии во многом зависит от научного подхода к созданию агроценозов, т.е. совокупности растений, животных и микроорганизмов, которые сосуществуют в сельскохозяйственных экосистемах и оптимизации в них жизнедеятельности растений. Как в природных экосистемах, так и в искусственно созданных - агроценозах различные виды организмов взаимодействуют друг с другом, влияя на жизнь популяций и на окружающую среду.

Взаимоотношения между организмами в агроэкосистемах являются одним из важнейших аспектов в сельском хозяйстве. Причем из наиболее распространенных и недостаточно изученных форм взаимодействий в искусственных сообществах являются аллелопатические взаимодействия.

Аллелопатия – это способность одного организма выделять биологически активные вещества в окружающую среду, которые оказывают влияние на другие организмы. Эти вещества могут оказывать как положительные, так и отрицательные эффекты на различные организмы в агроценозах. Аллелопатия может проявляться в различных формах, включая выделение химических веществ, ферментов или гормонов. Эти вещества обычно относятся к биологически активным и могут влиять на рост, развитие, питание и конкуренцию между различными видами организмов в агроэкосистемах.

Взаимовлияние растений, произрастающих совместно, проявляется между ними по – разному: одно растение угнетает или напротив стимулирует рост и развитие другого, взаимно стимулируют или угнетают друг друга. Причем взаимодействия проявляются на всех этапах онтогенеза: от прорастания до полного окончания индивидуального развития [1]. Следует отметить, что аллелопатические взаимодействия очень важны в регулировании конкуренции между растениями в агроценозах. Некоторые растения способны выделять вещества, которые могут ингибировать рост соседних растений, что может быть полезным в сельском хозяйстве для подавления сорняков. Однако, аллелопатия также может вызывать отрицательные эффекты, такие как подавление роста полезных растений или деградацию почвы.

Важно подчеркнуть, что аллелопатические взаимодействия в агроценозах могут быть весьма сложными и зависеть от множества факторов, таких как виды организмов, типы выделяемых веществ, концентрация и продолжительность воздействия. Кроме того, аллелопатические взаимодействия могут быть взаимосвязаны с другими факторами, такими как конкуренция за питательные вещества и пространство.

Конкуренция между растениями является одним из основных факторов, определяющих структуру и развитие агроценозов. Высота культурных растений, их габитус, т.е. внешний вид, густота стеблестоя, интенсивность роста и другие параметры в определенной степени могут определяться аллелопатическими взаимодействиями в агроэкосистеме. Некоторые растения выделяют вещества, которые могут подавлять рост соседних растений, что дает им конкурентное преимущество в доступе к питательным веществам и свету. Взаимодействия между организмами в агроценозах химического характера могут иметь значительное влияние на урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Положительные эффекты аллелопатии могут включать снижение конкуренции сорняков и улучшение доступа к питательным веществам и воде для целевых культур. Следует учитывать отрицательные эффекты на рост и развитие растений. Причем отрицательные эффекты аллелопатических взаимодействий могут превышать их пользу. Некоторые выделяемые вещества могут ограничивать доступ к питательным веществам или вызывать физиологические изменения, которые препятствуют нормальному развитию растений. Выделение веществ, которые подавляют рост сельскохозяйственных культур или ухудшают качество почвы, может привести к снижению урожайности и качества продукции. Поэтому весьма актуально знать и учитывать аллелопатические взаимодействия при планировании и ведении сельскохозяйственных культур. В настоящее время установлены некоторые аллелопатические взаимодействия. Например, черный орех выделяет вещество – юглон, подавляющие рост многих популярных сельскохозяйственных культур, таких как пшеница и кукуруза.

Для безопасности восприимчивых растений они должны быть посажены на 15-25 метров от орехового дерева. Весьма сильное химическое воздействие оказывает рис, который выделяет вещества, подавляющие рост сорняков, таких как мятлик и амброзия. Это может быть использовано не только в рисоводстве, т.к. подавление развития сорняков является важной задачей в агрономии. Управление аллелопатией в агроценозах – это весьма сложная задача, т.к. химические взаимодействия могут зависеть от вида и сорта растений, фазы их развития. Кроме того, следует учитывать факторы, такие как тип почвы, влажность, температура, которые могут усиливать аллелопатические эффекты. При создании смешанных посевов весьма важным является подбор видов и сортов растений, которые не проявляют отрицательного аллелопатического влияния или имеют слабые взаимодействия с другими видами и позволяют улучшить урожайность и качество продукции. Использование севооборотов может способствовать пониманию этих взаимодействий, оптимизации использования ресурсов, уменьшению негативного влияния на окружающую среду и оказать помощь в управлении аллелопатическими взаимодействиями в агроценозах. Аллелопатия в агроценозах является активной областью исследований, и будущие исследования могут привести к новым открытиям и прогрессу в этой области.

Более глубокое понимание механизмов аллелопатических взаимодействий и их влияния на агроценозы может помочь разработать новые стратегии управления сельскохозяйственными культурами и повысить устойчивость агроэко-

стем. Таким образом, аллелопатические взаимодействия между организмами в агроценозах играют важную роль в сельском хозяйстве. Понимание этих взаимодействий помогает разработать научно обоснованно подбирать растения для совместного возделывания, улучшить урожайность и качество продукции, а также уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Будущие исследования и прогресс в области аллелопатии в агроценозах могут привести к новым открытиям и улучшению практик сельского хозяйства [4].

#### Список литературы

1. Оразова Э.А. Аллелопатия и ее значение //инновационные технологии научного развития. 2017. С. 31–33.
2. Осьмухина Д.М. Аллелопатия в растениеводстве //Modern Science. 2021. №. 3-2. С. 26–27.
3. Миркин Б.М., Усманов И.Ю. Аллелопатия. Состояние теории методы изучения // Журнал общей биологии. 1991. Т. 52. №. 5. С. 646–655.
4. Романченко М.И. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 112 с. – ISBN 978-5-905686-07-8. – EDN ХМАТАО.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ

Ерзамаев Н.М.,<sup>1</sup> Петухов С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

Нейронная сеть типа многослойный персептрон содержит на входном слое 9 значений, 20 скрытых нейронов, 13 значений на выходном слое. Функция активации, как для скрытого, так и Масла, используемые в промышленности, являются сложными системами, их поведение исследуется с позиции коллоидно-химических исследований. Научно установлено, что масла с излишне высокой коллоидной устойчивостью неэффективно взаимодействуют средствами очистки [1-5]. Важно отметить, что снижение устойчивости системы обеспечивает более эффективную очистку, но одновременно способствует загрязнению двигателя. Кроме того, диспергирование (стабилизация) связано с решающим показателем – склонностью образования высокотемпературных отложений (ВТО). С одной стороны, максимальная стабилизирующая способность уменьшает образование ВТО, но, с другой стороны, снижает эффективность очистки [6, 7].

После тщательного анализа условий работы моторного масла в системе смазки двигателя, с учетом мер по продлению срока его службы без необходимости замены, мы смогли разработать инновационную интеллектуальную смазочную систему. Эта система включает в себя современные магнитные датчики высокого и низкого уровней моторного масла, оптический датчик частиц для определения загрязненности моторного масла и емкостной датчик для определения качества моторного масла. В результате этих усовершенствований мы смогли создать смазочную систему, способную обеспечивать более продолжительный и безопасный срок эксплуатации двигателя, не требующий частой замены моторного масла.

Эксперименты с интеллектуальной смазочной системой на дизеле Д-245 были проведены в лаборатории ТиСМ кафедры Технический сервис Самарского ГАУ и в условиях лаборатории «Локомотивные энергетические установки» СамГУПС. Цель исследования заключалась в проверке эффективности данной системы при работе двигателя на моторном масле М-10ДМ (ГОСТ 8581-78), а также после его модификации с добавлением присадки «Ресурс» в количестве 3% от общего объема моторного масла.

Определение коэффициента трения и интенсивности изнашивания пары трения чугун-хром на машине трения типа GET на масле М-10ДМ до и после модифицирования металлоплакирующей присадкой «Ресурс».

Результаты расчетов показали, что при эксплуатации интеллектуальной смазочной системы двигателя вместе со стабилизацией механических примесей также происходит стабилизация содержания щелочности (см. рис. 2). Уровень стабилизации обеспечивает требования в процессе эксплуатации. Минимальная

допустимая концентрация щелочности в картере составляла 0,7 мг/кон/г, а расчеты и анализы показали, что равновесная концентрация составляет 1,16 мг/кон/г. Таким образом, имеется достаточный запас щелочности для обеспечения надлежащей работы дизеля, независимо от его ресурса.

Проведенный анализ изменений в концентрации примесей и износа продуктов в моторном масле при тестировании интеллектуальной смазочной системы двигателя показал уменьшение массовой доли механических примесей на 0,02% и увеличение кинематической вязкости на 0,1 мм<sup>2</sup>/с. Произведен расчет интенсивность изнашивания сопряжения «гильза – поршневое кольцо» методом статистического моделирования с учетом модифицирования базовой основы моторного масла, который показал снижение средней интенсивности износа ЦПГ в 1,5 раза [6-8].

Использование предложенной интеллектуальной смазочной системы позволит сократить расходы на обслуживание транспортных энергетических установок. Это достигается благодаря тщательной очистке и восстановлению физико-химических свойств моторного масла, а также улучшению износостойкости трущихся узлов дизеля и снижению коэффициента трения. Благодаря этим улучшениям продолжительность работы моторного масла увеличивается, что приводит к увеличению срока службы двигателя и возможности его эксплуатации без необходимости замены масла.

#### Список литературы

1. Асабин В.В. и соавт. Система топливоподачи тепловоза при использовании шугообразного (гетерогенного) сжиженного природного газа // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. Т. 990. №. 1. С. 012053.
2. Петухов С.А. и др. Совершенствование автоматизированных систем регистрации параметров работы автономных локомотивов // Известия Транссиба. 2022. №. 1 (49). С. 11–22.
3. Кича Г.П., Надежкин А.В., Бойко С.П. Расчет параметров регенерации самоочищающихся фильтров смазочных систем судовых дизелей // Морские интеллектуальные технологии. 2020. №. 1-2. С. 123–130.
4. Швец А.М., Акименко И.В., Ивановская А.В. Постановка задачи автоматического мониторинга смазочного масла в процессе эксплуатации судового дизеля // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли. 2021. С. 337–343.
5. Рябчук С.П., Кравцов Д.А., Овцынов О.С. Анализ конструкции и применения на автомобилях автоматической централизованной системы смазывания // Актуальные направления научных исследований для эффективного развития АПК. 2020. С. 60–65.
6. Петухов С.А., Курманова Л.С., Чинченко Д.С. Информационно-измерительная система качества моторного масла дизелей тепловозов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте. 2021. С. 127–129.
7. Оценка эффективности работы интеллектуальной смазочной системы / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, М.П. Ерзамаев [и др.] // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24-25 октября 2022 года. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 575–580.
8. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.

## ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Ерзамаев Н.М.

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Самара, Россия

Под оптимальными параметрами следует понимать наиболее устойчивые, мало изменяющиеся величины (характеристики) агрегата, возможные и производственно-допустимые изменения которых практически не улучшают технико-экономических показателей работы его [1, 2]. Нельзя оптимальные параметры рассматривать только как точку, соответствующую экстремальному значению того или иного показателя [2, 3]. Параметр оптимальный для машины может быть не оптимальным для агрегата; оптимальный для агрегата – не оптимален для производственного процесса и т.д. В том случае, если показатель характеризует наиболее существенную сторону процесса, он становится критерием [3, 4].

Сельскохозяйственное производство характерно неравномерностью загрузки в течение года; пиковыми периодами лимитируется производство и определяется потребное количество техники [2, 5, 6]. Поэтому расчеты показателей и выбор критериев следует вести по каждому периоду отдельно.

Оптимальные параметры машин, определенные по различным критериям, в общем случае не будут одинаковыми, как это показано, например, на рисунке , где оптимальный параметр по прямым издержкам  $E$  равен  $\pi_1$ , по затратам труда  $H$  –  $\pi_2$ , по производительности  $\omega$  –  $\pi_3$ .

Если оптимальные параметры по различным критериям (как основным, так и дополнительным) различны, выясняют, чем ограничен оптимальный параметр по критерию, дающему наименьшую величину его, после чего намечают меры по подтягиванию параметра к такому значению, при котором достигается более высокий производственный эффект, т.е. «расширяется узкое место» [1, 6]. Когда такой путь исчерпан, принимают решение не по одному основному критерию, а по ряду критериев, т.е. принимают компромиссное (комплексное) решение.

При этом способе необходимо в диапазоне  $\pi_1$ –  $\pi_3$  выбрать такой параметр, при котором сохранилась бы величина основного критерия (в нашем случае производительность), соответствующая оптимальному параметру  $\pi_3$ , одновременно с этим была бы обеспечена меньшая величина второго критерия (в нашем примере прямые издержки). Выбирая параметры в интервале  $\pi_1$ –  $\pi_3$ , мы снижаем производительность агрегата, но уменьшаем прямые издержки по сравнению с величиной, соответствующей  $\pi_3$ . За сэкономленные средства можно приобрести новые машины и тем компенсировать снижение производительности.

*По отношению скоростей изменения критериев.* Выбирают такой параметр, при котором за счет небольших уступок в главном критерии получают большой выигрыш в дополнительных критериях, о чем можно судить по скорости изменения каждого критерия, построив в функции от главного критерия график изменения всех других критериев.

*Способ приведения всех показателей к одному.* Для некоторых процессов все частные показатели можно свести к одному – основному показателю, так как между ними существует эквивалентное отношение. Тогда, получив общее уравнение, обычным путем находят экстремальное значение аргумента  $\pi_{\text{опт}}$ .

Наиболее общим показателем является производительность общественного труда, но методы расчета его, особенно применительно к частным задачам, недостаточно разработаны, поэтому главным показателем при выборе агрегатов или комплексов машин становится производительность сельскохозяйственного труда.

Если не представляется возможным сведение всех показателей к одному, это особенно относится к качественному показателю, то на несводимые показатели накладывают ограничения, а решения принимаются по другим показателям.

*Способ комбинированных критериев.* В некоторых случаях представляется возможным найти такой новый показатель, который увязал бы между собой два или более критерия. Нахождение экстремальной величины этого критерия не даст компромиссное решение. При определении оптимальных параметров сельскохозяйственных агрегатов, особенно на первых стадиях, за комбинированный критерий можно принять удельную производительность по весу, т.е. отношение производительности к весу агрегата.

#### Список литературы

1. Скорляков В.И. Метод оценки основных параметров сельскохозяйственных машин на этапе проектирования / В.И. Скорляков, А.Н. Назаров // Техника и оборудование для села. 2018. № 2. С. 22–26.
2. Пушко Н. Система показателей эффективности использования механизаторских кадров в сельскохозяйственных организациях // Аграрная экономика. 2016. № 11. С. 14–20.
3. Ерзамаев М.П. Повышение эффективности использования пахотных агрегатов / М.П. Ерзамаев, Д.С. Сазонов, Е.О. Саломатов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13-16 декабря 2016 года. Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 689–692.
4. Оценка энерго-экологической эффективности тепловозов при работе на дизельном топливе с добавкой водорода / В.В. Асабин, А.Ю. Балакин, Л.С. Курманова [и др.] // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26, № 1. С. 9–13. – DOI 10.18412/1816-0395-2022-1-9-13.
5. Оценка эффективности работы интеллектуальной смазочной системы / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, М.П. Ерзамаев [и др.] // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24-25 октября 2022 года. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 575–580.
6. Petukhov S.A. et al. Improving the efficiency of autonomous locomotive engines by monitoring the condition of the running engine oil // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. Т. 2624. № 1.
7. Исследование сил, действующих на модернизированный полуприцеп-разбрасыватель органических удобрений / Н.Ф. Скурятин, М.И. Романченко, С.В. Соловьев, Е.В. Соловьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (47). С. 137–144. – EDN VAUAQR.

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОЗИРОВАННОГО ВВОДА ПРИСАДОК В СИСТЕМУ СМАЗКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**Ерзамаев Н.М.,<sup>1</sup> Петухов С.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

Повышение качества моторного масла в системах смазки дизельных двигателей неразрывно связано с широким применением присадок. С экономической точки зрения, в моторное масло следовало бы вводить минимальное количество присадок, обеспечивающих необходимое улучшение эксплуатационных свойств моторного масла. Однако в процессе работы дизеля концентрация присадок в моторном масле снижается, что вынуждает к созданию композиций с определенным запасом присадок. Хотя этот способ прост, он имеет существенные недостатки. Высокая начальная концентрация присадок зачастую приводит к повышению интенсивности изнашивания лимитирующих деталей и образованию зольных отложений, а также к другим отрицательным последствиям [1, 2].

В связи с этим большой интерес представляет проблема дозированного ввода присадок в работающее моторное масло, что позволяет поддерживать концентрацию присадок в нем в заданном диапазоне путем периодической или непрерывной компенсации их убыли за счет срабатывания.

В работе [3] дается анализ возможных способов использования присадок в работающее моторное масло и показаны преимущества ввода присадок при эксплуатации дизельных двигателей.

Способ дозированного ввода присадок еще не получил широкого распространения из-за отсутствия простого и надежного метода его осуществления, хотя теоретические и некоторые предпосылки для этого вопроса уже разработаны [4-6].

Дозированное введение функциональных присадок в работающее моторное масло позволит реализовать эффект безизносности, суть которого заключается в том, что на поверхностях трения лимитирующих деталей в процессе их работы формируется износостойкая, трудно поддающаяся окислению защитная самовосстанавливающаяся металлическая пленка [7-10].

Для дозированного ввода присадок в работающее моторное масло системы смазки дизельного двигателя разработано устройство.

Работа устройства заключается в следующем. Воздух под давлением по трубопроводу проходя через влагоотделитель поступает в емкость с функциональной присадкой. Подача воздуха осуществляется открытием воздушного крана. Количество присадки регулируется расходомером, который подает ее через жиклер в распыленном виде в смеситель. После чего происходит смешение присадки с моторным маслом, поступающим из емкости, с помощью масляного насоса, количество масла регулируется первым расходомером. После качественного смешения присадки с моторным маслом, данная смесь после открытия третьего электроуправляемого клапана и вентиля, в масляный бак транспортного средства. Давление в масляном трубопроводе и давление в трубопроводе с присадкой регулируется первым

и вторым электроуправляемыми редукционными клапанами и, которые получают сигнал от блока управления. Все действия первого и второго расходомеров и осуществляются блоком измерения.

Введение функциональных присадок в работающее моторное масло с помощью разработанного устройства можно использовать для улучшения антиизносных, моющих и антиокислительных свойств масла и снижения интенсивности процессов нагаролакообразования и изнашивания в дизеле.

Устройство для дозированного ввода присадок в систему смазки дизельного двигателя позволяет улучшить период приработки трущихся деталей дизелей, тем самым повышая качество притирки, что позволит повысить моторесурс при минимальных трудовых и материальных затратах, снизить расход смазочного материала, повысить КПД на 1,5-2%, повышает эксплуатационную надежность дизельных двигателей.

### Список литературы

1. Петухов С.А. Оценка технического состояния дизелей тепловозов в эксплуатации по результатам анализа моторного масла / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 74–78.
2. Петухов С.А. К вопросу оценки технического состояния локомотивных энергетических установок путем моделирования процесса образования продуктов износа в моторном масле / С.А. Петухов, А.В. Муратов, Л.С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 3 (57). С. 39–42.
3. Повышение экологической безопасности транспортных двигателей при использовании модифицированного моторного масла / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, М.П. Ерзамаев [и др.] // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24, № 1. С. 9–13. – DOI 10.18412/1816-0395-2020-1-9-13.
4. Патент на полезную модель № 201863 U1 Российская Федерация, МПК F01M 5/02, F01M 11/10, F01M 11/12. система смазки двигателя внутреннего сгорания : № 2019136856 : заявл. 15.11.2019 : опубл. 15.01.2021 / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко, А.С. Мазанов ; заявитель ФГБОУ ВО «СамГУПС».
5. Анализ причин внеплановой замены моторного масла дизелей тепловозов и мероприятия по их недопущению / Е.А. Лазарев, С.А. Петухов, В.Е. Лазарев [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 5 (77). С. 100–109.
6. Росляков А.Д. Методика проведения стендовых испытаний тепловозных дизелей на альтернативных видах топлива / А.Д. Росляков, Л.С. Курманова, С.А. Петухов // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 89–92.
7. Востров В.Е. Система удаленного спутникового отслеживания рабочих параметров техники / В.Е. Востров, М.П. Ерзамаев // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 22 декабря 2016 года. Самара : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 72–75.
8. Дистанционный контроль технического состояния мобильной техники в АПК / С.А. Кузнецов, В.М. Янзин, Д.С. Сазонов, М.П. Ерзамаев // Достижения науки агропромышленному комплексу : сборник научных трудов, Усть-Кинельский, 05 декабря 2013 года. Усть-Кинельский : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. С. 248–252.
9. Methodology and results of comparative atmospheric tests of experimental conservation composition / A.E. Shlykov, E.B. Mironov, S.M. Gaidar [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. EDP Sciences, 2020. P. 00258.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Ерзамаев Н.М.,<sup>1</sup> Петухов С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

В настоящее время вектор «философии» эксплуатации и технического обслуживания транспортных энергетически установок направлен в сторону цифровой трансформации, которая охватывает проекты «Интеллектуальный двигатель» и «Цифровой двойник». Задача этих проектов – обеспечить переход от планово-предупредительной системы ремонта к системе ремонта по техническому состоянию [1, 2].

Основным направлением транспортного комплекса страны в рамках внедрения комплекса цифровых решений является повышение эксплуатационной надежности и производительности дизельных двигателей.

Для этого создаются автоматизированные системы контроля качества ремонта и технического обслуживания, а также информационно-измерительные системы качества основного и вспомогательного оборудования транспортных энергетических установок [3, 4].

Комплекс цифровых решений, объединяющих «Интеллектуальный двигатель» и «Цифровой двойник», которые направлены на повышение эксплуатационной надежности и производительности транспортных энергетических установок, включает в себя следующие технологии [5]:

– «Big Data» – большие данные. В результате применения этой технологии выстраивается цифровой двойник энергетической установки на основе накопленного массива данных о ее техническом состоянии, а также о показателях выполненной эксплуатационной работы и анализа режимов работы машины. В результате накопленных данных на основании прогнозной аналитики формируются будущие модели технического состояния энергетической установки.

– «цифровой двойник». Применение этой технологии позволяет в режиме реального прогнозировать время выдачи машины из ремонта. В результате накопленных данных на основе статистики технического обслуживания и ремонта транспортных энергетических установок средствами диагностики происходит формирование сетевого графика ремонта машины. При этом учитываются значения параметров диагностической карты конкретной машины, что позволяет моделировать процесс ее технического обслуживания и ремонта.

– «Блокчейн» – смарт-контракт. Представляет собой компьютерный алгоритм, обеспечивающий формирование, управление информации и ее предоставление представителям сервисного обслуживания транспортных энергетических установок и эксплуатации для заключения контракта. Необходимые данные для предоставления отчетов берутся из «Доверенной среды транспортного

комплекса», которая представляет единую базу данных. Такой механизм обмена данными позволяет исключить в работе человеческий фактор. Формирование отчетных документов происходит автоматически в соответствии с алгоритмом смарт-контракта. Целью такой цифровой технологии является прозрачность и точность предоставленных данных для составления финансовых документов.

– RFID – технологии (радиочастотной идентификации) позволяют идентифицировать машину и определять износ механического оборудования.

На рисунке 1 приведена кривая, характеризующая потенциальный износ лимитирующих деталей, которая иллюстрирует, как анализ моторного масла в процессе эксплуатации обеспечивает критически важную информацию о состоянии дизеля в периоды как профилактического, так и предупредительного обслуживания. В профилактический период мониторинг состояния масла и загрязнения помогает предотвратить возникновение основных причин отказа дизеля. В течение прогнозирующего периода контроль над увеличением степени износа частиц позволяет вовремя проводить техническое обслуживание тепловоза для замены узлов и деталей или ремонта до катастрофического отказа [6-11].

В рамках проактивного технического обслуживания решаются задачи по мониторингу технического состояния моторного масла и загрязнений: определение вязкости, химического состояния моторного масла, наличия воды; подсчет частиц с кодами ISO; элементарный анализ частиц нормального износа; общее количество железосодержащих частиц. В рамках предиктивного ТО выполняется мониторинг аномального износа: определение общего количества железосодержащих частиц; анализ частиц износа; элементарный анализ.

Для оценки технического состояния транспортных энергетических установок в процессе эксплуатации по контролируемым значениям концентрации продуктов износа в моторном масле предлагается с помощью технологии искусственной нейронной сети.

Определяющее значение при выборе модели нейронной сети является правильная интерпретация параметров из обучающего множества. Оценка технического состояния транспортной энергетической установки с помощью нейросети основывается на сравнении концентрации с ее пороговыми значениями. Весь диапазон концентрации элементов разделяется на три поддиапазона граничными значениями  $K1$  и  $K2$ . При содержании элемента  $K \leq K1$  состояние дизеля оценивается как нормальное. При содержании элемента  $K > K1$  но  $K \leq K2$  состояние дизеля оценивается как неудовлетворительное; при содержании элемента  $K > K2$  – как аварийное. При оценке неудовлетворительного состояния энергетической установки производят поиск неисправности с выводом машины из эксплуатации. В случае определения аварийного состояния, машину выводят из эксплуатации, и производят ремонт энергетической установки.

#### Список литературы

1. Петухов С.А. Оценка технического состояния дизелей тепловозов в эксплуатации по результатам анализа моторного масла / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 74–78.

2. Петухов С.А. К вопросу оценки технического состояния локомотивных энергетических установок путем моделирования процесса образования продуктов износа в моторном масле / С.А. Петухов, А.В. Муратов, Л.С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 3 (57). С. 39–42.

3. Повышение экологической безопасности транспортных двигателей при использовании модифицированного моторного масла / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, М.П. Ерзамаев [и др.] // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24, № 1. С. 9–13. – DOI 10.18412/1816-0395-2020-1-9-13.

4. Патент на полезную модель № 201863 U1 Российская Федерация, МПК F01M 5/02, F01M 11/10, F01M 11/12. система смазки двигателя внутреннего сгорания : № 2019136856 : заявл. 15.11.2019 : опубл. 15.01.2021 / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко, А.С. Мазанов ; заявитель ФГБОУ ВО «СамГУПС».

5. Анализ причин внеплановой замены моторного масла дизелей тепловозов и мероприятия по их недопущению / Е.А. Лазарев, С.А. Петухов, В.Е. Лазарев [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 5 (77). С. 100–109.

6. Петухов С.А. Информационно-измерительная система качества моторного масла дизелей тепловозов / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26-27 января 2021 года. Самара : Самарский государственный университет путей сообщения, 2021. С. 127–129.

7. Петухов С.А. Совершенствование автоматизированных систем регистрации параметров работы автономных локомотивов / С.А. Петухов, А.Д. Росляков, Л.С. Курманова, М.Ю. Карпенко // Известия Транссиба. 2022. № 1 (49). С. 11–22.

## **ДВИЖЕНИЕ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ПО НЕРОВНОСТЯМ ПОЛЯ И ЕГО КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

**Ерзамаева К.М.<sup>1</sup>, Ерзамаев М.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия

Одним из возмущающих факторов при работе трактора является микрорельеф поля, который, постоянно воздействуя на колесо трактора, делает движение его сложным [1-3].

Движение трактора определяется главным образом кинематикой ведущих колес, а поэтому в работе рассматривается кинематика ведущего колеса [2-7].

Движение ведущего колеса по микронеровностям рассмотрено при следующих условиях:

- микронеровности жесткие;
- колесо не деформируется;
- колесо движется с постоянной угловой скоростью;
- буксование отсутствует;
- колесо вписывается в неровность, т.е. радиус кривизны неровности больше теоретического.

Наличие микронеровностей на поле делает траекторию оси колеса криволинейной.

При движении колеса по микронеровностям поля определялись кинематические параметры оси колеса [1, 2].

Проведенное теоретическое исследование позволяет сделать следующие выводы:

- при движении колеса по микронеровностям поля ось колеса перемещается по вертикали и горизонтали; кинематические параметры оси при этом являются величинами переменными;
- утверждение, что после разгона трактора он входит в режим «установившегося движения», неправомерно, в связи с влиянием на движение микронеровностей оно всегда неустановившееся;
- на величину кинематических влияют параметры характеристик микронеровностей (шаг, параметров оси колеса высота, геометрия), а также параметры ведущего колеса (радиус, угловая скорость в относительном движении);
- теоретическая скорость оси колеса при движении по микронеровностям поля является величиной переменной;
- ускорения в горизонтальном и вертикальном направлении достигают значительных величин и вызывают изменяющиеся по величине и знаку силы инерции;
- сопоставление теоретической скорости оси колеса с действительной скоростью, определенной на основании экспериментальных данных, дает осно-

вание заключить, что ведущее колесо имеет не только буксование, но и скольжение.

Экспериментальные исследования подтвердили выводы теоретического исследования о переменности кинематических параметров оси ведущего колеса.

#### Список литературы

1. Скорляков В.И. Метод оценки основных параметров сельскохозяйственных машин на этапе проектирования / В.И. Скорляков, А.Н. Назаров // Техника и оборудование для села. 2018. № 2. С. 22–26.

2. Пушко Н. Система показателей эффективности использования механизаторских кадров в сельскохозяйственных организациях // Аграрная экономика. 2016. №. 11. С. 14–20.

3. Ерзамаев М.П. Повышение эффективности использования пахотных агрегатов / М.П. Ерзамаев, Д.С. Сазонов, Е.О. Саломатов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13-16 декабря 2016 года. Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 689–692.

4. Оценка энерго-экологической эффективности тепловозов при работе на дизельном топливе с добавкой водорода / В.В. Асабин, А.Ю. Балакин, Л.С. Курманова [и др.] // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26, № 1. С. 9–13. – DOI 10.18412/1816-0395-2022-1-9-13.

5. Оценка эффективности работы интеллектуальной смазочной системы / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, М.П. Ерзамаев [и др.] // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24-25 октября 2022 года. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 575–580.

6. Petukhov S.A. et al. Improving the efficiency of autonomous locomotive engines by monitoring the condition of the running engine oil // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. Т. 2624. № 1.

7. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В РОЛИ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Ерзамаева К.М.<sup>1</sup>, Ерзамаев М.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия

С учетом постоянно растущих цен на нефть и возрастающего внимания к экологическим проблемам, альтернативные источники топлива становятся все более актуальными. Одной из перспективных альтернатив традиционному дизельному топливу являются растительные масла. Эта статья описывает основные преимущества и недостатки использования растительных масел в качестве топлива для автотракторных двигателей [1-7].

Идея использования растительных масел в качестве топлива не нова. Еще Рудольф Дизель, создатель первого успешного двигателя внутреннего сгорания, экспериментировал с различными растительными маслами. В начале 20-го века его двигатели способны были работать на чистом арахисовом масле. Однако, с развитием нефтедобычи и снижением стоимости нефтяных топлив, интерес к растительным маслам угас до последних десятилетий [1-3].

Преимущества растительных масел:

1. Экологическая чистота: Сжигание растительного масла в двигателях ведет к значительному снижению выделения в атмосферу парниковых газов по сравнению с дизельным топливом.

2. Возобновляемость: Растительные масла получают из возобновляемых источников, таких как подсолнечник, рапс, соя и другие масличные культуры.

3. Безопасность: В случае утечек растительное масло менее вредно для окружающей среды, чем нефтяные топлива, поскольку оно биоразлагаемо.

4. Энергетическая независимость: Страны, не обладающие большими запасами нефти, могут производить растительное масло самостоятельно, уменьшая зависимость от импорта.

Недостатки и проблемы:

1. Модификация двигателей: Многие автотракторные двигатели требуют модификаций для эффективного использования растительных масел.

2. Стоимость: несмотря на рост цен на нефть, растительные масла все еще могут оставаться дорогим вариантом из-за низкой эффективности производства и высоких затрат на переработку.

3. Конкуренция за сельскохозяйственные угодья: Выращивание культур для получения топлива может конкурировать с выращиванием продовольственных культур, что влияет на цены и доступность продуктов питания.

Главным недостатком, препятствующим широкому распространению использования растительных масел в качестве топлива для автотракторных двигателей, является высокая вязкость, что может вызывать проблемы с подачей топлива и атомизацией, особенно при низких температурах [2, 3]. Вязкость растительных

масел в 9-14 раз превышает вязкость дизельного топлива, при том, что остальные характеристики отличаются не более чем на 10 процентов, что не критично.

Есть три способа использования растительного масла в качестве топлива для автотракторных двигателей. Первым, самым сложным и дорогим, является метод переработки масла в эфир. Для этого масло смешивают с метанолом и катализатором, и запускают процесс переэтерификации. В результате получают биотопливо и глицерин.

Вторым методом является метод нагрева. Так как при повышении температуры вязкость масла уменьшается, можно добиться нужных значений нагрев масла до 60-80 градусов.

Третьим методом, самым простым и наиболее часто используемым является метод смешивания дизельного топлива и растительного масла. Смешивать масло и топливо можно как в процессе эксплуатации, так и непосредственно перед заправкой топливного бака.

Растительные масла, несомненно, представляют собой привлекательную альтернативу дизельному топливу для автотракторных двигателей. Они обладают рядом экологических и экономических преимуществ, но также сопряжены с определенными техническими и экономическими сложностями. Для широкого внедрения растительных масел как топлива потребуются дальнейшее техническое усовершенствование двигателей, снижение затрат на производство и переработку, а также разработка устойчивых агропромышленных стратегий.

#### Список литературы

1. Сидоров Е.А. Двухтопливная система питания дизеля с автоматическим регулированием состава смесового топлива / Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск, 2013. Т. II. С. 285–287.
2. Уханов А.П., Сидоров Е.А., Сидорова Л.И. Теоретическая и экспериментальная оценка эксплуатационных показателей пахотного агрегата при работе на дизельном смесовом топливе // Научное обозрение. 2014. № 1. С. 21–27.
3. Уханов А.П., Голубев В.А., Киреева Н.С. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров смесителя-дозатора дизельного смесового топлива // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2 (22). С. 116–121.
4. Оценка энерго-экологической эффективности тепловозов при работе на дизельном топливе с добавкой водорода / В.В. Асабин, А.Ю. Балакин, Л.С. Курманова [и др.] // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26, № 1. С. 9–13. – DOI 10.18412/1816-0395-2022-1-9-13.
5. Оценка эффективности работы интеллектуальной смазочной системы / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, М.П. Ерзамаев [и др.] // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24-25 октября 2022 года. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 575–580.
6. Petukhov S.A. et al. Improving the efficiency of autonomous locomotive engines by monitoring the condition of the running engine oil // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. Т. 2624. № 1.
7. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.

## ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ерзамаева К.М.<sup>1</sup>, Ерзамаев М.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия

В современное время все пользуются механическими средствами передвижения, естественно, чтобы безопасно ездить в автомобилях нужно следить за внутренним состоянием машин. Тормозная жидкость не исключение, так как она также, как и другие жидкости, предположена к устареванию из-за различных своих свойств и подвергается замене на новую.

Как все знают существует четыре времени года, где происходит изменение температуры и погоды в общем. Всё это, естественно, влияет на сам автомобиль. Тормозная жидкость является неотъемлемой частью безопасности передвижения транспорта и всех, кто в нем находится, потому что она влияет на связь педали с тормозными колодками и работает с раскалёнными деталями. Из-за данного нагрева жидкость может спокойно закипеть и со временем потерять свои важные свойства, что может привести к худшим последствиям. Грамотный водитель всегда будет следить за своей машиной, чтобы избежать аварийных ситуаций, и тем самым уберечь свою жизнь от опасности.

Существует разные виды и состав тормозной жидкости, поэтому у каждого вида будет свой интервал или срок её замены, т.к. это может зависеть от езды автомобиля и самого состава [3]. В определённых регионах со влажным климатом:

1. Гликолевый состав: 1,5-2 года.
2. Силиконовый состав: 3-4 года.
3. Быстрая и резкая езда: не более 20 тыс. км.

Если брать отечественное производство, то можно сказать, что тормозная жидкость по большей степени состояла из бутилированного спирта, который смешивался с касторовым маслом и застывал уже, когда температура составляла около 0°C. Из-за этого ни о какой хорошей работе машины речи не шло. Зачастую состав тормозной жидкости был некачественным.

Со временем появляются новые технологии, разрабатываются прогрессивные детали для машин, а также растёт сфера познания технологического и инженерного прогрессов, где уже можно выделить разные виды тормозных жидкостей:

- 1) DOT 3;
- 2) DOT 4;
- 3) DOT 5;
- 4) DOT 5.1.

Рассмотрим каждый из них: жидкости типа DOT 3 – предназначены для разных типов тормозов (барабанных и дисковых), состоит из полиэфира и полиэтиленгликоля, которые могут обеспечить эффективное торможение только наименее динамичным транспортом; жидкость типа DOT 4 – очень активно может использоваться в современных авто, состоит из полиэфира, полиэтиленгликоля и присадок, также она допускает смесь с DOT 3; жидкость типа DOT 5 – имеет силиконовый состав, который создали больше для спортивных машин, а также не может смешиваться с гликолосо-

держащими химикатами; жидкость типа DOT 5.1 – имеет гликолевый состав, и она не может смешиваться с другими перечисленными тормозными жидкостями [4].

Перейдём к основным свойствам тормозной жидкости:

1. Гидроскопичность – это способность поглощать воду из атмосферы. Чем больше воды растворено в тормозной жидкости, тем раньше она закипает, сильнее густеет при низких температурах, хуже смазывает детали, а также приводит к быстрой коррозии металлических деталей [1].

2. Механические свойства. Понижение вязкости ухудшает уплотнение в главном и рабочих цилиндрах. Повышение вязкости тормозной жидкости приводит к росту сопротивления её движению по трубопроводам, уменьшает чувствительность гидропривода [1].

3. Противоизносные свойства – должны обеспечивать минимальные износ главного и рабочих цилиндров и истирание резиновых манжет и других уплотнителей [1].

4. Коррозионная активность – зависит от химического состава тормозной жидкости и внешних условий, важнейшим из которых является температура. Оценивается щелевая коррозия поршня и цилиндра по нагрузке извлечения поршня из цилиндра на модельной установке [1].

5. Стабильность. Физическая стабильность определяет способность к расслаиванию, вспениванию и выпадению осадков. В спиртокасторовых жидкостях при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже, касторовое масло сгущается и застывает, образуя осадок. Вспениваемость тормозных жидкостей мала [1].

6. Токсичность – данным свойством обладают все жидкости. Если они попадут внутрь организма, то произойдёт отравление, поэтому, желательно соблюдать меры предосторожности и технику безопасности при работе с любыми тормозными жидкостями [1].

7. Пожароопасность – свойство присуще в основном спиртокасторовым жидкостям, поэтому в них часто добавляют присадки. Тормозные жидкости в принципе имеют хорошую воспламеняемость, но никакой серьёзной угрозы не несут [1].

Исследование изменение свойств тормозной жидкости в эксплуатации было проведено в Самарском государственном аграрном университете. Определялась температура закипания 4 образцов тормозной жидкости с разным периодом эксплуатации.

Проведён опыт на определение температуры закипания тормозной жидкости с одного автомобиля с разным периодом замены. 4 образца использованной тормозной жидкости по очереди наливались в специальный стакан и нагревались до момента закипания.

В ходе исследования выяснилось, что температура кипения новой тормозной жидкости (пробег 0 тыс. км) находится выше  $260^{\circ}\text{C}$ , так как она не закипела, в следствии отсутствия в ней влаги. У тормозной жидкости, взятой при пробеге автомобиля 20 тыс. км, температура кипения составила  $230^{\circ}\text{C}$ , что указывает на попадание в ее состав незначительного количества влаги. Тормозная жидкость, взятая на пробеге 40 тыс. км закипела при температуре  $150^{\circ}\text{C}$ , а четвёртая жидкость, взятая на пробеге 60 тыс. км, закипела при температуре  $120^{\circ}\text{C}$ . 3 и 4 образцы содержат большое количество воды, эксплуатации автомобиля с такой низкой температурой кипения тормозной жидкости недопустима, требуется замена на новую тормозную жидкость.

Можно сделать вывод такой: закипевшая тормозная жидкость пузырится и эффективность тормозной системы снижается. Чем она выше, тем меньше вероятность образования паровой пробки в системе. При торможении автомобиля рабочие цилиндры

дры и жидкость в них нагреваются. Если температура превысит допустимую, тормозная жидкость закипит, и образуются пузырьки пара. Несжимаемая жидкость станет «мягкой», педаль «провалится», а машина не остановится вовремя. Температура кипения тормозной жидкости напрямую зависит от содержания в ней воды, и с повышением её концентрации снижается [3]. Поэтому тормозная жидкость должна обладать минимальной гигроскопичностью. Стоит учитывать быстрое уменьшение важных свойств тормозной жидкости, и для своей безопасности автомобилистам лучше чаще менять тормозную жидкость.

### Список литературы

1. Свойства тормозной жидкости [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://avtopel.com/svoystva-tormoznoj-zhidkosti/>. [Дата обращения 20.01.2024г.].
2. Овчинников В.В. Автомобильные эксплуатационные материалы : учебник / В.В. Овчинников. Москва : КноРус, 2023. 238 с. – ISBN 978-5-406-10765-2. – URL:<https://book.ru/book/947253>.
3. Головачев С.С., Автомобильные эксплуатационные материалы : учебно-практическое пособие / С.С. Головачев. Москва : КноРус, 2022. 155 с. – ISBN 978-5-406-10100-1. – URL:<https://book.ru/book/944631>.
4. Тормозная жидкость [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://wiki.zr.ru/Тормозная\\_жидкость](http://wiki.zr.ru/Тормозная_жидкость). – [Дата обращения 10.01.2024г.].
5. Тормозная жидкость: для чего она нужна? [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://carnovato.ru/tormoznaya-zhidkost-sostav/>. [Дата обращения 06.02.2024 г.].
6. Methodology and results of comparative atmospheric tests of experimental conservation composition / A.E. Shlykov, E.B. Mironov, S.M. Gaidar [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00258.
7. Сазонов Д.С. Снижение эксплуатационных потерь дизельного топлива за счет применения современных средств контроля его расхода / Д.С. Сазонов, М.П. Ерзамаев, Т.Н. Сазонова // Достижения науки агропромышленному комплексу : Сборник научных трудов Международной межвузовской научно-практической конференции, Самара, 01-31 января 2013 года. Самара : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. С. 46–50.
8. Росляков А.Д. Методика проведения стендовых испытаний тепловозных дизелей на альтернативных видах топлива / А.Д. Росляков, Л.С. Курманова, С.А. Петухов // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 89–92.
9. Петухов С.А. Оценка технического состояния дизелей тепловозов в эксплуатации по результатам анализа моторного масла / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 74–78.
10. Петухов С.А. К вопросу оценки технического состояния локомотивных энергетических установок путем моделирования процесса образования продуктов износа в моторном масле / С.А. Петухов, А.В. Муратов, Л.С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 3 (57). С. 39–42.
11. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.

## СТАБИЛЬНОСТЬ КОЛЁСНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Ерзамаева К.М.<sup>1</sup>, Ерзамаев М.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия

Существует несколько видов или типов машин, применяемых в сельскохозяйственном производстве, для которых проблема устойчивости наиболее актуальна [1-5].

К ним можно отнести: некоторые виды тракторных агрегатов; фронтальные погрузчики; большегрузные прицепы и полуприцепы или другие специализированные транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов; опрыскиватели [6-8].

Анализ существующих определений устойчивости показал, что по физической природе устойчивость колесных машин следует рассматривать как техническую устойчивость.

Система абсолютно устойчива, если вероятность того, что возмущения (отклонения координат от заданного движения) меньше допустимых с вероятностью равной единице. Допустимые значения отклонений координат и вероятности обусловлены конструкцией и назначением машины, и выбираются из условия обеспечения удовлетворительного режима работы [9-11].

Различается несколько видов устойчивости.

Во-первых, устойчивость у с/х машин в состоянии покоя, хранения или в отцепленном состоянии. Обеспечение такой устойчивости особенно важно для обеспечения безопасности при агрегатировании машин с тракторами [1].

Как правило, у абсолютного большинства с/х техники такая устойчивость, назовем ее статической, обеспечена, и поэтому не будем ее рассматривать. К статической устойчивости можно отнести и отсутствие перемещения машины при установке ее на уклоне, которое обеспечивается установкой под колеса машины противооткатных башмаков или брусков [1, 2].

Второй вид устойчивости – устойчивость машины при движении, назовем ее эксплуатационной устойчивостью. Потеря устойчивости машиной наблюдается: во-первых, в плоскости, перпендикулярной движению, или в поперечной плоскости (таким образом, у нас получается эксплуатационная поперечная устойчивость), или по направлению движения – так называемая продольная устойчивость [3, 4].

При анализе устойчивости движение разбито на три зоны:

а) вероятность отрыва близка к нулю, допустимое значение вероятности при этом находится на основе неравенства;

б) вероятность отрыва не равна нулю, но время между отрывами больше времени переходного процесса, возникающего в результате ударного взаимодействия упругого колеса о грунт;

в) зона неустойчивого движения, в которой время между отрывами меньше длительности переходного процесса.

Число отрывов колёс от грунта (число проскальзываний) существенно зависит от скорости, характера рельефа и жесткости шин, которую удобно оценивать по статистической деформации. Для современных колесных машин сельскохозяйственного назначения в зависимости от фонов неустойчивое движение возникает при скоростях порядка 6-8 м/сек.

#### Список литературы

1. Дураев Б.О. Эффективное использование сельскохозяйственной техники в регионе // АПК: экономика, управление. 2016. №. 12. С. 88–93.
2. Кулаков А.Т., Денисов А.С., Макушин А.А. Особенности конструкции, эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей. 2013.
3. Universal equipment for determining traction resistance of working bodies and their combinations designed for soil treatment / M.P. Erzamaev, D.S. Sazonov, A.E. Afonin [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. EDP Sciences : EDP Sciences, 2020. P. 00010.
4. Тензометрическая установка для испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин в полевых условиях / М.П. Ерзамаев, Д.С. Сазонов, Н.Е. Ерзамаева, А.М. Языкин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13-14 ноября 2019 года. Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 288–292.
5. Росляков А.Д. Методика проведения стендовых испытаний тепловозных дизелей на альтернативных видах топлива / А.Д. Росляков, Л.С. Курманова, С.А. Петухов // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 89–92.
6. Петухов С.А. Оценка технического состояния дизелей тепловозов в эксплуатации по результатам анализа моторного масла / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 74–78.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПРИСАДОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДИЗЕЛЬНЫХ МАСЛАХ

Ерзамаева К.М.<sup>1</sup>, Ерзамаев М.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия

Повышение эксплуатационных свойств картерных масел достигается добавлением к ним многофункциональных присадок в количестве 5-6% для масел группы Б, и до 11% композиций присадок для масел, используемых в форсированных двигателях (Трактор К-744). Правильная эксплуатация двигателей возможна только на маслах, обладающих высокой стабильностью. В практике эксплуатации, особенно в условиях сельского хозяйства, часто наблюдаются случаи выделения осадков из масел [1-11].

В процессе выполнения работы было приготовлено 9 опытных образцов масел с различным содержанием присадок, зимние и летние. 26 образцов длительное время (17 месяцев) хранились при температуре наружного воздуха и при комнатной температуре с водой и без воды.

При длительном хранении масел, не содержащих воды, щелочность, зольность и барий изменяются очень незначительно (не более 10%). Обводненное масло резко меняет параметры, отражающие содержание присадки, причём более интенсивно с присадкой ВНИИ НП-360. Эти закономерности справедливы и для масел с различным содержанием присадок.

Чем больше количество присадки в масле, тем больше интенсивность её вымывания водой. Наиболее резкие изменения происходят в первые дни хранения [2].

Присадки и масла с присадками обладают высокой гигроскопичностью; причём чем больше присадки в масле, тем выше его гигроскопичность. За 10 дней хранения образцов во влажной среде присадка ВНИИ НП-360 поглотила 0,48% воды, масло группы Б – 0,12%, масло группы Г – 0,156%.

Обводнение масла при эксплуатации технически исправных дизелей происходит вследствие конденсации паров воды из газов, прорывающихся в картер, или отпотевания стенок баков или циркуляционных цистерн из-за измененной температуры. Содержание воды в работающем масле обычно не превышает 0,03%. Но даже такое небольшое количество воды неблагоприятно сказывается на скорости старения масла. Снижение содержания воды в масле, достигаемое повышением его температуры в картере от 60 до 85°С, существенно уменьшает скорость накопления в масле нерастворимых продуктов и окисления масла [4].

Длительному хранению подвергались масла различной степени обводнения. Определение щелочности показало, что наличие 0,2% воды вызывает падение щелочи на 25%, дальнейшее увеличение обводнения не вызывает столь резкого её изменения. Так, при содержании в масле 2% воды падение щелочности составляет 40% (масло с присадкой ВНИИ НП-360). У масел с присадкой ЦИАТИМ-339 снижение щелочности при обводнении меньше и при наличии

0,2 и 2% воды составляет 15 и 20% соответственно. Следовательно, даже очень небольшое обводнение масла вызывает резкое ухудшение его состава.

Исследовано также изменение щелочности под действием высоких температур. Опыты проводились при интенсивном перемешивании и искусственном окислении масла при температурах 150 и 200 градусов Цельсия. При температуре 200 С уже в первые часы щелочность резко падает; через 10 часов остается только 13% её первоначальной величины, происходит интенсивное окисление масла. При температуре 150 градусов закономерности те же, но процессы идут медленнее (за 20 часов щелочность падает на 70%). Следовательно, повышение температуры имеет большое влияние на срабатываемость присадок.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Характер изменения параметров масел различных групп при длительном хранении как при температуре окружающего воздуха, так и при комнатной температуре одинаково: происходит незначительное уменьшение концентрации присадки, а следовательно, падение щелочности. Содержание серы практически не меняется.

2. Обводнение масла приводит к резкому изменению его внешнего вида, выпадает большой осадок в первые же дни хранения; резко падает щелочность, несколько уменьшается содержание серы.

3. Резкие изменения показателей качества масла практически не зависят от степени обводнения. Так, при небольшом (0,2%) обводнении и при большом (2,0%) разница в глубине изменений не велика.

4. Резкие изменения концентрации присадки происходят под действием высоких температур (от 150 градусов и выше).

#### Список литературы

1. Данилов А.М., Овчинников К.А., Бартко Р.В. Задачи и практические результаты импортозамещения в области присадок к топливам и смазочным маслам // Экспозиция Нефть Газ. 2017. №. 1 (54). С. 17–19.

2. Магарил Е.Р., Магарил Р.З. Моторные топлива: учебное пособие // М. : КДУ, 2008. Т. 160.

3. Дорогочинская В.А., Данилов А.М., Тонконогов Б.П. Присадки к топливам и смазочным материалам. 2017.

4. Universal equipment for determining traction resistance of working bodies and their combinations designed for soil treatment / M.P. Erzamaev, D.S. Sazonov, A.E. Afonin [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00010.

5. Тензометрическая установка для испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин в полевых условиях / М.П. Ерзамаев, Д.С. Сазонов, Н.Е. Ерзамаева, А.М. Языкин // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13-14 ноября 2019 года. Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 288–292.

6. Сазонов Д.С. Снижение эксплуатационных потерь дизельного топлива за счет применения современных средств контроля его расхода / Д.С. Сазонов, М.П. Ерзамаев, Т.Н. Сазонова // Достижения науки агропромышленному комплексу : Сборник научных трудов Международной межвузовской научно-практической конференции, Самара, 01-31 января 2013 года. Самара : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. С. 46–50.

## КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

**Жильцов С.Н., Сазонов Д.С.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Интенсивная эксплуатация техники и как следствие, охлаждающей жидкости (ОЖ) приводит к быстрому снижению её охлаждающей способности в результате ее загрязнения различными примесями, образования продуктов коррозии, солей накипи, попадания нефтепродуктов и других посторонних включений. Все это может приводить к преждевременному выходу из строя элементов системы охлаждения и необходимости восстановления их работоспособности [1].

Различные негативные факторы влияют на эффективность действия присадок входящих в ОЖ, изменению необходимой концентрации этиленгликоля и воды, что в конечном итоге приводит к ухудшению рабочих характеристик охлаждающей жидкости [2, 3].

Основным показателем, который, как правило, контролируется в процессе эксплуатации, является плотность охлаждающей жидкости. По данной характеристике достаточно точно можно определить температуру кристаллизации и температуру начала кипения охлаждающей жидкости. Для этого применяют специальные прибор типа ареометров и рефрактомеров, которые доступны и просты в использовании. Коррозионную активность можно косвенно оценить с помощью рН метров, однако в условиях эксплуатации подобные проверки практически не проводятся. Стоит отметить, что коррозионная активность не только приводит к постепенному разрушению внутренних поверхностей деталей системы охлаждения, но и способствует накоплению продуктов коррозии в охлаждающей жидкости и внутренних полостях деталей и как следствие является причиной снижения эффективности охлаждения двигателя.

Для оценки изменения коррозионной активности ОЖ в процессе эксплуатации на кафедре «Технический сервис» Самарского ГАУ проводились исследования. Велись наблюдения за тракторами, работающими в условиях рядовой эксплуатации, и брались пробы охлаждающих жидкостей из двигателей данных тракторов. В качестве объектов для отбора проб использовались двигатели, установленные на трактора марки «Кировец» (К-744). Согласно разработанной методике [4] были отобраны пробы, подготовлены образцы и проведены лабораторные исследования по оценке динамики коррозионной активности ОЖ наработавших определенный ресурс.

В процессе исследований так же принималась во внимание и общая наработка наблюдаемых двигателей.

Проводилась визуальная и количественная оценка (по потере массы образцов) коррозионного воздействия ОЖ на лабораторные образцы. Результаты исследований показали, что с течением времени коррозионная активность ОЖ по отношению к материалам, из которых изготавливаются элементы системы

охлаждения двигателя – возрастает. У одного из производителей ОЖ данные показатели за период наблюдения повысились в 2 раза (около 54%). Так же необходимо отметить, что общая наработка двигателей влияет на характер изменения качественных показателей охлаждающих жидкостей. Чем больше наработка двигателя в целом, тем быстрее происходит изменение качественных показателей ОЖ после её замены.

#### **Список литературы**

1. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Восстановление работоспособности алюминиевых радиаторов системы охлаждения // Инновационные технологии на автомобильном транспорте. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж, 2021. С. 92–97.

2. Ерзамаев М.П., Сазонов Д.С. Исследование коррозионной активности охлаждающих жидкостей // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Кинель, 2020. С. 373–376.

3. Жильцов С.Н., Сазонов Д.С., Ерзамаев, М.П., Барханский, Н.Ю. Сравнительные исследования качества автомобильных низкотемпературных охлаждающих жидкостей // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Кинель, 2018. С. 600–603.

4. Жильцов С.Н., Колесников В.С. Исследование изменения коррозионной активности охлаждающих жидкостей в процессе эксплуатации // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Пенза, 2023. С. 30–33.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ**

**Жильцов С.Н., Черкашин Н.А., Артамонов Е.И.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

В процессе эксплуатации техники неизбежно происходит изнашивание рабочих поверхностей деталей. При достижении предельного значения износа деталь выбраковывается. Необходимо отметить, что более 85% деталей при этом имеют износы в пределах до 0,3 мм. Экономически целесообразно осуществлять восстановление деталей, путем наращивания изношенных поверхностей до номинального значения. Конечно, на возможность восстановления детали, помимо величины износа влияют и другие факторы [1], но, тем не менее, многие детали конструктивно пригодны для восстановления и повторного использования.

В настоящее время существует достаточно много способов восстановления деталей. Наиболее распространенными способами являются различные виды наплавки. Основным недостатком данных способов восстановления является значительное термическое влияние на детали, что может приводить к изменению физико-механических свойств материала детали, термическим деформациям и другим негативным последствиям.

Подобных негативных факторов лишены газотермические способы нанесения материалов на изношенные поверхности. Сущность подобных способов основана на расплавлении присадочного материала, каким-либо способом и нанесение данного материала в капельном состоянии на поверхность восстанавливаемой детали, струей какого-либо газа.

Основным показателем качества покрытий получаемых газотермическими способами считается адгезия нанесенного слоя с восстанавливаемой поверхностью, так как образование покрытия происходит за счет механического взаимодействия расплавленных частиц присадочного материала с поверхностью детали.

На адгезию напылённых слоев оказывает влияние качество обработки восстанавливаемой поверхности и её температура [2, 3], расстояние от точки расплавления материала до поверхности, скорость и температура частиц присадочного материала, вид напыляемого материала и др. [2, 3].

При движении частиц от распылителя к восстанавливаемой детали частицы напыляемого материала при взаимодействии с окружающей средой охлаждаются, что может приводить к снижению качества адгезии напылённого слоя и поверхности основы. Температура напыляемых частиц зависит от режимов процесса, таких как расстояние от сопла распылителя до детали, скорость подачи транспортирующего газа, сила тока, напряжение. Данные параметры устанавливаются исходя из рекомендаций, изложенных в нормативно-технической документации.

Однако, влияние исходной температуры напыляемой поверхности на адгезию получаемых слоев, изучено недостаточно. На кафедре «Технический сервис» Самарского ГАУ проводились исследования по определению комплексного влияния начальной температуры восстанавливаемой поверхности и расстояния от сопла распылителя до напыляемой поверхности на адгезию получаемого покрытия. По разработанной методике [4] были проведены лабораторные исследования, которые показали, что при прочих равных режимах напыления данных, наибольшая адгезионная прочность напылённого слоя с восстанавливаемой деталью будет при температуре поверхности в интервале 40-60°C, а оптимальное расстояние от сопла распылителя до поверхности составляет 180-200 мм. Адгезионная прочность напылённого слоя при этом повысилась на 8-12%. Данные результаты можно использовать для совершенствования процессов восстановления изношенных деталей методом металлизации.

#### Список литературы

1. Стребков С.В. Фактор условий эксплуатации при определении способа восстановления детали // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, 2023. С. 205–206.
2. Баннов А.А., Жильцов С.Н. Влияние режимов металлизации на качество получаемых покрытий // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК. Кинель, 2015. С. 81–84.
3. Матюшкин Б.А., Чавдаров А.В., Денисов В.И., Толкачев А.А., Мосолов М.М. Роль электродуговой металлизации в технологии восстановления деталей АПК // Технология машиностроения, 2018. № 12. С. 21–26.
4. Жильцов С.Н., Крючин, Н.П., Артамонов, Е.И., Сазонов, Д.С. Результаты лабораторных исследований по совершенствованию режимов газотермического напыления // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2019. № 1 (75). С. 106–109.

## РЕМОНТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Ильин Д.К., Павлюк Р.В.

ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, г. Ставрополь, Россия

Техническое обслуживание и ремонт зерноуборочных комбайнов являются важными аспектами их эксплуатации, так как обеспечивают надёжность и эффективность работы.

Шпоночные соединения играют важную роль в работе зерноуборочных комбайнов, обеспечивая передачу крутящего момента от механического привода к рабочим органам. Данные соединения обладают высокой прочностью и устойчивостью к перегрузкам, однако в процессе эксплуатации могут подвергаться износу, коррозии и, как следствие, поломкам, что приводит к простоям техники и снижению эффективности её использования. Особенно остро эта проблема проявляется при осыпании зерновых.

Неработоспособность шпоночных соединений может привести к снижению производительности комбайна, поломкам и дорогостоящим ремонтным работам. Поэтому регулярная проверка и профилактическое обслуживание данных соединений являются неотъемлемой частью технического обслуживания зерноуборочных комбайнов.

Основные виды ремонта шпоночных соединений включают замену изношенных шпонок, шкивов на новые и восстановление поврежденных валов, так как зачастую шпоночные пазы сминаются от внезапных нагрузок. При замене изношенных шпонок необходимо обратить внимание на их размеры и материал, чтобы обеспечить надёжность и долговечность новых соединений. Восстановление поврежденных валов может включать шлифовку, сварку или замену части вала, в зависимости от степени повреждения.

В ходе проведенных исследований по Ставропольскому краю, было установлено, что в большей степени выходят из строя шпонки и шпоночные пазы ступиц шкивов и звездочек при сохранении целостности валов ввиду более высоких прочностных характеристик.

Но не всегда такие запасные части бывают в наличии. В настоящее время при уходе крупных дилеров импортной техники это проблема проявляется очень выражено, так как иногда необходимую деталь приходится ждать больше полугода, и цена на нее выросла в разы [1].

Поэтому, чтобы снизить время восстановительных операций и их стоимость, можно заранее из вышедших из строя ступиц или при возникшем отказе сделать в условиях мастерских хозяйств ремонтные комплекты – резьбоклеевые съемные ступицы [2].

Данная конструкция позволяет восстановить изношенную ступицу при смятии шпоночного паза. Применение в разработанной конструкции анаэробного клея между посадочными рабочими поверхностями ступицы и вала позво-

ляет исключить зазор в соединении, снизить влияние окружающих сред и повысить прочность узла в целом.

При проведении ремонтных работ необходимо придерживаться указаний производителя комбайна, а также учитывать особенности конструкции и эксплуатации данного оборудования. Важно использовать качественные материалы и инструменты, а также следить за герметичностью соединений и точностью монтажа.

Ремонт шпоночных соединений является важной составляющей поддержания исправности зерноуборочных комбайнов.

#### **Список литературы**

1. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Оценка эффективности импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Белгородский ГАУ. 2015. С. 75–76.

2. Резьбоклеевая съемная ступица / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Ю.И. Жевора, А.В. Захарин, Е.В. Зубенко // В сборнике: Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева. 2020. С. 128–131.

## **ВОДА – ОДИН ИЗ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА**

**Корнеева В.К., Капцевич В.М., Закревский И.В., Мотыль И.С.**

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Вода в моторном масле после механических примесей является вторым наиболее разрушительным загрязнителем. Вода может присутствовать в моторном масле в следующих трех состояниях: растворенная, эмульгированная и свободная [1, 2].

Растворенная вода в моторном масле обычно содержится в небольшом количестве, которое зависит от типа и состояния базового масла, пакета присадок, содержания загрязняющих веществ и температуры.

Эмульгированная вода считается наиболее опасной из-за ее большой площади контакта с маслом, а также способности переноситься маслом в трущееся пары двигателя, разрушая при этом стабильную масляную пленку.

Свободной считается вода, которая отделяется от масла из-за невозможности в большем количестве раствориться и эмульгироваться, а также из-за различий в плотности воды и масла.

Вода может попадать в двигатель и моторное масло, во-первых, из атмосферы через уплотнения и со свежим маслом; во-вторых, в процессе конденсации при работе двигателя; в-третьих, из системы охлаждения (вместе с антифризом) из-за негерметичности или износа уплотнений.

При попадании воды в масло происходит реакция гидролиза, приводящая к разрушению присадок и образованию вредных химически агрессивных соединений. Вода также действует как катализатор, способствующий окислению масла, особенно в присутствии химически активных металлов, таких как железо, медь и свинец.

Загрязнение масла водой увеличивает кинематическую вязкость и ухудшает характеристики вязкости, что приводит к засорению масляного фильтра, к недостаточной смазке, к трению и износу деталей двигателя. При увеличении концентрации воды до 3% наблюдается увеличение вязкости эмульсии, при дальнейшем увеличении концентрации воды вязкость падает [3].

Вода в свободном или эмульгированном состоянии уменьшает смазывающую способность масла, что приводит к преждевременному износу и выходу из строя подшипников, шестерен, поршней и др. деталей пар трения. Растворенная вода также может вызывать износ и отказ подшипников качения в результате водородного охрупчивания [1]. Кроме того, вода вызывает коррозию чугунных и стальных деталей.

Поэтому, наличие и оценка количества воды в моторном масле является обязательным показателем, подлежащим определению.

Для определения наличия воды в моторном масле используют различные методы. Так, в чистую, предварительно высушенную пробирку из теплостойкого стекла

заливают 2–3 мл тщательно перемешанного масла, а пробирку нагревают на спиртовке до температуры 100–110°C [4]. При наличии воды происходит вспенивание масла, на стенках пробирки над поверхностью масла конденсируются капли воды.

Для определения количества воды в масле также используется метод, основанный на химическом взаимодействии его с некоторыми веществами, например, гидридом кальция. По количеству выделяющегося водорода при реакции гидрида кальция с содержащейся в масле водой делают вывод о количестве воды [5]. Определить количество воды, используя данный метод, можно также измерением количества выделившейся теплоты [6].

Сравнительно прост метод определения наличия и количества воды в масле с применением фотометрии и глицерина [5]. Глицерин поглощает воду, поэтому фотометрирование пробы масла до и после смешивания с глицерином изменяет показания фотометра.

Наиболее распространенным методом обнаружения воды в масле является кулонометрическое титрование по методу Карла Фишера (*KF*) [7]. Анализатор воды в масле Карла Фишера может давать очень точные и воспроизводимые результаты, если он выполняется опытным оператором, и является сравнительным методом для других аналитических методов определения воды.

Наиболее перспективным методом измерения загрязнения воды является инфракрасная спектроскопия. Это широко используемое и общепринятое измерение без использования химикатов.

Все рассмотренные методы являются лабораторными с использованием дорогостоящего и узкоспециализированного оборудования, требуют для работы на них высококвалифицированных специалистов, что обуславливает необходимость разработки простых и доступных экспресс-методов контроля наличия воды в моторном масле с возможностью их использования в условиях агропромышленного комплекса [8].

#### Список литературы

1. Fitch J., Troyer D. Oil analysis basics. Tulsa : Noria Corporation, 2010. 198 p.
2. Пашукевич С.В. Классификация загрязнителей моторных масел для дизельных двигателей. Вестник СибАДИ, 2022. Т. 19. № 1 (83). С. 84–100.
3. Корнеев С.В. Пашукевич С.В. Влияние воды на изменение показателей качества моторного масла. Вестник СибАДИ, 2021. Т. 18. № 4 (80). С. 406–415.
4. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник для вузов. Москва : ООО «Магистр-Пресс», 2005. 536 с.
5. Ковальский Б.И. Методология контроля и диагностики смазочных материалов, как элементов систем приводов многокомпонентных машин: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.02.02. Красноярск, 2005. 417 с.
6. Лопатко О.П., Арсенов В.В. Методика оценки противоизносных свойств рабочих жидкостей объемных гидроприводов машин. Мн. : Институт проблем надежности и долговечности машин АН БССР, 1978. 47 с.
7. Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer Titration : ASTM D6304-20. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020. 10 p.
8. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.

## **КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ВАЛАХ**

**Никоноров И.Е., Морозов А.В.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

В современной сфере ремонтного производства стоит острая проблема, связанная с необходимостью эффективного восстановления посадочных поверхностей валов и осей. Существующие методы, такие как сварочно-наплавочные и восстановление пластическим деформированием, часто не обеспечивают необходимый ресурс восстановленной детали, а более сложные технологии, например, плазменная или лазерная наплавка, значительно повышают стоимость ремонта из-за дополнительных капиталовложений.

Чтобы решить эту проблему, в настоящее время множество исследований и работ направлены на разработку комбинированных методов восстановления. Эти методы объединяют в себе преимущества различных технологий и предлагают инновационные подходы к ремонту и восстановлению посадочных поверхностей.

Один из таких подходов – это сочетание электромеханической обработки (ЭМО) с применением современных полимерных композиционных материалов.

В процессе ЭМО высадка металла осуществляется путем деформирующего и теплового воздействия путем пропускания электрического тока большой плотности (108-109 А/м<sup>2</sup>) и низкого (2-6 В) напряжения через зону контакта детали и деформирующего электрода-инструмента. Это приводит к выделению большого количества тепла и высокоскоростному нагреву локального микрообъема поверхности, что приводит к пластической деформации данного слоя. При высадке на контактной поверхности образуется винтовой или кольцевой выступ, который, в последствие сглаживается до нужного размера [1, 2].

После высадки и сглаживания, на поверхности детали образуется винтовая или кольцевая канавка. Для ее заполнения, с целью повышения контактной площади, можно использовать металлополимеры, разработанные на основе новейшей технологии эпоксидных смол. После заполнения канавки с припуском на чистовую обработку производят окончательную обработку до необходимого размера на металлорежущем станке.

Металлополимеры обладают рядом преимуществ, включая высокую прочность, жаропрочность и абразивную стойкость, а также представляют собой эффективное решение, легкое в применении и не требующее специального оборудования [3, 4].

Комбинированный метод восстановления посадочных поверхностей на валах, включающий в себя электромеханическую обработку и применение композитного материала, представляет собой перспективное решение. Он обеспечит быстрое и эффективное восстановление изношенных деталей, сэкономяв время

и ресурсы предприятия, при этом повышая их долговечность и надежность работы машин и оборудования.

#### Список литературы

1. Пат. 2786552 Российская Федерация, МПК В 24 В 39/04 (2006.01), СПК В 24 В 7/13 (2022.08). Установка для электромеханической обработки / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, И.Е. Никоноров, А.А. Морозов, Ю.В. Яшина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2022126407; заявл. 10.10.2022; опубл. 22.12.2022. Бюл. № 36 6 с.
2. Пастухов А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. 2018. Т. 131. С. 174–181.
3. Курчаткин В.В. Восстановление посадок подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами [Текст]: дис. ... док. техн. наук / В.В. Курчаткин. М., 1989. 407 с.
4. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN TWKYZC.

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ВАЛАХ

Никоноров И.Е., Морозов А.В.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

С каждым годом технические системы становятся все более сложными и требовательными к качеству и надежности их компонентов. Особое значение имеют посадочные поверхности на валах, которые являются ключевыми элементами для правильной работы подшипников и других узлов механизмов. Однако, износ и повреждения данных поверхностей могут привести к существенным проблемам и вынудить к дорогостоящему ремонту или замене деталей.

Износ посадочных поверхностей на валах под подшипники является одной из основных причин отказов и потери работоспособности технических устройств, включая автомобили, тракторы и другие механизмы. Особенно актуальна эта проблема в сельском хозяйстве, где оборудование часто подвергается интенсивной эксплуатации и агрессивным условиям окружающей среды [1].

Существующие способы восстановления посадочных поверхностей на валах можно разделить на две основные группы: методы с нанесением добавочного материала и методы без нанесения добавочного материала. Каждая из этих групп имеет свои уникальные особенности и применимость в зависимости от конкретных условий и требований.

### **Способы восстановления с добавлением материала:**

*Наплавка:* осуществляется путем нагрева и нанесения металлического материала на поверхность вала.

*Газодинамическое напыление:* метод, при котором металлические или керамические частицы наносятся на поверхность вала с помощью высокоскоростного потока газа.

*Приварка стальной ленты:* заключается в приварке металлической ленты на поврежденную поверхность для ее восстановления.

*Нанесение композиционных материалов:* метод, при котором на поверхность вала наносятся полимерные композиции для восстановления.

*Нанесение электролитических покрытий:* восстановление поверхности путем электролиза, что позволяет наносить защитные покрытия.

### **Способы восстановления без добавления материала:**

*Накатка:* метод основан на вытеснении материала с поверхности детали при помощи специального инструмента.

*Электромеханическое восстановление:* использует пластические свойства материала для перераспределения его на поверхности детали.

*Раздача:* увеличение наружных размеров полых деталей за счет увеличения их внутренних размеров.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Методы с нанесением добавочного материала, такие как наплавка и газодинамическое

напыление, часто требуют дорогостоящего оборудования и высоких энергозатрат. Однако они могут быть эффективны при больших величинах износа и обеспечивают высокую прочность восстановленной поверхности [2].

С другой стороны, методы без нанесения добавочного материала, такие как накатка и электромеханическое восстановление, более просты в использовании и могут быть более экономичными. Однако они ограничены в применении для тяжело нагруженных соединений и требуют специальных условий для проведения [3].

В связи с этим, существует потребность в разработке комбинированных методов, которые объединяют преимущества обоих подходов. Такие комбинированные методы могут обеспечить эффективное восстановление посадочных поверхностей на валах при снижении затрат и повышении качества ремонта.

### Список литературы

1. Морозов А.В. Характер эксплуатационного износа гладких цилиндрических подвижных сопряжений, применяемых в сельскохозяйственной технике / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг // Материалы III Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск : УГСХА, 2011. С. 271–275.

2. Анализ способов восстановления посадочных шеек валов и осей под подшипники качения / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, Л.Л. Хабиева, Н.Н. Шамуков. – Текст : электронный // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы XI Международной научно-практической конференции. 23-24 июня 2021 г. Ульяновск : УлГАУ, 2021. Т. III. С. 65–74. – URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/25891>.

3. Пастухов А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. 2018 Т. 131 С. 174–181.

4. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN TWKYZC.

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ФИЛЬТРАЦИИ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Порицкий В.М., Титова И.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Применение фильтров в грузовом автотранспорте ведущих мировых производителей MAN, SCANIA, RENAULT, IVECO, DAF, VOLVO, MERCEDES необходимо для обеспечения долговечности и стабильности работы двигателя, топливной, воздушной системы тягача и прицепов, гидравлической системы транспортного средства, а также для создания комфортных условий работы перевозчика [1-3].

В отличие от легковых автомобилей дизельные двигатели, устанавливаемые на грузовиках и тягачах, подвергаются колоссальным нагрузкам, потребляют больше воздуха, и нуждаются в эффективной защите от загрязнений и воздействия окружающей среды. Чтобы увеличить срок эксплуатации двигателя и, соответственно, годовой пробег транспортного средства, необходима установка высококачественных воздушных фильтров для грузовых машин с высокой очистительной способностью (эффективностью фильтрации) – до 99,9%. Основной задачей воздушного фильтра является улавливание минеральной пыли и других микро-частиц, всасываемых мотором из воздуха.

Воздушные фильтры для тягачей и грузовиков изготавливаются из разного сырья, но неотъемлемыми составляющими всегда являются разъемный корпус и фильтрующий элемент. В традиционных конструкциях воздушных фильтров для грузовых автомобилей и тягачей, все фильтрующие элементы являются массивными, снабжены металлическими крышками для обеспечения жесткости и устойчивости к механическим нагрузкам.

Масляные фильтры для грузовых машин необходимы для очистки от загрязнений моторных, трансмиссионных и смазочных масел, а также гидравлических жидкостей для стабильной работы автоматической коробки передач и гидравлической системы грузовика. Основное предназначение масляных фильтров – это предотвращение загрязнения масла в работающем дизельном двигателе, защита его от инородных веществ и максимально длительное сохранение свойств моторного масла, и других масел, используемых в узлах и агрегатах грузовика. Наиболее широкое применение в современных грузовиках имеют две схемы очистки масла: полнопоточная, состоящая из одного фильтра, и комбинированная, сочетающая в себе преимущества полнопоточного и частичнопоточного фильтров, а потому определяемая специалистами, как более эффективная. Исследования, проведенные техниками и учёными, показали, что при использовании комбинированной системы очистки периодичность смены моторного масла увеличивается почти вдвое, что, в свою очередь, проявляется в сокращении расходов на обслуживание тягачей и грузовиков.

### Список литературы

1. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.П. Захаржевский [и др.]. – Москва-Белгород : Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 200 с. – ISBN 978-5-905563-55-3. – EDN VPPYDB.
2. Романченко М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 40–42. – EDN MXEIZB.
3. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.
4. Водолазская Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции / Н.В. Водолазская // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28-29 мая 2018 года. Том 1. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. С. 196–198. – EDN UTTOXB.

## АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

**Приказчиков М.С., Жучихин В.А.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Коленчатый вал является ресурсопределяющей и одной из наиболее ответственных и сложных в ремонте деталей двигателя [1, 2]. Общеизвестно, что основными элементами коленчатого вала являются [2]: коренные шейки; шатунные шейки; щеки; носок вала; хвостовик; масляные каналы.

К основным дефектам и износам коленчатого вала возникающим вследствие физического и химического воздействия относят [2]: износы коренных и шатунных шеек, конусность и овальность шеек, задиры, вмятины, трещины, и т.д; износ посадочного места под шестерню на шкиве или маховике; износ шпоночных отверстий; износ маслосгонной резьбы; износ посадочных мест под подшипники; изгиб и скручивание вала; забивание масляных каналов продуктами износа и загрязнения.

В современном ремонтном производстве применяются два основных метода ремонта и восстановления коленчатых валов: 1 – под ремонтный размер, 2 – под начальный размер [1-3].

В первом случае деталь ремонтируется под ремонтный размер, что подразумевает механическую обработку вала, а именно, его коренных и шатунных шеек на специальных станках, в зависимости от конструктивных особенностей [2-4].

Во втором случае – используют механизированные способы наплавки такие, как: наплавка под слоем флюса и вибродуговая наплавка в различных средах, например, в среде инертного газа, водного пара и т.д., а затем, путем механической обработки, восстанавливают его до нужного размера [2, 3].

Перед началом ремонта коленчатый вал моют и проводят дефектовку. Самым простым и эффективным способом очистки является мойка в ваннах с вибрацией [3].

Затем проводится правка (при прогибе более 0,15мм для автомобильных и 0,2 мм для тракторных) и обнаружение трещин (используя метод магнитной дефектоскопии) [3-6].

Чаще всего полностью изношенные шейки валов восстанавливают механизированными способами наплавки. Для стальных коленчатых валов в основном применяют два способа: под слоем легирующего флюса; под слоем флюса АН-348А пружинной проволокой с последующей термической обработкой или проволокой Нп-30ХГСА. Для наплавки чугунных коленчатых валов: однослойную наплавку, при которой применяют проволоку второго класса с использованием флюса для получения твердости наплавленного металла без пор и трещин; двухслойную наплавку, при которой используют проволоку Св-68 под слоем легирующего флюса, металл первого слоя при этом имеет твердость 52-62 HRC и содержит малое количество пор; наплавка под слоем флюса, но в защитной металлической оболочке из листовой стали, плотно прижатой к поверхности наплавленной шейки и прихваченной свар-

кой в среде углекислого газа проводят автоматическую наплавку шейки под флюсом непосредственно по металлической оболочке.

Однако большинство способов наплавки коленчатых валов вызывают в его поверхностных слоях внутренние напряжения, поэтому для устранения этих напряжений валы подвергают термической обработке – глубокому отпуску (в электрических печах при 650°C), отжигу и нормализации (нагрев до 860-900°C, выдержка 20 мин., остужают на воздухе).

После предварительной обработки на металлорежущих станках поверхность коренных и шатунных шеек стальных валов подвергают вторичной термической обработке: закалке и отпуску. Закалку производят на высокочастотных установках с использованием станков для закалки [4, 5].

Последующая механическая обработка коленчатых валов начинается с исправления центровых фасок, затем производится токарная обработка наплавленных поверхностей (подвергнутые отпуску или отжигу после наплавки) обычно в два прохода, двумя различными резцами с припуском на шлифование от 0,3 до 0,5 мм на сторону [3].

Шейки шлифуются (сначала коренные, затем шатунные) в трех случаях: термически обработанные валы после обточки; термически необработанные валы после наплавки; шлифование под ремонтный размер.

Одной из необходимых операций при восстановлении и ремонте коленчатого вала является балансировка (обычно вместе с маховиком), а для ряда двигателей является обязательным этапом [1, 2].

Анализируя все выше сказанное можно сказать, что в случае возникновения отказа двигателя внутреннего сгорания по причине возникновения дефектов коленчатого вала необязательно заменять его на новый, большинство неисправностей можно устранить, произведя его ремонт, что во многих случаях будет значительно дешевле.

### Список литературы

1. Иванов В.А., Жильцов С.Н., Приказчиков М.С. Методическое обеспечение практических занятий на примере дисциплины «Основы ремонта машин» // Инновации в системе высшего образования : сб. науч. тр. Самара : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 76–79.
2. Неисправности и виды ремонта коленчатого вала [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.zaoair.com/customers/articles/neispravnosti-i-vidy-remonta-kolenchatogo-vala/>.
3. Способы ремонта коленчатого вала [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4260218/page:2/>.
4. Технологии восстановления коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metmastanki.ru/vosstanovlenie-kolenchatogo-vala-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya?ysclid=luo0iebtou971342853>.
5. Наплавка коленчатых валов двигателей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5332570/page:28/>.
6. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN TWKYZC.

## **ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ АВТОМОБИЛЯ С ПОМОЩЬЮ БОРТОВЫХ СИСТЕМ**

**Приказчиков М.С., Глухов Д.Е.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

В современных автомобилях повсеместно встраивается бортовая диагностика технического состояния узлов и механизмов, превращая обычные машины в умные и инновационные транспортные средства [1, 4]. Самой распространенной такой ключевой технологией стала система диагностики On-Board Diagnostics, или просто OBD, позволяющая отслеживать состояние различных систем автомобиля и обеспечивать водителей и автомастерские информацией о работе и необходимости обслуживания транспортного средства [2, 3].

Наличие тех или иных возможностей бортовой диагностики зависят от стандарта OBD применяемого на автомобиле. Наиболее распространенным, на данный момент, стандартом является OBD-II.

Стандарт OBD-II устанавливает стандартизированный набор сигналов, протоколов и разъемов, которые позволяют диагностическому оборудованию взаимодействовать с электронными системами автомобиля:

1. Диагностический разъем – обеспечение доступа к системе OBD-II при подключении диагностического оборудования.

2. Считывание с помощью диагностического оборудования (сканера) кодов ошибок, хранящихся в памяти контроллера системы.

3. Контроль параметров работы автомобиля и выявление потенциальных проблем при помощи датчиков (скорость, обороты двигателя, температура охлаждающей жидкости, уровень топлива).

4. Выявление конкретных неисправностей при помощи стандартных кодов ошибок.

5. Применение различных режимов диагностики для взаимодействия с различными компонентами и системами автомобиля.

Из выше сказанного следует вывод, что современная система OBD-II позволяет: 1 – обнаруживать и идентифицировать ошибки в работе системы управления двигателем и самого двигателя (по следующим факторам: контроль токсичности выхлопных газов; ухудшение параметров двигателя; выход из строя компонентов двигателя или системы управления); 2 – предупреждает водителя о наличии неисправности загоранием диагностических ламп; 3 – сохранять информацию об обнаруженной неисправности; 4 – активирует аварийный режим работы системы RMS при обнаружении неисправности для последующей доставки автомобиля в сервисный центр; 5 – обеспечивает взаимодействие с системой диагностики; 6 – облегчить диагностику неисправностей системы управления двигателем посредством считывания уникального кода неисправности.

Принцип работы системы заключается в следующем: контроллер RMS непрерывно отслеживает сигналы всех датчиков системы управления и несколько важных параметров работы двигателя. Эти сигналы сравниваются с контрольными значениями, хранящимися в памяти контроллера. Если какой-либо сигнал превышает контрольное значение, контроллер распознает эту ситуацию как неисправность.

Так, например, после включения зажигания система начинает работать и при возникновении неисправности, приводящей к увеличению выбросов, ЭБУ двигателя сохраняет коды неисправностей, параметры рабочего режима и индикаторы состояния. Индикатор обнаружения неисправности (OBD) горит постоянно и мигает, если неисправность приводит к деактивации цилиндров или повреждению каталитического нейтрализатора. В зависимости от сложности неисправности активируются аварийные процедуры для защиты двигателя.

Таким образом, система OBD, является прекрасным инструментом для выявления ошибок в работе двигателя, что существенно сокращает время диагностики и ремонта двигателя.

#### Список литературы

1. Что такое OBD И OBD II. [Электронный ресурс]. МОТОР ГАЗ центр [сайт]. motor-gas.ru / URL: <https://motor-gas.ru/chto-takoe-obd-i-obd-ii> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Морозов А.А. Современные методы диагностирования автомобилей / А.А. Морозов, И.Н. Гужин, А.Н. Толокнова // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. Кинель : Самарский государственный аграрный университет, 2021. С. 369–371. – EDN YSNXIZ.
3. Сулейманова З.Ф. Современное оборудование для диагностики автомобилей / З.Ф. Сулейманова, И.Н. Гужин // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. Кинель : Самарский государственный аграрный университет, 2021. С. 302–306. – EDN APPTNY.
4. Росляков А.Д. Методика проведения стендовых испытаний тепловозных дизелей на альтернативных видах топлива / А.Д. Росляков, Л.С. Курманова, С.А. Петухов // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 89–92.
5. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах / М.И. Романченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 74–87. – EDN SAIWMV.

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИМЕНЕНИЕМ КОНДИЦИОНЕРОВ МЕТАЛЛА**

**Приказчиков М.С., Приказчиков Н.М.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Зачастую отказ двигателя внутреннего сгорания (ДВС) происходит из-за подшипников скольжения – важного элемента двигателя внутреннего сгорания. Основными элементами подшипника скольжения являются шейка вала, корпус подшипника скольжения, втулка – которую образуют вкладыши подшипника скольжения. Повысить надежность элементов пар трения двигателей можно применением присадок к моторным маслам, но при этом многие вопросы остаются невыясненными и спорными [1-3, 5].

Ввиду этого необходимо обосновать повышение износостойкости подшипников скольжения ДВС применением в качестве присадок к моторным маслам кондиционеров металла. Для этого необходимо решить ряд задач: выбрать материал и методику исследования, а также оборудование для лабораторных исследований; провести исследование сопряжения при использовании смазочного материала с различными присадками на задир и износ; оценить влияние на антифрикционные и противоизносные характеристики смазочного материала, содержащего присадки [5, 6].

Анализ литературных источников показал, что подшипники скольжения ДВС работают в одних из самых сложных условиях приводящих к снижению надежности узла (интенсивному разрушению их поверхностей трения; образованию задиров; схватыванию; увеличению зазоров), ввиду нарушения подачи смазки или несоответствующего её качества с переходом из режима граничной смазки к трению без смазки [1-4].

Для предотвращения отрицательных последствий этих явлений в смазочную среду добавляют различные присадки разделяющие поверхности трения и предотвращающие непосредственный металлический контакт, например присадки относящихся к кондиционерам поверхностей трения [2-4]. В нашем случае мы исследовали кондиционеры металла: SMT<sup>2</sup>; FN125N (FENOM); AWS NT-10 (добавление присадок производилось согласно рекомендациям изготовителя).

Исследования проводились на машине для испытания материалов на трение и износ 2070 СМТ-1 по схеме «ролик-колодка». Шероховатость образцов определялась профилометром «АБРИС ПМ-7», а величины износа на лабораторных электронных весах HR-200. В качестве смазочного материала выступало минеральное всесезонное моторное масло марки «Лукойл – Стандарт», что, согласно классификации, соответствует по вязкости SAE 10W-40, API SF/CC. Для увеличения достоверности использовались материалы, образующие подшипник скольжения и применяемые в ДВС: ролик – сталь 45 ГОСТ 1050-88

(материал коленчатых валов); колодка – сплав АСМ (материал вкладышей). Нагрузку во время эксперимента увеличивали ступенчато на до наступления задира.

Анализ результатов проведенных сравнительных исследований показал, что максимальная нагрузка схватывания на масле без добавки соответствует 4,85 МПа. Применение препарата SMT<sup>2</sup> позволило получить результаты, превышающие показатели применения присадки FN125N и AWS NT-10 (нагрузка схватывания 8 МПа). В общем анализ результатов позволяет сказать, что нагрузка схватывания поверхностей увеличивается для присадок: FN125N в 1,46 раза, SMT<sup>2</sup> в 1,63 раза; AWS NT-10 в 1,56 раза.

Наилучшие показатели по износостойкости у присадки FN125N ненамного от нее отстает AWS NT-10 и наибольший износ наблюдался при применении присадки SMT<sup>2</sup>. Измерение параметра шероховатости (Ra) показал, что при всей близости полученных значений присадка FN125N имеет наименьшее изменение шероховатости поверхности на ролике (валу) и среднее на колодке (вкладыш).

Подводя итоговую оценку полученных результатов, был сделан вывод, что наилучшие показатели по коэффициенту трения, нагрузке схватывания, износостойкости, микрогеометрии поверхности и долговечности из исследуемых присадок FN125N (FENOM).

Т.о. можно сказать, что введение в моторное масло присадок существенно изменяет характер трения в сторону уменьшения интенсивности износа т.к. уменьшаются показатели микрогеометрии поверхностей трущихся деталей.

### Список литературы

1. Стребков С.В. Механизмы защиты поверхности трения смазочной средой // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : материалы XXII международной научно-производственной конференции. Майский : Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. С. 234–236.
2. Бекасов И.А, Приказчиков М.С. Виды и характеристики добавок в моторные масла // Материалы 66-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»: сб. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. С. 3–6.
3. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов. 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. М. : Машиностроение, 2001. 664 с., ил.
4. Болдашев Г.И., Быченин А.П., Володько О.С. Использование альтернативных топливо-смазочных материалов в автотракторной технике : монография. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2017. 169 с.
5. Стребков С.В., Ветров В.П. Теоретическое обоснование концентрации присадки к смазочным материалам для трибокомпенсации утраченных свойств при ремонте узлов и агрегатов // Цифровые и инженерные технологии в АПК : материалы национальной научно-производственной конференции. Майский : Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. С. 69–72.
6. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN TWKYZC.

## К ВОПРОСУ О ШУМОИЗОЛЯЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Глухих В.Д., Шуханов С.Н.

ФГОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

Становлению аграрного сектора страны на качественно новый уровень развития способствуют результаты научно-технического прогресса в сфере автотракторной техники механизации, которой посвящены исследования ряда ученых [1-7]. С помощью автомобилей выполняется значительная часть производственных процессов в сельском хозяйстве.

Одной из актуальных задач совершенствования этой техники является шумоизоляция. Шумоизоляция машин выполняет несколько задач:

1. Повышение безопасности поездки. Шумы на постоянной основе перегружают нервную систему, в том числе утомляют водителя, кроме того, не дают ему адекватно оценивать дорожную обстановку, вовремя реагировать на ее изменения.

2. Обеспечение комфорта. Уровень шума в салоне позволяет спокойно разговаривать.

3. Раскрытие потенциала акустической системы. Голые металлические поверхности являются причиной неконтрольного отражения звуковых волн, что ведет к нарушению системы акустики.

4. Улучшение микроклиматических условий. Использование плотных пористых материалов дает возможность хорошо изолировать салон как от внешних звуков, так и от колебаний температур.

5. Дополнительная защита кузова от коррозии. Беззазорная укладка материала препятствует прямому контакту металла с водой, а также ее накоплению. Увеличивается ресурс авто, позволяет исключить необходимость в трудоемкой обработке от коррозии.

Виды и типы шумоизоляции.

Структурируют материалы, в частности, по методу монтажа. В этом случае они подразделяются на клеевые и напыляемые. К этому варианту относятся панели, в том числе маты, а также рулоны. Фиксация которых осуществляется с помощью специального клея, во втором жидкими составами, кроме того, мастиками, распыляемых по поверхности.

Ключевой показатель материала – это его функция. Считается, что наилучшая шумоизоляция машины достигается в случае сочетания ряда материалов, улучшающих друг друга. Общий спектр задач таков:

Виброизоляция. Применение резины с высокой плотностью, в том числе толстый слой мастики не позволяют звуковым волнам распространяться по металлическим поверхностям, минимизируют вибрации.

Шумоизоляция. Материалы, которые используются в этом случае, поглощают или же отражают акустические волны, распространяющиеся в воздушной среде. Они характеризуются значением толщины, не менее 7 миллиметров, в

том числе пористой структурой, посредством этого и обеспечивается высокая эффективность поглощения звуковых колебаний.

Уплотнение. Формат этих материалов – это лента из войлока, а иногда вспененная резины с добавкой клеевого слоя. Используются они локально: к примеру, недостаточно надежной фиксацией элементов салона, из-за чего они контактируют друг с другом.

Плюсы и минусы шумоизоляции автомобиля. В частности, виброизоляция по причине использования толстых панелей или же матов отлично выполняет поставленные задачи. Минус – немалый вес, что ведет к затруднению ее монтажа в дверях.

Положительная сторона жидкой напыляемой шумоизоляции – низкая ценой, а также простота применения. Минусы – низкий ресурс; колебания температур, в том числе воздействие влаги, включая реагенты является причиной разрушения защитного слоя. В целом, лишь только грамотный учет всех факторов поможет при принятии правильного решения в поиске идеальной комбинации.

#### Список литературы

1. Алексеев В.А., Ильин П.И., Болоев П.А. О возможности работ двигателя внутреннего сгорания на газовом топливе // Вестник ИрГСХА. 2011. № 45. С. 70–74.
2. Ильин П.И. Определение оптимальной частоты вращения коленчатого вала при диагностировании / Актуальные вопросы аграрной науки. 2018. № 28. С. 5–14.
3. Поляков Г.Н., Шуханов С.Н. Состояние и тенденции технического обеспечения АПК Иркутской области // Известия Международной академии аграрного образования. 2019. № 45. С. 52–57.
4. Кривцов С.Н., Ильин П.И., Тирских А.И., Широбоких М.А., Березовский М.П. Трекер для измерения параметров работы автомобиля в движении / Актуальные вопросы аграрной науки. 2020. № 36. С. 11–20.
5. Шуханов С.Н., Аносова А.И., Хороших О.Н. Частная методика экспериментальных исследований функционирования поршневого двигателя УЗАМ-331.10, использующего бензин и газообразное топливо // Известия Международной академии аграрного образования. 2022. № 58. С. 54–57.
6. Бураев М.К., Шистеев А.В., Бураева Г.М., Аносова А.И. Проблемы технического сервиса агропромышленного комплекса байкальского региона / Вестник ВСГУТУ. 2022. № 3 (86). С. 56–62.
7. Батырев Е.С. Неисправности карданной передачи автомобиля Газель и способы их устранения / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27-28 мая 2020 года. Том 1. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. С. 7–8. – EDN GLPZLL.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Романченко М.И.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для оценки эффективности транспортного процесса, осуществляемого автотранспортными средствами (АТС), с позиции их топливной экономичности применяют различные относительные показатели, учитывающие расход топлива на совершение транспортной работы, например,  $g_{\text{ткм}}$  – отношение расхода  $Q_{\text{T}}$  топлива, затраченного на перевозку груза, к произведению массы  $m_{\text{гр}}$  груза на расстояние перевозки  $S$  [1]

$$g_{\text{ткм}} = Q_{\text{T}} / (m_{\text{гр}} S). \quad (1)$$

Однако этот показатель не учитывает продолжительность  $t$  транспортного процесса, которая определяется в первую очередь скоростью  $V_{\text{а}}$  движения АТС.

Кроме того, транспортная работа в виде произведения  $m_{\text{гр}} S$  (ткм) не отражает физической сущности перемещения груза в реальных условиях, которые отличаются факторами внешней среды и сопротивлением движению.

Второй из применяемых показателей  $g_{\text{ткм/ч}}$  равен отношению расхода  $Q_{\text{T}}$  топлива к произведению массы  $m_{\text{гр}}$  груза на скорость  $V_{\text{а}}$  его перемещения [1]

$$g_{\text{ткм/ч}} = Q_{\text{T}} / (m_{\text{гр}} V_{\text{а}}). \quad (2)$$

Данный показатель позволяет наиболее полно сравнивать эффективность топливо-использования автомобилями различных типов и моделей в эксплуатационных условиях в зависимости от их конструктивных особенностей, полезной нагрузки, природно-климатических условий, продолжительности транспортного процесса и оптимизировать эксплуатационный режим движения.

Еще один из известных показателей – энергоемкость  $\mathcal{E}$  перевозок [2]

$$\mathcal{E} = 100 Q \delta H_{\text{н}} / W, \quad (3)$$

где  $Q$  – количество топлива, расходуемого автомобилем за год;  $\delta$  – плотность топлива;  $H_{\text{н}}$  – низшая теплотворная способность топлива;  $W$  – годовой грузооборот автомобиля.

Он определяет количество энергии, расходуемой на совершение транспортного процесса отдельно взятым транспортным средством, и поэтому тоже может служить мерой эффективности транспортного процесса. Вместе с тем этот показатель обладает таким же недостатком, что и показатель (1).

Таким образом, все перечисленные выше показатели полной оценки эффективности транспортного процесса дать не могут.

С физической точки зрения процесс перемещения груза – это движение материального тела, обладающего некоторой кинетической энергией

$$E_{\text{кин}} = 0,5 m_{\text{гр}} V_{\text{а}}^2. \quad (4)$$

При совершении транспортного процесса преследуется цель — придание или сообщение телу наибольшей кинетической энергии  $E_{\text{кин}} \rightarrow \max$  и поддержание ее на этом уровне при минимальных затратах потенциальной энергии  $E_{\text{пот}} \rightarrow \min$ , получаемой в результате сгорания топлива, то есть

$$E_{\text{пот}} = Q_{\text{T}} H_{\text{H}} . \quad (5)$$

Поскольку дозированный отпуск потенциальной энергии происходит во времени, оценочным параметром качества этого процесса может служить отношение [3, 4]

$$e_{\text{пот}} = E_{\text{пот}} / t \rightarrow \min. \quad (6)$$

Для компромиссного удовлетворения двух целевых функций предлагается использовать показатель энергетической эффективности транспортного процесса в качестве оценочного критерия

$$\eta_{\text{э}} = Q_{\text{T}} H_{\text{H}} / (0,5 m_{\text{гр}} V_{\text{a}}^2 t) \rightarrow \min. \quad (7)$$

В нем числитель представляет собой потенциальную энергию топлива, расходуемую на совершение транспортной работы в течение времени  $t$ , а знаменатель отражает кинетическую энергию движения груза, поддерживаемую в течение этого времени, т.е. действие. Как физическая величина, действие находит применение в аналитической и квантовой механике. Единицей его измерения в системе СИ является Дж с [5].

Показатель (7) по своему виду имеет сходство с коэффициентом абсолютной эффективности капитальных вложений

$$E_{\text{абс}} = \Pi / K. \quad (8)$$

Показатель (8) обладает с экономической точки зрения размерностью год<sup>-1</sup>, поскольку прибыль  $\Pi$  исчисляется за один год, а капитальные вложения  $K$  имеют перспективу долгосрочного использования.

Аналогичным образом, единицей измерения показателя энергетической эффективности является с<sup>-1</sup>.

Отличие целевых функций коэффициента абсолютной эффективности капитальных вложений от целевой функции энергетического коэффициента заключается в том, что они имеют противоположную направленность.

Таким образом, предлагаемый показатель энергетической эффективности транспортного процесса не противоречит физическому смыслу, так как он находит свое отражение в системе СИ, а по структуре своего построения аналогичен показателю экономической эффективности капитальных вложений.

### Список литературы

1. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. М. : Транспорт, 1984. 302 с.
2. Великанов Д.П. Эффективность автомобиля. М. : Транспорт, 1969. 240 с.
3. Романченко М.И. Энергетический коэффициент эффективности транспортного процесса // Автомобильная промышленность, 2008. № 4. С. 24–26.
4. Пастухов А.Г., Романченко М.И. Сравнительная оценка топливно-энергетической эффективности тракторных и автотранспортных средств // Международный технико-экономический журнал, 2009. № 3. С. 86–92.
5. Сена Л.А., Единицы физических величин и их размерности: учебно-справочное руководство. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 432 с.

## ПОКАЗАТЕЛЬ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Романченко М.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Наиболее обстоятельный анализ показателей топливно-энергетической эффективности (ТЭЭ) транспортных средств (ТС) приведен в работе [1], в которой предложена формула для определения коэффициента эффективности  $E$

$$E = \frac{m_{\text{гр}} V_{\text{ср}}}{Q_{\text{ср}}} \quad (1)$$

где  $m_{\text{гр}}$  – масса перевозимого груза, т;  $V_{\text{ср}}$  – среднетехническая скорость движения АТС, км/ч;  $Q_{\text{ср}}$  – средний эксплуатационный расход топлива, л/100 км.

Следует заметить, что это, по сути, величина, обратная эффективной топливной экономичности  $q_{\text{эф}}$ , предложенной ранее другими исследователями [2]

$$q_{\text{эф}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{m_{\text{гр}} V_{\text{ср}}} \quad (2)$$

Заслуживает внимания энергетический подход к определению показателя эффективности транспортного процесса как КПД по отношению полезной механической работы  $A_{\text{п}}$  ТС к затраченной работе  $A_{\text{з}}$  [3]

$$\eta_{\text{а,ср}} = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} = \frac{A_{\text{п}}}{H_{\text{н}} \gamma_{\text{т}} Q} \quad (3)$$

где  $Q$  – количество израсходованного топлива, л, за время  $t_{\text{дв}}$ , ч, движения ТС;  $\gamma_{\text{т}}$  – удельная плотность топлива, кг/л.

Полезная работа определяется по формуле

$$A_{\text{п}} = 10^{-3} m_{\text{гр}} g \psi V_{\text{ср}} t_{\text{дв}} = 10^{-3} m_{\text{гр}} g \psi S, \quad (4)$$

где  $\psi$  – коэффициент сопротивления дороги;  $S$  – путь, пройденный ТС, км.

Эффективность работы ТС косвенно может быть оценена по формуле (6) путем представления произведенной при перемещении груза работы в качестве эталонной работы, совершаемой в неконсервативной среде, через кинетическую энергию движения полезного груза  $A_{\text{з}}$ , Дж,  $A_{\text{з}} = 0,5 \cdot m_{\text{гр}} V_{\text{ср}}^2$  и отношением ее к работе  $A_{\text{п}}$  по перемещению груза на 1000 м, определяемой энергией израсходованного топлива [4]

$$A_{\text{п}} = \Delta E_{\text{т}} = Q_{\text{ср}} \gamma_{\text{т}} H_{\text{н}} K/100, \quad (5)$$

где  $K = 4186,8$  Дж/ккал – коэффициент, являющийся механическим эквивалентом теплоты;

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{100 A_{\text{з}}}{A_{\text{п}}}, \%, \quad (6)$$

или

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{C m_{\text{гр}} V_{\text{ср}}^2}{\gamma_{\text{т}} Q_{\text{ср}}}, \%, \quad (7)$$

где  $C$  – коэффициент, в частности для дизельного топлива  $C = 1/1135000$ .

В формуле (7) не обнаруживается четкой причинно-следственной связи между кинетической энергией  $A_3$  груза и энергией  $A_{II}$  израсходованного топлива, затраченного при перемещении груза на расстояние 1000 м. Из-за этого теряется физическая сущность подобного сопоставления двух форм энергии.

Более правильным, на наш взгляд, является использование в расчетной формуле показателя ТЭЭ величины удельного расхода топлива, отнесенного не к пробегу, а к времени движения, например секундного расхода топлива  $G_T$ , кг/с.

Для более привычного восприятия показателя ТЭЭ  $\eta_{ТЭЭ}$  целесообразным является использование обратного отношения энергий, то есть

$$\eta_{ТЭЭ} = \frac{G_T H_H}{0,5 m_{гр} V_{ср}^2}. \quad (8)$$

Критерием эффективности служит минимум функции  $\eta_{ТЭЭ} \rightarrow \min$  [4].

Следует заметить, что показатель ТЭЭ можно интерпретировать как затраты энергии израсходованного топлива на поддержание кинетической энергии движения груза в течение определенного интервала времени.

Показатель ТЭЭ  $\eta_{ТЭЭ}$  в виде выражения (9) может быть использован при наличии исходных данных, содержащихся в годовых или квартальных отчетах о результатах работы ТС,

$$\eta_{ТЭЭ} = \frac{\Omega_T H_H}{0,5 Q_{гр} V_{ср}^2 T_o}. \quad (9)$$

В том случае, если располагают сведениями о суммарном груженом пробеге  $L_{гр}$  парка находящихся в эксплуатации ТС  $A_3$ , объеме перевозок грузов  $Q_{гр}$  и суммарном расходе топлива  $\Omega_T$  за отчетный период времени  $T_o$ , вычисляют среднюю скорость  $V_{ср}$  движения ТС по формуле (10)

$$V_{ср} = \frac{L_{гр}}{A_3 T_o} \quad (10)$$

и оперируют значениями величин, подставляя их в выражение (9) с соответствующими единицами измерения:  $L_{гр}$  – м,  $Q_{гр}$  – кг,  $H_H$  – Дж/кг,  $\Omega_T$  – л,  $T_o$  – с,  $V_{ср}$  – м/с.

### Список литературы

1. Карабцев В.С., Валеев Д.Х. О КПД и коэффициенте эффективности автотранспортного средства // Автомобильная промышленность, 2002. № 10. С. 16–19.
2. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. М. : Транспорт, 1984. 302 с.
3. Евсеев П.П. Работа, производительность и КПД автомобиля с позиций физики, стандартизации и метрологии // Автомобильная промышленность, 2003. № 4. С. 7–10.
4. Токарев А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. М. : Машиностроение, 1982. 224 с.
5. Романченко М.И. Энергетический коэффициент эффективности транспортного процесса // Автомобильная промышленность, 2008. № 4. С. 24–26.

**ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ АГРЕГАТОВ МАШИН**

**Сазонов Д.С., Сазонов А.Д., Ерзамаев М.П.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Одной из причин возникновения отказов агрегатов машин (двигателя внутреннего сгорания, коробки передач и др.) является несоблюдение правил эксплуатации, в том числе эксплуатация их с повышенной температурой [1]. Это приводит к перегреву и повреждению деталей агрегата. Практика показывает, что перегрев является следствием недостоверной информацией о температуре технической жидкости (масла или низкозамерзающей охлаждающей жидкости) и выкипания охлаждающей жидкости в системе в процессе работы.

Для контроля температуры агрегатов в системах мониторинга с использованием систем глобального позиционирования GPS или ГЛОНАСС используются датчики различных конструкций, основной принцип их работы заключается в непосредственном контакте с поверхностью [2]. Однако, для контроля температуры технической жидкости недостаточно контакта с поверхностью агрегата, так как температура поверхности агрегата при эксплуатации может значительно отличаться от температуры технической жидкости внутри. Наиболее точный результат достигается при непосредственном контакте измерительного элемента с самой технической жидкостью.

Предлагаемая конструкция датчика температуры технической жидкости агрегатов обеспечивает высокую точность и скорость измерения температуры. Основой датчика является корпус, внутри которого установлен термоэлемент, в виде низковольтного прецизионного температурного сенсора. Термоэлемент подключен к печатной плате, на которой смонтированы стабилизатор питания, конденсатор, операционный усилитель, подстроечный резистор [3].

Датчик монтируется в агрегат машины при помощи резьбы на корпусе, таким образом, чтобы нижняя часть корпуса контактировала с технической жидкостью, залитой в агрегате, и подключается бортовой сети машины. Напряжение поступает на стабилизатор питания, который обеспечивает стабилизированным напряжением компоненты печатной платы.

В зависимости от температуры технической жидкости термоэлемент вырабатывает соответствующий электрический сигнал, который поступает на вход операционного усилителя. С операционного усилителя электрический сигнал, в виде меняющегося напряжения в зависимости от температуры, уходит по сигнальному проводу, к примеру, на аналоговый вход приемо-передающего устройства ГЛОНАСС/GPS мониторинга [4].

Таким образом, применение разработанной конструкции датчика, позволит установить факт перегрева агрегата, а также время и дату.

**Список литературы**

1. Першин Д.А. Направления совершенствования ТООР автотракторной техники / Д.А. Першин, А.В. Бондарев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24-25 февраля 2021 года. Том 3. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. С. 125.
2. Горбунов А.В. Анализ датчиков температуры для удаленного мониторинга технического состояния техники / А.В. Горбунов, Д.С. Сазонов, М.В. Сазонов // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 22 декабря 2016 года. Самара : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 103–107.
3. Патент на полезную модель № 221917 U1 Российская Федерация, МПК G01K 13/00, G01K 7/16. Датчик температуры технической жидкости агрегатов машин для спутникового ГЛОНАСС/GPS мониторинга техники : № 2023127820 : заявл. 30.10.2023 : опубл. 30.11.2023 / Д.С. Сазонов, А.Д. Сазонов, Д.Н. Котов ; заявитель ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».
4. Лихолетов В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. Том 2. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. С. 46. – EDN VUAOGD.

## **ПРИОРИТЕТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН В АПК**

**Стребков С.В., Бондарев А.В., Новицкий А.С.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Основополагающими направлениями устойчивого развития экономики государства являются военно-промышленный комплекс, сфера обслуживания и сельское хозяйство. Стратегией экономической безопасности государства ставится выполнение основной цели – обеспечении экономического суверенитета. Среди ряда задач следует выделить зону ответственности агропромышленного комплекса. Основными являются продовольственная независимость, импортозамещение товаров и технологий, наращивание НИРиОКР и масштабирование полученных результатов разработок [1].

Современный агропромышленный комплекс (АПК) представляет собой взаимодействие отраслей сельскохозяйственного производства с экономикой страны. Сельское хозяйство обеспечивает устойчивое развитие транспортно-логистической структуры, хранения, переработки сельскохозяйственной продукции, производства техники, химикатов и удобрений, машиностроения, сервиса оборудования и машин и т.п.

Имеющаяся система технического сервиса – это совокупность взаимосвязанных средств, нормативной, технической, технологической документации и исполнителей услуг и работ по обеспечению техникой, эффективного ее использования по назначению, поддержанию в работоспособном и исправном состоянии в течение всего срока службы или ресурса (жизненного цикла). Рассматривая более широко назначение технического сервиса, становится понятным, что он не ограничивается только поддержанием производственного функционала техники [2, 3].

В цепочке технического обеспечения автотракторной и сельскохозяйственной техники задействованы изготовитель техники, продавец, дилер, дистрибьютор. И только затем она попадает в эксплуатацию. Производитель техники осуществляет изготовление новой, модернизированной, а также восстановление подержанной техники. Продавец (юридическое или физическое лицо) реализует технику по договору купли-продажи оптом или в розницу. Дилер (юридическое или физическое лицо) осуществляет перепродажу техники и выполняет услуги по обеспечению ее эффективного использования и поддержанию в работоспособном состоянии в течение всего периода эксплуатации. Дистрибьютор выполняет задачу оптового посредника между изготовителем техники и производителем сельскохозяйственной продукции. Часто продавец, дистрибьютор и дилер выступают в одном лице или в виде ряда аффилированных компаний – бенефициаров. Все они являются исполнителями работ и услуг по техническому сервису средств производства в сельском хозяйстве [4].

В связи с этим работы и услуги технического сервиса включают в себя

комплекс мероприятий, а именно: рекламу и маркетинг для информирования о технике, ее конкурентных преимуществах с целью увеличения объема продаж; предпродажную подготовку машин, их регулировку; продажу техники и доставку покупателю; диагностирование, обслуживание и ремонт в гарантийный период; диагностирование, обслуживание и ремонт в послегарантийный период; поставку запасных частей и расходных эксплуатационных материалов; вести сбор информации по показателям надежности техники и их статистическую обработку; проводить обучение подготовку и переподготовку персонала агропредприятий по правилам эксплуатации техники; обеспечивать механизированные технологические процессы в сельском хозяйстве (посевных, уборочных, транспортных и других работ и т.п.); разрабатывать технологическую документацию и регламенты по диагностике, техническому обслуживанию и ремонту; проектировать и конструировать технологического оборудования, приспособлений и инструментов для обслуживания и ремонта, повышающее производительность работ; обеспечивать вторичный рынок техники; обеспечивать сбор, повторное использование и утилизацию расходных материалов и списанной техники [5-8].

Таким образом точное выполнение всех вышеперечисленных пунктов обеспечит достижение высокого уровня производительности труда при производстве продуктов питания.

#### Список литературы

1. Указ Президента РФ от 13.05.2017 г. №208 «О стратегии экономической безопасности РФ на период до 2030 г.». [Электронный ресурс]: офиц. сайт URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705150001.pdf> (дата обращения: 16.02.2024 г.).
2. Стребков С.В., Слободюк А.П. Особенности восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Материалы XXII международной научно производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года): в 2 т. Том 1. Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 238–239.
3. Стребков С.В. Эксплуатационный метод повышения долговечности автотракторной техники в послеремонтный период // Труды ГОСНИТИ. М., 2008. Т. 101. С. 56–59.
4. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Восстановление работоспособности деталей зарубежной сельскохозяйственной техники // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» : сб. научн. трудов. Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2014. № 5, Ч.3 (10-3). С. 268–272.
5. Стребков С.В., Сахнов А.В., Алейник С.Н. Надежность и ремонт машин: учебное пособие. Майский : Изд-во Белгородский ГАУ, 2018. 92 с.
6. Стребков С.В., Новицкий А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : учебное пособие. – Белгород : Издательство Белгородский ГАУ, 2016. 212 с.
7. Патент на полезную модель № 192090 U1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Гранулирующий шнековый пресс для кормовых смесей с травяной мукой : № 2019121416 : заявл. 05.07.2019 : опубл. 03.09.2019 / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN PTORXL.
8. Pastukhov A.G. Analytical model of temperature condition elementary interface of the cardan joint / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i Pogonske Mašine. 2018. Vol. 23, No. 1-2. P. 43–50.

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ**

**Стребков С.В., Бондарев А.В., Сахнов А.В., Слободюк А.П.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Стратегией экономической безопасности государства определена основная цель – обеспечение экономического суверенитета. Среди ряда задач следует выделить направление по импортозамещению товаров и технологий, выполнение которого без наращивания собственных НИР и ОКР невозможно.

В настоящее время машинно-тракторный парк со шлейфом сельскохозяйственных орудий более чем на 80% состоит из зарубежной техники. Сложившаяся на современном этапе геополитическая обстановка ставит под угрозу обеспечение продовольственной безопасности как одной из задач экономического суверенитета. Серьезными рисками для инженерно-технической структуры являются отсутствие запасных частей и эксплуатационных расходных материалов, увеличение времени их поставки, ведущих к нарушению агротехнологических сроков сельскохозяйственных работ, рост эксплуатационных затрат и, как следствие, серьезное повышение себестоимости продуктов питания. Следует отметить, что при кажущейся интеграции в Российскую экономику на машины импортного производства конструкторская и технологическая документация недоступны. Отсюда возникают сложности с разработкой уже ремонтно-технологической документацией для каждой импортной машины [1].

Найти выход из сложившейся ситуации, т.е. повысить эффективность технического сервиса импортных машин, снизить эксплуатационные затраты и ослабить ценовой диктат можно путем восстановления изношенных деталей. Анализ типов отказавших деталей и характера их износов показал, что организация восстановления возможна с учетом особенности дефектов, существующих способов восстановления и последующей механической обработки. Технические, технологические и организационные принципы для создания производств по восстановлению изношенных деталей, разработанные ранее ведущими профильными организациями, актуальны и в настоящее время [2, 3].

В лаборатории восстановления изношенных деталей кафедры технического сервиса в АПК инженерного факультета университета разрабатываются технологические процессы по восстановлению ресурса изношенных деталей для замещения комплектующих импортной техники путем восстановления. Выгодополучателями (бенефициарами), минуя посредников, однозначно становятся непосредственные производители сельскохозяйственной техники. Ключевыми пунктами являются исключение отсутствия комплектующих и недополучение выгоды из-за простоя техники, уменьшение себестоимости восстановленных деталей по сравнению со стоимостью новых запасных частей, увеличение ресурса восстановленных деталей в результате применения технологий совместного восстановления и упрочнения [4-6].

В подтверждение вышесказанного проанализируем выражение для определения экономической эффективности  $\Theta$  восстановления детали [4]:

$$\Theta = \left[ (C_1 + E_H \cdot K_1) \cdot \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} - (C_2 + E_H \cdot K_2) \right] \cdot A_2,$$

где  $C_1, C_2$  – себестоимость восстановления по существующему (индекс 1 и далее) и предлагаемому (индекс 2 и далее) технологическим процессам соответственно, руб./деталь;  $K_1, K_2$  – удельные капитальные вложения на приобретение и установку ремонтно-технологического оборудования, руб./деталь;  $E_H$  – коэффициент эффективности капитальных вложений;  $P_1, P_2$  – величины, обратные срокам службы сопряжений;  $A_2$  – годовой объем восстановления деталей, шт.

Таким образом, современные технологии позволяют восстанавливать детали с одновременным упрочнением и их внедрение экономически выгодно для собственника техники. Опыт работы показал, что рентабельность капиталовложений от организации восстановления деталей достаточно высокий с малым сроком их окупаемости.

#### Список литературы

1. Стребков С.В., Сахнов А.В. Разработка технологических процессов восстановления изношенных деталей при курсовом и дипломном проектировании : учебное пособие. Белгород : Изд-во БелГСХА, 2011. – 80 с.
2. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Восстановление работоспособности деталей зарубежной сельскохозяйственной техники // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» : сб. научн. трудов. Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2014. № 5, Ч.3 (10-3). С. 268–272.
3. Erokhin M.N. Analysis of wear of the cardan cross the joints john deere tractor / M.N. Erokhin, A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i Pogonske Mašine. 2016. Vol. 21, No. 1. P. 24–29.
4. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В., Зданович Б.С. Ремонт крышки коллектора коробки передач трактора John Deere 7830 // Сельский механизатор. 2014. № 12. С.34–35.
5. Strebkov S., Turyanskiy A., Bondarev A., Slobodyuk A. Economic evaluation of recovery of parts of foreign equipment by gas-dynamic spraying // 17th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings. May 23-25, 2018. 2018. Volume 17. P. 1334–1345.
6. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN TWKYZC.

## ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИЕМ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Стребков С.В., Бондарев А.В., Слободюк А.П., Добрицкий А.А.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Основной целью стратегией экономической безопасности государства является обеспечение экономического суверенитета страны. Среди ряда первоочередных задач следует особо выделить развитие и практическое применение полученных результатов исследований и разработок по обеспечению продовольственной безопасности в рамках эксплуатации машинно-тракторного парка [1].

Уровень механизации технологических процессов в растениеводстве и животноводстве определяет рост производительности труда и снижение себестоимости продовольствия. Создавать машины и орудия для сельского хозяйства необходимо в том числе с высоким уровнем надежности. При этом на конкурентной основе гарантированно быстро реализуется вопрос импортозамещения отечественными высокотехнологичными машинами и оборудованием.

Особое внимание следует уделять долговечности машин, их агрегатов, узлов, деталей. Долговечность закладывается при проектировании (конструировании) и производстве, а реализуется при использовании. Показателем долговечности является увеличение их ресурса до предельного состояния. В условиях эксплуатации долговечность подчиняется законам физики – законам трения. Инженер в процессе проектирования новых машин сталкивается с негативными проявлениями трения: потерей мощности, нагревом и изнашиванием. При чем последнее напрямую влияет на срок службы (ресурс) машины. Необходимость понимания отрицательного влияния трения на машины и их детали сформировалось в конце XVII – начале XVIII веков. Интерес к этому явлению сохранился и в настоящее время. Каждая последующая сформулированная теория трения объясняла ту или иную группу явления, уточняя, поясняя и конкретизируя факты [2, 3].

**Механическая теория** (Амонтон – 1699 г., Ш.О. Кулон – 1785 г., Ф.Р. Боуден) объясняла потери энергии на преодоление сопротивления перемещению одного тела относительно другого и внедрением неровностей. Введено понятие силы трения и оценочный показатель – коэффициент трения. Проведена классификация видов трения.

**Молекулярная теория** русского физика Б.В. Дерягина (1941 г.) развила существующее представление о трении и предложил молекулярное трактование этого явления. В ней взаимодействие поверхностей трения определяли силы межмолекулярного взаимодействия, разрушение которых приводило как к потере энергии, так и к нагреву поверхностей.

**Молекулярно-механическая теория** советского физика И.В. Крагельского (1946 г.) объясняла совокупность механического взаимодействия неровно-

стей с одновременным образованием и разрывом молекулярных мостиков адгезионной связи.

**Энергетическая теория** Костецкого Б.И. объяснила трибофизические процессы образования на поверхности трения защитных пленок вторичных структур, которые непрерывно образуются и разрушаются в течение жизненного цикла подвижного соединения, снижающих влияние трения в узлах машин [4, 5].

Вышеперечисленные теории хорошо поясняли сухое трение и трение при граничной смазке. Но так как различают трение со смазочным материалом в условиях жидкостного и полужидкостного трения, была выдвинута **гидродинамическая теория трения** учеными М.П. Петровым (1883 г.), Н.Е. Жуковским (1886-1889 гг.), С.А. Чаплыгиным (1894-1896 гг.), О. Рейнольдсом (1886 г.), А. Зоммерфельдом (1931 г.), Е.М. Гутьяром, которая учитывала реологические свойства масел.

Исходя из вышесказанного технические и технологические направления повышения долговечности должны формироваться на основе трибофизических и трибохимических подходов в снижении скорости изнашивания. Для этого важно [6]:

- обработка поверхностей с высоким классом точности и шероховатости;
- упрочнение поверхности методами термической и химико-термической обработки [7];
- подготовка поверхностей для восприятия эксплуатационных нагрузок их приработкой при обкатке;
- нанесение износостойких покрытий на контактирующие поверхности;
- нанесение коррозионностойких покрытий на контактирующие поверхности;
- изучение закономерностей изнашивания и формирование регламента сервисного обслуживания.

#### Список литературы

1. Стребков С.В., Сахнов А.В., Алейник С.Н. Надежность и ремонт машин: учебное пособие Майский : Изд-во Белгородский ГАУ, 2018. 92 с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / Уразгалиев Т.К., Остриков В.В., Коваленко В.П., Ширванов Р.Б., Нагорнов С.А., Прохоренко В.Д., Зозуля А.Н., Уханов А.П., Сафаров К.У., Булавин С.А., Стребков С.В. Уральск : Изд-во Зап.-Казахст. аграр.-техн.ун-т им. Жангир- хана, 2011. 402 с.
3. Стребков С.В., Бондарев А.В. Топливо и смазочные материалы : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. 214 с.
4. Стребков С.В. Трибологические аспекты энергетической теории // Вестник Орел ГАУ. 2010. Вып. 1 (22). С. 21–23.
5. Стребков С.В. Энергетическая теория применительно к трибологии // Труды ГОСНИТИ. 2011. Т. 107, Ч. 1. С. 11–12.
6. Стребков С.В. Эксплуатационный метод повышения долговечности автотракторной техники в послеремонтный период // Труды ГОСНИТИ. М., 2008. Т. 101. С. 56–59.
7. Стребков С.В., Голубев И.Г., Грамолин А.В. Обеспечение работоспособности оксидированных поверхностей деталей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1997. № 7. С. 30–31.

## **РЕИНЖИНИРИНГ И ПРИНТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СНИЖЕНИИ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМПОРТНЫХ ПОСТАВОК ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ**

**Стребков С.В., Бондарев А.В., Слободюк А.П., Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Выполнение доктрины продовольственной безопасности невозможна без применения машин и оборудования в технологических процессах аграрного производства. Высокая производительность машин обеспечивается надежностью их работы. Для техники со сроком службы важным является возобновление их работоспособного состояния. Сроки устранения отказа являются определяющими для сельского хозяйства, т.к. основными средствами производства являются биологические объекты, а время – невозвратным фактором риска. Единственное правильное решение - замена деталей запасными частями [1, 2].

Запасными частями (ЗЧ) машин называются детали, резервируемые на складе предприятия для быстрого и своевременного устранения отказа и минимизации упущенной выгоды. При этом их наличие и количество на складе в неиспользуемом состоянии считается «замороженными» ликвидами, исключенными из процесса производства.

В цепочке снабжения ЗЧ важными понимать их наличие, время комплектования заказа, плечо доставки и стоимость. Все четыре фактора не зависят от предприятия, но всецело влияют на его экономические показатели. При этом продавец ЗЧ и первый основной выгодополучатель выполняет пассивную роль [3, 4].

Одним из способов сокращения времени восстановления работоспособного состояния машины является собственное изготовление ЗЧ на основе цифровых технологий, особенно в той их части, которые относятся к расходным материалам и быстроизнашиваемым деталям. Развитие микропроцессорной техники сформировало ряд цифровых технологических возможностей и позволило обеспечить управление рабочими органами оборудования, в результате чего стало возможным реализовывать аддитивные технологические процессы [5].

В основе аддитивных технологий лежит послойное нанесение материала в соответствии с заданным чертежом. Преимуществами является высокая точность размеров и формы (до 0,001 мм) детали, технологичность изготовления (штучное производство), отсутствие сложного многопрофильного оборудования, широкая номенклатура материалов с нужными физико-механическими свойствами, ряд доступных физических способов формирования монолита деталей под различные условия эксплуатации. Результатом анализа преимуществ перед традиционными технологиями является вывод о возможности оперативного изготовления ЗЧ собственными силами или в кооперации с заинтересованными сторонами, т.е. непосредственно агропредприятиями [6].

Технологическая цепочка по изготовлению ЗЧ методом аддитивных технологий включает в себя подготовка чертежей нужной детали (реинжиниринг),

адаптации модели под оборудование, определение материала для изготовления, выбор и отработка технологических параметров печати, непосредственное изготовление детали, контроль и придание ей товарного вида [7].

Формирование детали происходит методом послойной печати с закреплением слоев термическим (сплавлением, спеканием) способом, склеиванием, послойной полимеризацией и т.д. Важными технологическими параметрами являются сложность пространственной геометрии детали и степень заполнения объема материалом.

Опыт работы с сельхозтоваропроизводителями подтвердил технологические возможности быстрого изготовления деталей взамен изношенных или разрушенных. В востребованный ассортимент вошли шестерни, втулки, уплотняющие элементы (прокладки, чехлы), корпусные детали, кронштейны, рычаги, крепежные элементы [8].

Таким образом, 3D цифровые аддитивные технологии позволяют быстро изготовить 3Ч с заданными эксплуатационными параметрами. Единоразово изготовленную цифровую модель можно использовать многократно. При необходимости файл передается на расстояние к месту изготовления и тиражируется в неограниченном количестве. Ограничивает распространение данных производств стоимость 3D-принтеров различного класса, но эта задача будет решена в ближайшее время.

#### Список литературы

1. Стребков С.В., Ветров В.П. Оценка качества сельскохозяйственной техники по показателям надежности. Белгород : Изд-во БелГСХА, 2006. 65 с.
2. Erokhin M.N. analysis of wear of the cardan cross the joints john deere tractor / M.N. Erokhin, A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i Pogosnke Mašine. 2016. Vol. 21, No. 1. P. 24–29.
3. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 26–34.
4. Пастухов А.Г. Повышение долговечности карданных шарниров транспортных и технологических машин в эксплуатации: монография / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов, Старый Оскол, 2009. 73 с.
5. Стребков С.В. Перспективы замещения импортных запасных частей зарубежной техники в Белгородской области [Текст] / Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В., Зданович Б.С. // Белгородский агромир. 2014. № 6 (87). С. 19–21.
6. Стребков С.В., Сахнов А.В., Бондарев А.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 181 с.
7. Бондарев А.В. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и ее долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой: монография / Бондарев А.В., Борозенцев В.И., Макаренко, А.Н., Пастухов А.Г., Слободюк А.П., Стребков С.В. Москва, Белгород : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 149 с.
8. Шарая О.А., Водолазская Н.В., Пастухов А.Г., Стребков С.В., Бережная И.Ш. Практическая составляющая технического образования – основа формирования агроинженера // Стандарты и мониторинг в образовании. 2018. № 5. С. 41–47.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ КОМБИНАЦИЕЙ ПРИСАДОК В ПАКЕТЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Стребков С.В., Бондарев А.В., Добрицкий А.А., Ковалев С.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Выполнение доктрины продовольственной безопасности [1-3] невозможна без применения машин и оборудования в технологических процессах аграрного производства. Мобильность и высокая производительность машин обеспечивается силовой установкой – двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Эксплуатационная надежность работы ДВС (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость) во время сельскохозяйственных работ полностью зависит от выполнения инструкции по эксплуатации. При этом каждое регламентное обслуживание включает в себя замену моторного масла [1].

Моторное масло (ММ) используют для смазывания цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. Смазывающая среда для обеспечения надежной работы сопряжений должна защищать их от трения и износа, отводить тепло и продукты изнашивания, препятствовать образованию отложений. Условия работы масляных пленок определяются температурой (-40...+450°С), воздействием кислорода, продуктов сгорания, углеводородов топлива. Его характеристики ухудшаются. Оно стареет [2].

ММ состоит из базовой основы (до 90%) и пакета присадок (до 10%) Базовая основа определяет первоначально эксплуатационные свойства. ММ на минеральной основе изначально имеют хорошие смазывающие свойства и обладают высокой растворимостью присадок, но у них невысокая термостабильность, а их вязкостно-температурные характеристики очень сильно зависят от температуры. Синтетические масла на «ненефтяной» основе отличаются очень высокой термостабильностью, высокой текучестью и проникающей способностью при отрицательных температурах, хорошими антиокислительными свойствами, низкой испаряемостью и угаром. Но у них неудовлетворительная смазывающая способность и низкая растворимость присадок. Для устранения этих недостатков в минеральные, полусинтетические и синтетические основы при производстве масел обязательно добавляют пакет присадок [3].

Состав пакета присадок и его концентрация в ММ зависит от типа двигателя, степени его форсированности, климатических условий эксплуатации. Пакет состоит из следующих типов присадок с функционалом:

- вязкостно-температурные – обеспечивают низко- и высокотемпературные свойства, применение в широком диапазоне температур. Обеспечивают безотказность и долговечность ДВС;

- антифрикционные – уменьшают потери мощности на преодоление трения в широком диапазоне нагрузок и скоростей при любом температурном режиме работы. Обеспечивают долговечность ДВС;
- противоизносные – препятствуют процессу изнашивания в условиях нормальной эксплуатации и создают на поверхности трения защитные пленки и модифицируют поверхность для восприятия экстремальных режимов работы. Обеспечивают долговечность ДВС;
- противозадирные – предотвращают задир и схватывание при граничном трении и разрушении масляной пленки при сухом трении. Обеспечивают безотказность и долговечность ДВС;
- моющие – предотвращают образование лаковых, низко- и высокотемпературных отложений, не дают загрязнениям оседать на поверхности деталей и удаляют их оттуда, транспортируют их к фильтрующим элементам. Обеспечивают безотказность ДВС;
- диспергирующие – предотвращают слипание частиц в крупные агломерации. Обеспечивают безотказность ДВС;
- антиокислительные – защищают от окисления, высокотемпературного старения масла. Обеспечивают безотказность и долговечность ДВС;
- антикоррозийные – защищает поверхности деталей от коррозионного изнашивания. Обеспечивают долговечность ДВС;
- антипенные – предотвращают образование пены, ухудшения противоизносных и противозадирных свойств, моющей способности. Обеспечивают безотказность и долговечность ДВС.

Таким образом наличие основного пакета присадок в ММ обеспечивает надежность работы ДВС [4], а для ее повышения в условиях эксплуатации можно вводить дополнительно коммерческие добавки. Легирование основы позволяет получать ММ с высоким допуском эксплуатационных характеристик VW 504/507, позволяющим увеличить интервалы замены до 40 тысяч километров.

#### **Список литературы**

1. Стребков С.В., Ветров В.П. Оценка качества сельскохозяйственной техники по показателям надежности. Белгород : Изд-во БелГСХА, 2006. 65 с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / Уразгалиев Т.К., Остриков В.В., Коваленко В.П., Ширванов Р.Б., Нагорнов С.А., Прохоренко В.Д., Зозуля А.Н., Уханов А.П., Сафаров К.У., Булавин С.А., Стребков С.В. Уральск : Изд-во Зап.-Казахст. аграр.-техн.ун-т им. Жангир- хана, 2011. 402 с.
3. Стребков С.В. Эксплуатационный метод повышения долговечности автотракторной техники в послеремонтный период // Труды ГОСНИТИ. М., 2008. Т. 101. С. 56–59.
4. Стребков С.В. Послеремонтное обеспечение ресурса агрегатов и узлов машин // Труды ГОСНИТИ. М. : ГОСНИТИ, 2008. Т. 102. С. 51–52.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Аддитивное производство относится к технологическим процессам, предназначенным для создания трехмерных объектов слой за слоем с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР) [1]. Этот процесс отличается от традиционного субтрактивного производства, такого как обработка на станках с ЧПУ, который удаляет часть материала из предварительно подготовленной заготовки [2]. Процесс аддитивного производства начинается с этапа планирования и проектирования, на котором для создания 3D-модели используется программное обеспечение САД. После того, как проект завершен, САПР помещается в программное обеспечение для настройки сборки, устанавливаются параметры сборки, а затем они отправляются на принтер. Далее в 3D-принтер загружается материал, из которого выполняется изделие. В качестве материалов могут быть использованы пластмассы, а также металлы, керамика и композиты. Вопросы применения технологий аддитивного производства рассматриваются в работах [3-6].

После того, как программное обеспечение и материалы для настройки будут добавлены в 3D-принтер, он начнет создавать изделие слой за слоем в соответствии с указаниями программы. В зависимости от используемой технологии некоторые принтеры используют ультрафиолетовое излучение, которое превращает жидкую смолу в пластик. Другие, напротив, используют интенсивное тепло для плавления пластиковых нитей или используют лазеры для сплавления мелких частиц полимерного порошка вместе. После того, как принтер завершит сборку, этап постобработки подготавливает изделие к использованию. В зависимости от того, что было изготовлено, процесс постобработки может варьироваться от промывки растворителями и удаления опорных конструкций до шлифовки и покраски. Эти операции позволяют улучшить не только качество поверхности объекта, но и его механические свойства.

Процесс аддитивного производства отличается от обычных субтрактивных и формообразующих производственных процессов, таких как механическая обработка и литье под давлением. Механическая обработка включает в себя вырезание частей материала, а литье под давлением нагревает термопласты и впрыскивает их в обработанную форму, чтобы придать ей требуемую форму. По сравнению с традиционными производственными процессами, аддитивное производство может быть экономически эффективным, создавать меньше отходов и иметь более короткие сроки производства.

Аддитивное производство предоставляет пользователям целый ряд преимуществ. Основным положительным эффектом является способность быстро изготавливать сложные детали без необходимости использования дорогостоящей оснастки. Оно также обеспечивает большую гибкость и индивидуальный

подход к проектированию, поскольку послойный процесс позволяет создавать детали сложной геометрии, которые трудно изготовить при обычном производстве. Производственные предприятия могут сэкономить материальные ресурсы на складских запасах, производя детали только в случае необходимости. 3D-принтеры обеспечивают более высокую скорость изготовления изделия, чем традиционное производство, что сокращает время выполнения заказа и увеличивает производительность.

Аддитивные технологии позволяют масштабировать производство при увеличении спроса, снижая потребность в первоначальных инвестициях. Этот метод также обеспечивает быстрые итерации и настройку при низких затратах, что делает его идеальным для прототипирования и мелкосерийного производства. Печать по требованию именно того количества, которое требуется, означает, что у производителей больше нет огромных запасов неиспользованных деталей, которые могут устареть. Это может снизить транспортные и логистические расходы, тем самым уменьшая общий углеродный след организации и вред, наносимый окружающей природной среде. Кроме того, аддитивное производство позволяет использовать различные материалы, в том числе металлы и пластмассы. Такая гибкость упрощает проектирование сложных деталей с различными механическими свойствами. 3D-печать позволяет создавать сложные геометрические формы, которых трудно или невозможно достичь при традиционном производстве. Это обеспечивает проектировщикам возможность создавать конструкции, которые делают конечное изделие легче, прочнее и эффективнее.

### Список литературы

1. Терентьев В.В. Аддитивные технологии в сельском хозяйстве // Сб.: Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы Международной науч.-произв.конф. Белгород, 2023. С. 209–210.
2. Терентьев В.В. Применение аддитивных технологий при эксплуатации сельскохозяйственной техники // Сб.: Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы XXVII Международной науч.-произв.конф. Белгород, 2023. С. 207–208.
3. Стребков В.С., Слободяк А.П., Бондарев А.В. Экономическое подтверждение объективной необходимости замещения импортных запасных частей восстановлением // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 3 (7). С. 17–28.
4. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород, 2015. Том 2. С. 24–25.
5. Технология ремонта машин: учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. Белгород, 2022. 181 с.
6. Технологические процессы ремонтного производства: учебно-методическое пособие / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. Белгород, 2022. 166 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Аддитивное производство – это инновационное и быстро развивающееся производство, позволяющее разработчикам сельскохозяйственной техники оперативно создавать сложные конструктивные элементы машин [1, 2]. Аддитивное производство охватывает широкий спектр производственных технологий и материалов [3, 4]. К ним относятся:

**1. Экструзия материала.** Экструзия материала выполняется путем проталкивания пластиковой нити через нагретое сопло для формирования объекта слой за слоем, используя созданный макет модели. Процесс осаждения обычно выполняется в вакууме, чтобы предотвратить слишком быстрое охлаждение нити накала и образование зазоров в объекте. Технология экструзии материалов, также называемая моделированием методом наплавления, лучше всего подходит для создания крупных деталей с простой геометрией из различных материалов.

**2. Фотополимеризация в чанах.** Данная технология аддитивного производства, которая включает в себя селективное отверждение светочувствительной смолы ультрафиолетовым светом. Она работает за счет затвердевания очень тонких слоев жидкого фотополимера, которые отверждаются под воздействием ультрафиолета. При фотополимеризации в чанах объект создается путем отверждения смолы с помощью проектора или лазера. При отверждении рабочая платформа постепенно опускается, чтобы обеспечить дополнительные слои смолы. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет создан нужный объект. Фотополимеризация в ванне позволяет получать высокоточные объекты с гладкими поверхностями. Было разработано несколько поколений полимерных 3D-принтеров, таких как стереолитография, цифровая обработка света, маскированная стереолитография и другие.

Стереолитография – это разновидность технологии 3D-печати, которая использует светочувствительную смолу для формирования объектов слой за слоем. Стереолитография является одной из самых популярных технологий 3D-печати и отлично подходит для печати различных проектов, в том числе очень крупных деталей. Изделие создается путем избирательного отверждения смолы с помощью ультрафиолетового лазера, которая затвердевает и формирует объект. Данная технология используется для создания очень сложных объектов с гладкими поверхностями и точными размерами.

Цифровая обработка света – это тип технологии 3D-печати, который использует проецируемый свет для отверждения фотополимерных смол и формирования объекта слой за слоем. Проектор или цифровой источник света используется для проецирования одного изображения нужного объекта на жидкую

смолу. Когда смола подвергается воздействию света, она начинает затвердевать и формировать объект.

Маскированная стереолитография – одна из новейших форм традиционной стереолитографической 3D-печати. В этой технологии аддитивного производства используется светодиодный источник света вместо лазера или одной проекционной точки. 3D-принтер сопоставляет ЖК-панель со светодиодной матрицей и маскирует пиксели при печати, пропуская через свет только необходимые пиксели.

**3. Струйная обработка материала.** В данном типе 3D-печати используется жидкий материал, обычно в виде фотополимеров или воска, и струйная печатающая головка для создания 3D-объектов. Печатающая головка размещается над рабочей платформой, а затем наносит капли светочувствительного полимерного материала на поверхность с помощью термического метода. Капли затвердевают под воздействием ультрафиолетового света, и до завершения процесса образуются дополнительные слои. Затем слои охлаждаются перед началом постобработки. Струйная обработка материалов совместима с различными материалами, включая резиноподобные и полностью прозрачные материалы. Он также идеально подходит для печати на нескольких материалах, объединяя до 7 смол в одной отпечатке. Изделия имеют более высокую точность размеров и более гладкую поверхность. Струйная обработка обеспечивает высокую скорость и точность печати многоцветных деталей и деталей из различных материалов.

Рассмотренные технологии аддитивного производства позволяют обеспечить мелкосерийное производство деталей непосредственно в ремонтной мастерской предприятия [5, 6], исключая необходимость заказа и доставки запасных частей от производителя сельскохозяйственной техники.

#### Список литературы

1. Терентьев В.В. Аддитивные технологии в сельском хозяйстве // Сб.: Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы Международной науч.-произв. конф. Белгород, 2023. С. 209–210.
2. Терентьев В.В. Применение аддитивных технологий при эксплуатации сельскохозяйственной техники // Сб.: Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы XXVII Международной науч.-произв. конф. Белгород, 2023. С. 207–208.
3. Технология ремонта машин: учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. Белгород, 2022. 181 с.
4. Технологические процессы ремонтного производства: учебно-методическое пособие / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. Белгород, 2022. 166 с.
5. Стребков В.С., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Экономическое подтверждение объективной необходимости замещения импортных запасных частей восстановлением // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 3 (7). С. 17–28.
6. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород, 2015. Том 2. С. 24–25.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Терентьев В.В., Терентьев О.В.

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Существуют различные категории материалов для 3D-печати, включая пластмассы, металлы и композитные полимеры [1]. Каждая из этих категорий содержит ряд различных типов материалов, используемых в каждом методе 3D-печати [2]. Рассмотрим некоторые из наиболее распространенных материалов для 3D-печати, их свойства и области применения.

1. Пластиковый материал. Пластик является одним из самых распространенных материалов для 3D-печати. Термопласты, в частности, являются отличным материалом для 3D-печати, поскольку они становятся мягкими и поддающимися формовке при нагревании, а затем возвращаются в твердую форму при охлаждении, что делает их идеальными для технологий 3D-печати в порошковом слое и экструзии [3]. Эти материалы обладают широким спектром различных свойств, таких как прочность, гибкость и термостойкость. Примеры термопластов:

– **АБС-пластик (акрилонитрил-бутадиен-стирол)** – это доступная нить с хорошей ударопрочностью и стойкостью к истиранию. Он часто используется для автомобильных деталей, строительства и корпусов электроники из-за его химической стойкости.

– **PLA (полимолочная кислота)** – это биоразлагаемый пластик, изготовленный из возобновляемых ресурсов, таких как ферментированный растительный крахмал. Это наиболее распространенный материал из-за его простоты использования и низкой стоимости. PLA подвергается минимальному расширению и сжатию при нагревании и охлаждении.

– **ПЭТГ (полиэтилентерефталат-гликоль)** хорошо известен своей высокой химической стойкостью и хорошей термической стабильностью. ПЭТГ можно использовать для производства упаковки для пищевых продуктов и пластиковых бутылок, защитных деталей и пищевых контейнеров.

2. Металлические материалы. Металлическая 3D-печать сплавляет металлические частицы с помощью высоких температур, полученных от лазеров или электронных лучей [4]. Этот процесс создает металлические объекты путем плавления или сварки слоев металла или металлического порошка до тех пор, пока деталь не будет готова. Рассмотрим материалы, используемые в 3D-печати:

– **Медь** – обладает высокой теплопроводностью, что делает ее отличным материалом для 3D-печати металлом. Медь часто используется для электротехнических устройств, производственных компонентов и антенн связи.

– **Нержавеющая сталь** долговечна, устойчива к коррозии и выдерживает высокие температуры. Сталь позволяет создавать компоненты, способные выдерживать значительные перепады температур и высокую влажность воздуха.

– **Титан** – это прочный и легкий металл, обычно используемый в медицинской и аэрокосмической промышленности. Он хорошо подходит для 3D-печати протезов конечностей, потому что он достаточно прочный, чтобы выдержать вес

конечности, а также достаточно легкий, чтобы не вызывать дискомфорта у пользователя.

3. Фотополимеры, или реактопласты, представляют собой полимерные материалы, свойства и свойства которых изменяются при воздействии источника света [5]. Свет вызывает реакцию, которая изменяет структуру фотополимера и изменяет его механическое и химическое накопление. Фотополимеры более универсальны, чем другие материалы, и могут создавать объекты, которые соответствуют различным спецификациям.

4. Композиты. Композитные материалы объединяют два или более различных материала для создания нового с улучшенными свойствами [6]. Из композитных материалов можно изготавливать детали с повышенной прочностью, жесткостью, тепло- и электропроводностью. Существует несколько видов композитных материалов:

– **Углеродное волокно** отличается прочностью и жесткостью, что делает его идеальным для деталей, которые должны выдерживать высокие нагрузки. Углеродное волокно также очень легкое, что делает его подходящим для применений, где вес имеет решающее значение, особенно в машиностроении.

– **Стекловолокно** известно своей высокой прочностью и жесткостью. Его можно комбинировать с пластиком и другими материалами для создания более прочных, но гибких деталей.

Широкий спектр материалов, используемых для 3D-печати, позволяет существенно расширить диапазон применения данной технологии и обеспечить производство изделий с различными эксплуатационными характеристиками.

#### Список литературы

1. Стребков В.С., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Экономическое подтверждение объективной необходимости замещения импортных запасных частей восстановлением // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 3 (7). С. 17–28.
2. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород. 2015. Том 2. С. 24–25.
3. Технология ремонта машин: учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. Белгород, 2022. 181 с.
4. Технологические процессы ремонтного производства: учебно-методическое пособие / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. Белгород, 2022. 166 с.
5. Терентьев В.В. Аддитивные технологии в сельском хозяйстве // Сб.: Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы Международной науч.-произв. конф. Белгород, 2023. С. 209–210.
6. Михеев Д.С., Терентьев О.В., Терентьев В.В. Расширение возможностей 3D-печати // В сб.: Научно-исследовательские решения высшей школы: материалы студенческой научной конференции. Рязань, 2023. С. 37–38.

**УСЛОВИЯ РАБОТЫ И ПРИМЕНЯЕМОСТЬ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ В ТРАНСМИССИЯХ****Власов Ю.А., Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современном мире, возможность передачи энергии с использованием гибкой связи и применением в сложных для работы условиях имеют особую значимость и позволяют цепным передачам занимать одно из ведущих мест в промышленности и машиностроении. Механизм цепной передачи является простым, универсальным и более надежным, и эффективным, в сравнении с ременными и зубчатыми системами, тем самым широко используются в различных отраслях, на различных видах техники [1, 2].

Рассматривая применение цепных передач в сельскохозяйственной техники на примере зерноуборочных комбайнов «Агрос 530», «ДОН-1500Б», «Вектор», «Тогум-740», «Палессе GS 12» можно сказать, что применяются несколько типов цепных передач ПР-19,05; 2ПР-19,05; ПР-25,4. В качестве транспортера зерна используются цепи транспортерные роликовые длиннозвенные: ТРД-38-4400-10, 1-1-200x100-152-4600, 3-470-1122- 76/152-4600. Применение цепных передач в других видах сельхозтехники: картофелесажалка КСМ-4А-01 ПР-15,875; КСМ-6 ПР-15,875; Комбайн картофелеуборочный КПК-2-01 ТРД-38-3000; Комплекс Кормоуборочный Высокопроизводительный КВК-8060 «ПАЛЕССЕ FS8060» ПР-19,05.

Проведя анализ отказов в работе зерноуборочных комбайнов который показывает, что основная часть отказов в работе механических передач, приходится на цепные передачи, которые по сравнению с применяемыми аналогами в других отраслях, имеют меньшую долговечность работоспособного состояния, по причине работы в сложных полевых условиях, высокой напряженности, повышенных температур, запыленности, и в 90% случаях имеют открытое исполнение [3].

Зачастую проводимое техническое обслуживание сложных сельскохозяйственных машин осуществляется с нарушением инструкций по эксплуатации, что усугубляется действием климатических условий, низким качеством консервационных составов, которые не обеспечивают смазку узлов трения, отсутствием защищенности от влаги и абразивных частиц, с последующим старением и износом соединений приводных цепей, что приводит к преждевременной выбраковке - до исчерпания заложенного ресурса цепи.

Важную роль имеет своевременное диагностирование технического состояния цепного привода для проведения его комплексного обслуживания выполнение регулировки натяжения, смазки цепи и выявления на ранней стадии несоответствий рабочего состояния, тем самым повышая уровень работоспособности и снижения количества отказов в работе механизма [4, 5].

**Список литературы**

1. Усова Е.В. Повышение долговечности и совершенствование технического обслуживания цепных передач сельскохозяйственного назначения: Автореф. дис...канд. тех. наук / АЧГАА. Зерноград. 2007. 19 с.
2. Pastukhov A. System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions / A. Pastukhov, T. Parnikova, E. Timashov // Applied Engineering Letters. 2017. Vol. 2, No. 2. P. 65-68.
3. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Бахарев Д.Н. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 17–26.
4. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода // Труды ГОСНИТИ. 2017. Т. 129. С. 73–78.
5. Тимашов Е.П. Моделирование температурного режима подшипникового узла карданного шарнира // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 87–100.
6. Тимашов Е.П. Обоснование системы технического обслуживания и ремонта на основе характеристик машинно-тракторного парка // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 40–45.

## ТРЕНАЖЕР-УГЛОМЕР

**Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технологические процессы технического сервиса машин нуждаются в качественном метрологическом обеспечении. Обеспечение необходимого уровня неопределенности измерений зависит, в первую очередь, от квалификации специалистов – исполнителей [1, 2].

Образовательные организации, готовящие специалистов технического профиля, особое внимание уделяют обеспечению необходимого уровня подготовки по дисциплине «Метрология». Очень важно разрабатывать и применять новые высокоэффективные методы обучения и профессиональной подготовки. От приобретения первоначальных навыков обращения с измерительными инструментами зависит качество работ в области технического сервиса, машиностроения и других производственных сфер [3-5].

При проведении занятий с обучающимися установлено, что считывание показаний измерительного прибора, снабженного несколькими шкалами, вызывает затруднение, и обучающиеся допускают много ошибок.

В связи с этим возникает необходимость создания компьютерной программы – симулятора работы измерительного инструмента. При использовании такого симулятора у обучающегося должен вырабатываться стабильный навык считывания показаний с основной шкалы и шкалы нониуса угломера. Кроме этого, в условиях дистанционного и смешанного обучения использование такого компьютерного симулятора является безальтернативным.

Компьютерная программа должна обеспечивать демонстрацию функционирования прибора с одновременной индикацией правильных показаний в числовом виде, а также возможность тестирования и самопроверки работы обучающегося в автоматическом режиме.

Для обеспечения учебного процесса была разработана компьютерная программа–симулятор работы угломера с ценой деления 5 угловых минут. Компьютерная программа RU 2023619913 «Тренажер-Угломер» разработана в среде Visual Basic.

В режиме обучения-тренировки доступны следующие кнопки управления: установка на «0», добавление/уменьшение целых градусов, добавление/уменьшение угловых минут. При этом на экране отображается компьютерная анимация работы измерительного прибора. Для дополнительной наглядности существует окно с увеличенным изображением шкал прибора. Также в этом режиме отображаются точные показания прибора в виде цифровой индикации.

В режиме тестирования обучающийся нажимает кнопку «СТАРТ» и на экране изображается прибор в случайном положении, а цифровые показания правильного ответа срываются. Далее необходимо ввести с клавиатуры количество целых градусов и угловых минут, а программа проверяет правильность и

выдает сообщение «ВЕРНО» / «НЕВЕРНО». Тестирование можно повторять многократно, а результаты правильных и неправильных ответов отображаются на экране в виде круговой диаграммы.

При разработке программного кода были решены две неординарные задачи:

1) деление целого числа не на десятичные доли, а на  $1/12$  часть, то есть на 5 угловых минут;

2) графическое построение вращающихся элементов угломера.

Первая задача была решена применением округления переменной до шести знаков после запятой, что было достаточно для изображения положений шкал угломера без ошибок. Также было задано постоянное значение одного полного оборота в радианах: 6,28318530718.

Для решения второй задачи выполнялось векторное построение изображения, причем, расчеты велись в полярных координатах, а результаты расчетов преобразовывались в Декартовы координаты.

Результат применения симулятора в учебном процессе показал популярность программы у обучающихся, а количество совершенных ошибок снижается на 98%.

#### Список литературы

1. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Метрология, стандартизация и сертификация : Измерения при определении качества сельскохозяйственной продукции. Практикум. Белгород, 2020. 97 с.

2. Пастухов А.Г. Методика оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2014. № 3. С. 9–16.

3. Чуев С.А., Голозубова Н.Н. Разработка новых интерактивных методов обучения // Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности : Материалы III межд. науч.-практ. и науч.-метод. конф. Белгород, 2019. С. 111–115.

4. Голозубова Н.Н., Чуев С.А., Клавкина Т.А. Участие в конкурсах как основа профессионального развития // Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности : Матер. IV межд. науч.-практ. и науч.-метод. конф. Белгород, 2020. С. 83–87.

5. Тимашов Е.П. Опыт применения электронного тестирования в процессе обучения и итогового контроле знаний студентов // Научно-образовательная деятельность в сфере сервиса и туризма как инвариантная совокупность организационно-педагогических условий и принципов : матер. межд. науч.-метод. конф. Белгород, 2017. С. 122–126.

## УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

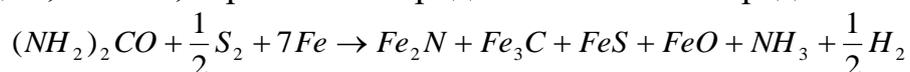
**Шарая О.А., Рябчикова Т.А.**  
ВИНИТИ РАН, г. Москва, Россия

Эксплуатационные свойства большего количества деталей машин и оборудования определяются их износостойкостью и антифрикционными свойствами, поэтому внедрение способов упрочнения, повышения качества поверхности и увеличения срока их службы является актуальной задачей [1-5].

Одним из эффективных способов упрочнения деталей сельскохозяйственных машин является сульфоцианирование – химико-термическая обработка, заключающаяся в многокомпонентном, комплексном диффузионном насыщении поверхности металлических изделий серой, углеродом и азотом. В результате такой обработки улучшаются противозадирные свойства деталей, повышаются износостойкость и усталостная прочность, ускоряется приработка трущихся поверхностей.

Наибольшей износостойкостью обладают сульфоцианированные детали при средних нагрузках в условиях полусухого и полужидкостного трения. Сульфоцианирование предотвращает также схватывание и наволакивание металла и повышает предел выносливости в связи с насыщением поверхности детали азотом [1].

В настоящей работе поверхностная обработка деталей из стали марки 65Г (фрикционных дисков) осуществлялась методом газового сульфоцианирования в цементационной печи типа Ц-105 в продуктах пиролиза (разложения) карбамида  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  и серы. При рабочей температуре 580-620<sup>0</sup>С в печном пространстве образуются лишь газообразные продукты – аммиак, азот, оксиды углерода и пары серы без выделения твёрдых компонентов и каких-либо токсичных и взрывоопасных газов. Насыщение поверхностных слоёв обрабатываемых деталей углеродом, азотом, серой и кислородом может быть представлено в виде:



После проведения химико-термической обработки по оптимальному технологическому режиму отбирали детали для контроля качества процесса. Критерием оценки заданных свойств готовых изделий является глубина поверхностного сульфоцианированного слоя на деталях из садки или образцах-свидетелях. Фазовый состав диффузионного слоя определяется, в основном, диаграммой состояния системы Fe-N, имеет сложную структуру и состоит из нескольких отличных по природе диффузионных зон: наружного приповерхностного оксисульфидного слоя толщиной 20-24 мкм, содержащего сульфиды железа и оксиды; далее наблюдали тонкий карбонитридный слой толщиной 8-16 мкм; за которым располагалась серая зона твердого раствора азота в железе глубиной ~ 240 мкм.

Продолжающаяся часть азотированного слоя имеет сорбитообразное строение и отличается от структуры сердцевины (основного металла) повышенной травимостью в растворе  $\% \text{HNO}_3$  в этиловом спирте вследствие более высокого содержания азота. Исследовано распределение серы и углерода в приповерхностных слоях металла, определенных химическим анализом в стружке, снятой на глубину до 30 мкм: содержание углерода составляло 1,5 масс. %, серы 0,99%.

В исследованиях установлено, что для обеспечения требуемого уровня эксплуатационных свойств фрикционных дисков (износостойкости и контактного трения) необходимо соблюдать технические условия по соотношению приповерхностных зон: оксисульфидной не более 0,04 мм; карбонитридной не менее 0,005 мм; эвтектоидной и зоны твердого раствора не менее 0,4 мм.

МикродюрOMETрический анализ показал, что микротвердость в упрочненном слое в 3,5-4 раза выше по сравнению с сердцевиной.

Износостойкость фрикционных дисков, сульфидированных по оптимальному режиму повысилась в 3 раза, по сравнению с дисками, не прошедшими такую обработку [1].

В работе была подобрана номенклатура деталей транспортной техники и сельскохозяйственных машин из различных материалов для упрочнения сульфидированием.

#### Список литературы

1. Шарая О.А. Повышение износостойкости деталей сульфидированием // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. Изд-во Белгородский ГАУ, 2020. Т.2. С. 87–88.
2. Минасян А.Г. Повышение износостойкости рабочих поверхностей валков измельчителей // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 139–144.
3. Стребков С.В., Слободюк А.П., Сахнов А.В., Бондарев А.В. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 399–403.
4. Бережная И.Ш. Экспериментальная отработка режимов электроискровой обработки нержавеющей стали // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 17–24.
5. Vodolazskaya N. V., Sharaya O.A. Wear resistance of cast iron parts due to modification of surface layer // Journal of Advanced Research in Technical Science. Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. 2020. Issue 18. P. 33–36.

## РАЗРАБОТКА ПЫЛЬНИКА ДЛЯ ШАРНИРНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ

**Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Долговечность различных соединений машин при правильных условиях эксплуатации достаточно высокая. Это обеспечивается совершенством конструкции, точностью изготовления деталей, подбором улучшенных материалов, применением специальной смазки и хорошей герметичности шарниров [1-3]. Слабым местом шарниров и различных деталей машин является грязезащитный пыльник, который предназначен для герметизации сопряжений узлов машин. При разрушении пыльника в шарнир поступают различные абразивные загрязнения, что резко сокращает его ресурс.

Нами предлагается конструкция защитного пыльника, которая может быть использована в рулевых рейках, для герметизации ШРУСов приводов машин, штоков КПП и т.д. Решение направлено на сокращение времени пребывания агрегата машины в ремонте, а так же на сокращение стоимости ремонтных работ.

Целью работы является разработка разъемного пыльника для шарнирных сопряжений.

Нами предложен малозатратный способ ремонта узлов машин, позволяющий сократить время ремонта машин.

Предложенная конструкция должна охватывать и герметизировать ремонтируемое сопряжение и при этом необходимо обеспечить преднатяжение с последующей фиксацией одной кромки предлагаемого разъемного защитного пыльника. Кроме того, после оборачивания предлагаемым разъемным пыльником, необходимо нанести клей на сопрягаемые части поверхностей. После нанесения клеевого состава фиксируют сопрягаемые части пыльника и дают время на полимеризацию клея. По завершении полимеризации в смонтированный пыльник закладывают, при необходимости, нужное количество смазочного материала и фиксируют его на своих посадочных местах хомутами. Фиксация хомутами осуществляется таким же образом, как и при монтаже штатных чехлов, которые предусмотрены при производстве новых машин или агрегатов. Предложенная разработка пыльника предусматривает герметизацию агрегатов и узлов без их разборки, что приведет к сокращению трудоемкости, времени пребывания машины в ремонте, а также к сокращению стоимости ремонта.

Предложенный пыльник состоит из эластичного материала (например, резины, силикона или полиуретана), выполненного в виде гофры с равными или переменными диаметрами. Благодаря своей конструкции предлагаемый пыльник эффективно удержит смазочный материал, который обеспечит нормальную работу герметизируемого сопряжения, узла и агрегата в целом. Перед установкой нового пыльника снимают хомуты и срезают старый, дефектный пыльник. После снятия пыльника при необходимости очищают и обезжиривают сопря-

жение. Разгибают предложенный пыльник и охватывают им защищаемые поверхности и наносят клей. После полного высыхания клея в предложенный пыльник укладывают нужное количество смазочного материала, и устанавливают предлагаемый пыльник на свои посадочные места ремонтируемого механизма или машины.

#### Список литературы

1. Стребков С.В. Надежность и ремонт машин [Электронный ресурс] : учебное пособие по выполнению курсовой работы и разделов дипломного проекта для подготовки бакалавров направления 35.03.06 «Агроинженерия» / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, С.Н. Алейник; Белгородский ГАУ. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. 92 с.

2. Стребков С.В. Лабораторный практикум по технологии ремонта машин для направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» очной, заочной и дистанционной форм обучения [Электронный ресурс] / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, С.Н. Алейник; Белгородский ГАУ. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2018. 87 с.

3. Пат. № 167445 Российская Федерация МПК F16D 3/84 (2016.01) Разъёмный защитный гофрированный чехол. Сахнов А.В., Стребков С.В. Сахнова Л.Ю., опубл. 10.01.2017. Бюл. № 1. – 2 с.

4. Пат. №2610321 Российская Федерация МПК F16D 3/84 (2016.01) Защитный чехол. Сахнов А.В., Стребков С.В. Сахнова Л.Ю. опубл. 09.02.2017, Бюл. № 4. 2 с.

5. Пат. № 169402 Российская Федерация МПК F16D 3/84 (2006.01) Разъёмный защитный гофрированный чехол. Сахнов А.В. Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. опубл. 16.03.2017. Бюл. № 8. 2 с.

6. Тимашов Е.П. Результаты экспертной оценки надежности автомобилей, их агрегатов и узлов / Е.П. Тимашов // Индустрия туризма и сервиса на пути инновационного развития : материалы международной науч.-практ. и науч.-метод. конф. – Белгород : Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2018. – С. 122–130.

7. Тимашов Е.П. Моделирование температурного режима подшипникового узла карданного шарнира / Е.П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 87–100.

## РЕМОНТ ГАЙКИ С ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБОЙ

**Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В конструкции тисков есть ходовой винт, на котором выполнена трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484.

Основными деталями тисков являются две губки, у одной из которых есть возможность перемещаться относительно другой [1-3]. Возможность перемещения обеспечивают ходовым винтом, который вращается в гайке ходового винта, жестко закрепленной в неподвижной губке при помощи штифта, устанавливаемого в отверстие.

Ходовой винт имеет возможность вращения в гайке, соединенной с помощью штифта с корпусом тисков. У малогабаритных тисков гайка может отсутствовать, при этом резьбу нарезают непосредственно в корпусе неподвижной губки.

Винт расположен в подвижной части, а гайка в неподвижной, за счет чего обеспечивают подвижность губок и возможность фиксации деталей.

Основной причиной поломки тисков являются приложение чрезмерного усилия при фиксации заготовок за счет удлинения рукоятки.

Еще одной причиной отказа тисков является применение их не по назначению.

К явным отказам можно отнести разлом подвижной губки, разрушение или износ гайки, люфт винта, плохая фиксация заготовок, выкручивание винта при разжатии заготовки, невозможность снятия заготовки.

Некоторые дефекты слесарных тисков можно визуально обнаружить. К таким незначительным дефектам относят коррозию, трещины, сколы, излом или изгиб отдельных деталей.

Перед ремонтом тиски нужно очистить от загрязнений и ржавчины [4-6].

Наиболее частой причиной отказа тисков является проворачивание винта в гайке, вследствие чего исключается возможность фиксации заготовок. При этом чаще всего приходит в негодность резьба гайки тисков, в то время как винт практически не изнашивается. Объясняется это тем, что винт и гайка выполнены из различных материалов, при чем винт выполнен более износостойким [7].

Научной новизной является способ восстановления гайки ходового винта.

Для реализации предлагаемого способа вырезают, например с помощью угловой шлифовальной машинки, из гайки ее резьбовую часть. Толщина реза угловой шлифовальной машинки (толщина шлифовального круга) должна быть не меньше шага резьбы.

Затем необходимо соединить и закрепить разрезанные части, например, в тисках, и разрезанные части гайки после соединения их на винте необходимо «прихватить» при помощи сварки.

После «прихватывания» разрезанных частей гайки посредством сварки необходимо вывернуть винт и хорошо заварить сопряженные элементы. При сварке необходимо следить за тем, чтобы сварочная ванна не повредила резьбу.

Предложенный способ ремонта гайки тисков позволит восстановить их работоспособное состояние, при этом можно будет сэкономить на приобретении новой дорогостоящей гайки.

#### Список литературы

1. Колесников И.А. Капитальный ремонт зажимов столярного верстака // Школа и производство. 2016. № 3. С. 18–20.

2. Гончаров Д.А., Бондарев А.В. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники // Материалы международной студенческой научной конференции (Белгород, 7-8 февраля 2017 г.). Том 2. Белгород : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. С. 30.

3. Клименко В.О., Сахнов А.В. Совершенствование стенда для ремонта агрегатов машин // Материалы международной студенческой научной конференции (Белгород, 7-8 февраля 2017 г.). Том 2. Белгород : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. С. 37.

4. Бочаров М.С., Бондарев А.В. Разработка устройства для выпрессовки гильз цилиндров // Материалы Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК» (18-19 марта 2020 года): в 4 т. Том 3. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 124.

5. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN TWKYZC.

6. Тимашов Е.П. Результаты экспертной оценки надежности автомобилей, их агрегатов и узлов / Е.П. Тимашов // Индустрия туризма и сервиса на пути инновационного развития : материалы международной науч.-практ. и науч.-метод. конф. Белгород : Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2018. С. 122–130.

7. Тимашов Е.П. Моделирование температурного режима подшипникового узла карданного шарнира / Е.П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 87–100.

## ЗАВИСИМОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ОТ БАЗОВОЙ ОСНОВЫ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

Стребков С.В., Бондарев А.В., Добрицкий А.А.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Моторное масло (ММ) используют для смазывания цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. Смазывающая среда для обеспечения надежной работы сопряжений должна защищать их от трения и износа, отводить тепло и продукты изнашивания, препятствовать образованию отложений. Условия работы масляных пленок определяются температурой ( $-40...+450^{\circ}\text{C}$ ), воздействием кислорода, продуктов сгорания, углеводородов топлива. Его характеристики ухудшаются. Оно стареет [1, 2].

ММ состоит из базовой основы (до 95%) и пакета присадок (до 5%). Базовая основа, которая первоначально определяет эксплуатационные свойства, согласно общепринятой классификации API, делится на 5 групп. Основы первой, второй и третьей групп производятся из нефти, четвертая и пятая являются химически-синтезированными. К синтетическим относятся основы 3, 4 и 5 групп: **группа 1** содержит менее 90% предельных углеводородов и имеет индекс вязкости в районе 90; **группа 2** с увеличенным количеством предельных углеводородов и индексом вязкости около 100; **группа 3** подвергается процессу каталитического гидрокрекинга, имеет более 90% предельных углеводородов и индекс вязкости около 140-150; **группа 4** полностью синтетическая на основе полиальфаолефинов (ПАО) с индексом вязкости около 130; **группа 5** полностью синтетическая на основе эфиров, сложных спиртов и т.п. [3].

Основы, полученные из нефти (группа 1 и 2), имеют стабильные характеристики, хорошие смазывающие свойства и обладают высокой растворимостью присадок. Однако у них невысокая термостабильность, а их характеристики очень сильно зависят от температуры.

Гидрокрекинговые основы третьей группы являются синтетическим несмотря на то, что произведены из нефти. В процессе каталитического гидрокрекинга удаляются соединения азота и серы, выпрямляются и очищают ее молекулярная решетка. При этом молекулярной структуры по комплексу характеристик максимально приближается к химически-синтезированной основе, а по ряду параметров и превосходит ее, сохраняя, при этом, все плюсы минеральной основы – высокую растворимость присадок и хорошие смазывающие свойства.

Основы 4 и 5 групп являются химически-синтезированными «ненефтяными» основами. Они отличаются очень высокой термостабильностью, высокой текучестью и проникающей способностью при отрицательных температурах, хорошими антиокислительными свойствами, низкой испаряемостью и угаром. Но они имеют два существенных недостатка: низкую смазывающую способность и малую растворимость присадок. Для устранения этих недостатков в

«полностью синтетические» основы добавляют «минеральные» основы первой, второй либо третьей группы.

Полусинтетические основы – это минеральные основы, эксплуатационные свойства которых были улучшены путем добавления до 30% синтетических основ третьей либо, что значительно реже, четвертой группы. Основная разница в пропорциях компонентов итогового базовой основы: 70/30% – это не то же самое, что 30/70%. «Полностью синтетическая» основа может быть из смеси основ четвертой и третьей групп, а полусинтетическая – из второй и третьей.

Таким образом лучшими эксплуатационными характеристиками обладают ММ, созданные на смеси основ третьей с четвертой либо пятой групп. Они уже первоначально имеют хорошие смазывающие и антиокислительные свойства, растворимость присадок, высокую термостабильность и низкий расход на угар. Для получения ММ с допуском VW 504/507, предусматривающим интервалы замены до 40 тысяч километров необходимо к базовой основе совершенные и современные пакеты присадок [4].

#### Список литературы

1. Стребков С.В., Ветров В.П. Оценка качества сельскохозяйственной техники по показателям надежности. – Белгород : Изд-во БелГСХА, 2006. – 65 с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / Уразгалиев Т.К., Остриков В.В., Коваленко В.П., Ширванов Р.Б., Нагорнов С.А., Прохоренко В.Д., Зозуля А.Н., Уханов А.П., Сафаров К.У., Булавин С.А., Стребков С.В. – Уральск : Изд-во Зап.-Казахст. аграр.-техн.ун-т им. Жангир- хана, 2011. – 402 с.
3. Стрельцов В.В., Стребков С.В. Тенденции использования биологических смазочных материалов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – М. : 2009. – №2 (33). – С. 66–69.
4. Стребков С.В. Эксплуатационный метод повышения долговечности автотракторной техники в послеремонтный период // Труды ГОСНИТИ. – М., 2008. – Т. 101. – С. 56–59.

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 621.928.38

## РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

**Алтухов И.В., Очиров В.Д.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

В сельском хозяйстве и пищевой промышленности технологии тепловой обработки и сушки сырья растительного происхождения получили широкое применение [1, 2, 4, 5]. Для реализации технологий тепловой обработки и сушки используют различные методы, способы и технические средства (сушильные установки), каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Из недостатков большинства существующих сушильных установок стоит отметить большие габариты, металлоемкость и высокий уровень энергопотребления.

В настоящее время в нашей стране, в частности, на территории Иркутской области имеется большое количество крестьянско-фермерских хозяйств и обществ с ограниченной ответственностью, занимающихся переработкой пищевых растительных материалов сельскохозяйственного и дикорастущего происхождения. Продукция предприятий региона реализуется далеко за его пределами и является брендом Прибайкалья. На разных этапах переработки сырья предприятия используют тепловую обработку и сушку. Как показывает практика работы и опыт общения с пищеперерабатывающими предприятиями им требуются компактные и мобильные сушильные установки с низким уровнем энергопотребления. В связи, с чем нами была поставлена цель создания опытного образца энергосберегающей сушильной установки промышленного назначения, реализующей биотехнические требования технологических режимов и получение продуктов длительного хранения.

Основной частью любой сушильной установки являются нагревательные элементы. Правильный выбор типа нагревательных элементов и системы их управления для сушки овощей непосредственно определяет эффективность и технико-экономические показатели сушильной установки [3].

Для проработки данного вопроса проведен патентный поиск информации по проектированию, изготовлению и применению нагревательных элементов в различных областях человеческой деятельности. Из современных нагревательных элементов стоит выделить пленочные нагревательные элементы и карбоновые нагревательные элементы, имеющие достаточно низкий уровень энергопотребления в процессе работы. Указанные нагревательные элементы эффективно использованы научными коллективами ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ и ФГБОУ ВО ИРНИТУ в технологических процессах в условиях производства [4, 6]. Использование современных типов нагревательных элементов

открывает широкие возможности создания энергосберегающих сушильных установок для применения в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Для разработки и изготовления энергосберегающей сушильной установки для сушки пищевого растительного сырья, в том числе и овощей, на первом этапе работы поставлено три задачи:

- разработка эскизной конструкторской документации на опытный образец энергосберегающей установки для сушки овощей;
- изготовление опытного образца энергосберегающей установки для сушки овощей;
- исследование режимов работы нагревательных элементов и системы управления опытного образца энергосберегающей установки для сушки овощей.

После проведения первого этапа работ по разработке и изготовлению опытного образца энергосберегающей установки для сушки овощей в рамках второго этапа работ необходимо провести испытание сушильной установки в процессе эксплуатации в течение достаточно продолжительного времени. По итогам испытаний будут получены протоколы испытаний соответствия основных технических параметров, определяющих функциональные, количественные и качественные характеристики опытного образца энергосберегающей установки для сушки овощей.

Работа выполняется предприятием ООО «Инфракрасные инновационные технологии» при грантовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, предоставленного в рамках программы «Старт-1» федерального проекта «Взлет – от стартапа до IPO».

#### Список литературы

1. Алтухов И.В., Очиров В.Д., Федотов В.А. Определение скорости нагрева топинамбура при сушке инфракрасным излучением // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 1. С. 14–15.
2. Булавин С.А., Вендин С.В., Саенко Ю.В. Расчет параметров конвейерной сушилки пророщенного зерна // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 2 (6). С. 3–8.
3. Левитин И.Б. Применение инфракрасной техники в народном хозяйстве. Л. : Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. 264 с.
4. Попов В.М., Афонькина В.А., Шукшина Е.И. Применение инфракрасных пленочных электронагревателей в конструкции сушильных установок каскадного типа // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. № 26. С. 387–391.
5. Федотов В.А., Очиров В.Д. Установка для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 70–73.
6. Шелехов И.Ю., Шишелова Т.И., Иноземцев В.П., Пожидаев В.В. Эффективная конструкция нагревательного элемента для инфракрасного обогрева // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. № 3 (18). С. 118–124.

## МНОГОКАМЕРНЫЙ БИОГАЗОВЫЙ РЕАКТОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Андреев А.Е.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Для переработки органического сырья в биогаз применяют различные технологии и конструкции биогазовых реакторов. Но общими требованиями для всех являются: обеспечение оптимальных температурных режимов внутри биогазовой смеси и перемешивание сырья [1-5]. Основными температурными режимами при сбраживании субстрата являются психрофильный (20-25°C), мезофильный (25-40°C) и термофильный (свыше 40°C). Кроме того, необходимо также выдерживать требования по колебаниям температуры в течение определенного времени, которые в зависимости от рекомендуемых режимов могут составлять от  $\pm 0,5^\circ\text{C}/\text{ч}$  (при термофильном режиме) до  $\pm 2^\circ\text{C}/\text{ч}$  (при психрофильном режиме). Температурные режимы при сбраживании могут поддерживаться за счет теплоты, выделяющейся в результате химических реакций при сбраживании. При недостатке теплоты, производимой во время химической реакции брожения, для обеспечения технологического режима используется дополнительный теплоподвод (дополнительные источники теплоты). Это могут быть различные теплообменные аппараты или электрические нагреватели (ТЭНы). Величина мощности дополнительных источников теплоты, необходимых для поддержания режимов сбраживания зависит от многих факторов. В первую очередь учитываются теплофизические свойства сбраживаемого сырья (субстрата), а также размеры биореактора, толщина и теплофизические свойства стенок конструкции, условия внешней окружающей среды. В то же время получаемая при сбраживании газовая смесь, кроме метана может содержать и другие газы, например, сероводород.

**Материалы и методы.** Разработка конструкции биогазового реактора проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска. В расчетах по оценке влияния теплоизоляционных свойств стенки биогазового реактора на выбор мощности дополнительных источников теплоты были использованы результаты общего решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Предлагается конструкция реактора [6], которая обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность производства биогаза и органических удобрений за счет лопасть-мешалок, датчиков температуры, которые обеспечивают равномерное распределение твердой фазы субстрата по всему объему реактора, контроль температуры субстрата при сбраживании. Технологический результат достигается тем, что биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья содержит емкость, разделенную на камеры с устройствами перемешивания, теплоизоляционную защиту, нагревательные элементы и датчики температуры. Кроме того, биогазовая

установка оснащена устройством очистки биогаза для удаления сероводорода. Применение фильтра очистки позволяет удалить из биогаза углекислый газ и сероводород, благодаря чему доля метана в биогазе составляет 94-97%.

На основе решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [7] был проведен теоретический анализ для выбора мощности дополнительных источников теплоты. Для математической постановки задачи физическая модель биореактора представлялась в виде сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$ .

**Заключение (выводы).** Предлагается конструкция реактора, которая обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность производства биогаза и органических удобрений. На основе проведенных расчетов было установлено, что диаметр реактора не определяет величину мощности дополнительных источников теплоты в реакторе. Более значимо на величину мощности дополнительных источников теплоты в реакторе оказывает высота реактора. Она также существенно влияет на допустимый перепад температур. Следовательно, увеличение высоты сооружения потребует дополнительных энергозатрат для поддержания температурных режимов внутри реактора.

#### Список литературы

1. Зазуля А.Н. Основные направления использования биогаза в мире / А.Н. Зазуля, Н.А. Хребтов // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31–35.
2. Голуб Н.Б. Получение биогаза при очистке концентрированных сточных вод спиртзавода / Н.Б. Голуб, М.В. Потапова, М.В. Шинкарчук, А.А. Козловец // Альтернативная энергетика и экология. 2018. № 25-30. С. 51–59.
3. Садчиков А.В. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках / А.В. Садчиков, Н.Ф. Кокарев // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 90–93.
4. Садчиков А.В. Повышение качества метана, используемого для синтеза водорода / А.В. Садчиков // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 10-12. С. 45–54.
5. Салюк А.И. Метановая ферментация куриного помета при пониженной концентрации ингибиторов / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 4-6. С. 89–98.
6. Патент РФ195 674 .Биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья: патент РФ № 195 674: МПК C02F11/04 / Вендин С.В, Мамонтов А.Ю., Андреев А.Е. (RU) – № 2019137688, 21.11.2019. Оpubл. 03.02.2020.
7. Vendin S. On the solution of problems of transient heat conduction in layered media // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. T. 11. № 18. С. 12253–12258.

## К РАЗВИТИЮ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

**Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Энергетический сектор России переживает переходный период и претерпевает значительные структурные изменения, чтобы обеспечить всеобщий доступ к недорогим, надёжным, устойчивым и современным источникам энергии для всех. Ключевым моментом является преобразование энергетических систем путём интеграции различных традиционных и возобновляемых источников энергии в широком диапазоне мощностей [1].

Анализ показал, что во всем мире главным трендом энергополитики является переход с неэкологичных видов топлив на более чистые – возобновляемые источники энергии. Возобновляемая энергетика обеспечивает более четверти (26%) мирового производства электроэнергии. За последние 20 лет выработка электроэнергии на основе ВИЭ в мире выросла более чем в 10 раз, и на первом месте стоят солнечная и ветровая энергия. Благодаря комплексным политическим мерам, инвестициям в исследования и разработки нетрадиционной энергетики в странах Европы, США и т.д. технологии возобновляемой энергетики получили широкое распространение. Из-за технологического прорыва в данной области в этих странах в настоящее время наблюдается тенденция снижения стоимости электроэнергии, выработанной с помощью ВИЭ. Несмотря на мировой опыт, очевидные преимущества ВИЭ (неисчерпаемость энергоресурсов, экологическая чистота, отсутствие топливной составляющей в стоимости производимой энергии) и огромный потенциал их в России развитие нетрадиционной энергетики не получило здесь широкого распространения. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в стране составляет 0,2% [1].

Мировые и российские запасы традиционных высокоценных энергоносителей – нефти, природного газа, урана – близки к исчерпанию. Выбросы и сбросы загрязнений в окружающую среду превышают допустимые значения и могут вызвать необратимые планетарные кризисы. Неуклонно растут цены на энергоносители и соответственно тарифы на электрическую и тепловую энергию. Дефицит энергии не позволяет перейти к освоению новых обширных территорий, приходится отказываться от новых перспективных, но энергоёмких технологий в металлургической и химической промышленности. Растёт уровень энергопотребления в развивающихся странах [2].

В этих условиях базовая отрасль мирового народного хозяйства – энергетика – вынуждена осваивать нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Для их освоения ведутся систематические исследования окружающей природной среды с целью выявления и оценки возможностей использования ресурсов НВИЭ [2].

При этом быстрое развитие возобновляемых источников энергии позволит им уже к 2040 году обеспечивать 35-50% мирового производства электроэнергии и 19–25% всего энергопотребления [3].

Поэтому требуется изучение проблем развития альтернативной энергетики, использования и возможностей для поддержки ВИЭ в России [4–7].

Специалистам в области энергетики предстоят большие работы в области освоения НВИЭ и совершенствования методов энергосбережения, аккумулирования и вторичного использования энергии. Экономия энергии открывает не меньшие возможности, чем освоение новых её источников. В работах по освоению НВИЭ необходимо знание энергетического баланса, ресурсов энергоисточников, воды, земельных площадей, экологических показателей. Нужно учитывать капиталовложения, цены на сырье, расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание [2].

Несмотря на разнообразие технологий альтернативной энергетики, пока традиционные виды энергии играют ведущую роль. Альтернативные источники энергии будут являться дополнением к традиционной энергетике и занимать свою собственную нишу. При этом появление новых производителей, рост значимости нетрадиционных ресурсов углеводородов и ускоренное развитие возобновляемых источников энергии ведут к ужесточению конкуренции на ключевых мировых энергетических рынках.

#### Список литературы

1. Развитие альтернативной энергетики в мире и в России: возобновляемые источники энергии и их роль в обеспечении потребителей энергией. – URL: <https://eee-region.ru/article/6820/>.
2. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – URL: <https://studfile.net/preview/5762515/page:21/>.
3. Взгляд в будущее. – URL: [https://www.cdu.ru/tek\\_russia/issue/2019/9/654/](https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2019/9/654/).
4. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Суворцев В.А. Использование возобновляемых источников энергии в России // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. Ч. II. Воронеж : Воронежский ГАУ, 2018. С. 110–114. – EDN YUGDKP.
5. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Суворцев В.А. Нетрадиционные источники энергии в сельском хозяйстве // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (5 декабря 2018 г.). Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. С. 23–26. – EDN QMRIJD.
6. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Волошин А.Д. Энергетическая оценка технологий утилизации отходов животноводства // Проблемы и решения современной аграрной экономики : Материалы XXI Международной научно-производственной конференции, п. Майский, 23-24 мая 2017 года: в 2 т. Т. 1. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. С. 34. – EDN ZUNYIT.
7. Поддержка ВИЭ в России с 2024 года: возможности и перспективы новых инструментов. – URL: <https://eenergy.media/news/28135>.

## **ГИБКОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОРМОВ**

**Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технические средства являются инженерной основой технологий производства продукции животноводства, которая определяет экономическую эффективность их применения, качество выполнения работ и получаемой продукции, создаёт условия для реализации продуктивного потенциала используемых пород и типов животных и птицы [1].

В себестоимости животноводческой продукции корма составляют до 70%, что обуславливает её неконкурентоспособность [2]. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема создания высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и технических средств для производства кормов [3].

Теоретические исследования по разработке концепции малогабаритной гибкой технической системы для приготовления кормов в КФХ и ЛПХ основываются на анализе технологий, технологических процессов, конструктивно-технологических схем и рабочих органов технических средств по приготовлению кормов [4-6].

При этом отдельным этапом теоретических исследований целесообразно рассматривать анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов. Под гибкостью технической системы следует понимать свойство машины приспособляться к выполнению различных технологических процессов по приготовлению кормов. Под понятием гибкости подразумевается быстрая перенастраиваемость, адаптивность, приспособляемость, трансформируемость, мобильность и т.д.

Анализ гибкости технических средств по приготовлению кормов целесообразно проводить с учётом обобщения в этом направлении работ по гибким системам в сельском хозяйстве и промышленности.

Гибкую техническую систему по приготовлению кормов можно охарактеризовать как совокупность технических средств и связей между ними, реализующих преобразование изменяющегося плана заготовок или использования кормов. С другой стороны, под гибкостью технической системы по приготовлению кормов следует понимать специфическое свойство, характеризующееся реагированием и адаптацией к изменяющимся условиям работы и потребностям потребителей в кормах, а также скоростью реакции на адаптацию. Это свойство гибкой технической системы проявляется в адаптации на целесообразные технологические схемы из имеющегося технологического потенциала. В обобщённом виде под гибкостью машины понимается её свойство быстро и с минимальными трудовыми и материальными затратами адаптироваться на выполнение другого технологического процесса в пределах своего технологического потенциала.

Завершающим этапом теоретических исследований является разработка принципов создания гибкой технической системы по приготовлению кормов, которые имеют существенное влияние на дальнейший выбор и разработку рациональной конструктивно-технологической схемы малогабаритной гибкой технической системы по приготовлению кормов.

При разработке гибкой технической системы по приготовлению и использованию кормов наиболее целесообразен модульный принцип конструирования с созданием отдельных быстропереналаживаемых сменных модулей для выполнения или генерации целесообразных технологических процессов с минимизацией времени на их переналадку. При этом на ограниченной модульной основе можно получить большое количество конструктивно-технологических схем устройств. Определение из этого числа рациональной конструктивно-технологической схемы устройства представляет собой сложную и весьма трудоёмкую задачу.

Проведённые нами исследования, обобщения и конструкторские разработки позволили сформировать и сформулировать основные принципы и концепцию создания (разработки) гибкой технической системы, способной адаптироваться на выполнение целесообразных технологических процессов по приготовлению кормов.

#### Список литературы

1. Морозов Н.М. Направления технического прогресса в механизации и автоматизации животноводства и эффективность их применения. – URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/tos/arkhiv-zhurnala-besplatnyj-dostup/send/75-arkhiv-vypuskov-za-2022-god/1692-tekhnika-i-oborudovanie-dlya-sela-12-306-oktyabr-20222>.
2. Ерохин М.Н., Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Казанцев С.П. Структурно-технологическое моделирование процессов и функциональных систем в молочном скотоводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2007. Т. 17. № 1. С. 19–31.
3. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Ерохин М.Н. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике : научное издание. М. : Росинформагротех, 2011. 248 с.
4. Шаповалов В.И., Болоташвили З.У., Вольвак С.Ф., Лысенко И.Б. Разработка гибких систем – эффективный путь механизации сельскохозяйственного производства // Вісник Східноукраїнського державного університету. Луганськ : Вид-цтво СУДУ, 1996. № 1. С. 169–173.
5. Шаповалов В.И., Вольвак С.Ф., Болоташвили З.У. Разработка гибкого универсального малогабаритного кормоприготовительного агрегата ИУФ-1 // Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: Збірник наукових праць. – Кіровоград : КІСМ, 1997. С. 113–116.
6. Вольвак С.Ф. Построение расчетной модели функционирования гибкой системы для приготовления кормов // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2003. № 31 (43). С. 95–100.

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОМБИКОРМОВОГО АГРЕГАТА

**Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эффективность кормопроизводства – это результативность производственной деятельности в отрасли. Очевидно, производство кормов может считаться эффективным, если его объём покрывает потребности животноводства при минимальных затратах денежных средств, трудовых и материальных ресурсов на единицу полученной продукции [1].

В современных условиях ведения животноводства важное значение приобретает экономное расходование зерна, направляемого на фуражные цели. Наиболее рационально фуражное зерно используется в виде комбикормов, сбалансированных по протеину, аминокислотам и др. биологически активным веществам [2].

Комбикорм – это сложная однородная смесь кормовых средств (зерно, отруби, корма животного происхождения, минеральные добавки и др.) сбалансированных между собой [2].

Важным резервом остаётся повышение доли комбикормов в концентрированных кормах. По данным Всероссийского НИИ животноводства, 1 ц скормленных скоту полноценных комбикормов по сравнению с тем же количеством зерновой смеси позволяет получить дополнительно 25-30 кг молока, 3-4 кг мяса, 75-90 яиц [1].

Согласно данным А.И. Завражного использование в рационах животных комбикормов, сбалансированных по питательным веществам, позволяет получить повышение продуктивности животных на 10-12%, а при обогащении их биологически активными веществами (аминокислоты, микроэлементы, антибиотики и т.д.) продуктивность возрастает на 25-30% и более [3].

В настоящее время комбикормовая промышленность развивается по двум направлениям. Первое – наращивание мощностей крупных комбикормовых предприятий. Второе – разработка малогабаритных установок и цехов для приготовления комбикормов в условиях хозяйства из местного сырья с использованием покупных ингредиентов (БВД, премиксов). Данное направление на сегодняшний день является наиболее перспективным [4].

Производство комбикормов является очень энерго- и металлоёмким процессом, транспортировка от специализированных предприятий к местам потребления требует больших затрат топлива, вследствие чего их стоимость высокая. Изготовление комбикормов непосредственно в хозяйствах является одним из методов удешевления комбикормов и, как следствие, – продукции животноводства, благодаря влиянию следующих факторов. Во-первых, складываются условия, которые содействуют разработке разных рецептов комбикормов, которые отвечают структуре рационов кормления животных и птицы в зависимости от направления развития местной кормовой базы, продуктивности скота

и др. При этом также повышается качество комбикормов, лучше используются питательные свойства фуражного сырья, потому что потребление готовой продукции животными осуществляется сразу после её приготовления. Во-вторых, снижаются затраты на транспортировку, потому что мощности по производству комбикормов максимально приближены к потреблению. Поэтому для реализации преимуществ приготовления комбикормов собственными силами хозяйства нужны простые в эксплуатации, надёжные и сравнительно дешёвые дробильно-дозировочно-смесительные агрегаты и установки.

При этом наряду с модернизацией технологического и электросилового оборудования малогабаритных установок и технологических линий приготовления комбикормов, как показал опыт развития комбикормовой промышленности, чрезвычайно важной также является разработка систем автоматизации, базирующихся на современных принципах и средствах, которые должны заменить во многом несовершенные разработки на уровне компьютерных технологий (АСУТП).

Разработанная конструкция комбикормового агрегата [5-7] позволяет обеспечить эффективный процесс приготовления рассыпного комбикорма по заданному рецепту и получение однородного состава готового продукта за счёт непрерывного дозирования, измельчения и смешивания компонентов комбикорма, а также снижение его энергоёмкости и материалоёмкости при расширении универсальности. При этом планируется повышение качества свежизготовленного в условиях хозяйства комбикорма по сравнению с покупным и снижение себестоимости продукции на 25-30%.

#### Список литературы

1. Куатова А.А. Эффективность кормопроизводства и пути её повышения // NovaInfo, 2017. № 58. С. 124–129. – URL: <https://novainfo.ru/article/10603>.
2. Федоренко И.Я. Механизация производства комбикормов и амидоконцентратных добавок. – URL: <https://www.sinref.ru/razdel/04650raznoe/15/403119.htm>.
3. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. М. : Агропромиздат, 1990. 336 с.
4. Федоренко И.Я., Золотарев С.В. Переработка сельскохозяйственного сырья на малогабаритном оборудовании. Барнаул : Изд-во АГУ, 1998. 317 с.
5. Научные основы совершенствования технологических процессов и технических средств приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и птицы : монография / С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 193 с.
6. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий : монография / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий и др. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 475 с.
7. Патент № 2805301 С1 Российская Федерация, МПК А23N 17/00 (2006.01). Комбикормовый агрегат : № 2023112996 : заявл. 18.05.2023 : опубл. 13.10.2023; Бюл. № 29. 9 с. : ил. / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ**

**Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Животноводческий комплекс в отношении организации управления производственным процессом представляет собой сложную многоуровневую агробiotехническую систему, в которой технические и агробиологические звенья (элементы) в процессе производства вступают во взаимодействие между собой и внешней средой, то есть система принимает вид: «человек – машина – корм – животное – внешняя среда» [1].

С точки зрения системного подхода указанная система должна содержать следующие качественные признаки [1]:

- система является единственным комплексом взаимоувязанных подсистем: антропотехнической и агробиологической;
- каждая подсистема может рассматриваться, как система с несколькими элементами низшего порядка (свойство иерархичности);
- функционирование систем, подсистем и их элементов с внешней средой и функционирование в условиях воздействия случайных факторов;
- взаимодействующие элементы системы находятся в постоянном развитии;
- наличие интенсивных потоков информации и управления.

Взаимодействие элементов системы животноводческого комплекса показывает, что её эффективность зависит от чёткой работы поточных технологических линий [1]. Среди технологических процессов, влияющих на стоимость продукции животноводства, важное место занимает приготовление кормов, т.к. «в структуре себестоимости производства животноводческой продукции доля кормов составляет 70%» [2].

Авторы [2] считают, что «созданная за многие десятилетия научно-производственная база приоритетно реализуется на крупных животноводческих фермах и комплексах и практически не учитывает особенности малых ферм и частных подворий. Однако этот сектор экономики может дать быстрые темпы увеличения производства животноводческой продукции путём повышения качества приготовления кормов. Но использование разрозненных технических средств для частичного выполнения отдельных операций, высокая стоимость, производительность и энергоёмкость современных машин в условиях конкурентной борьбы не позволяет получить желаемые результаты в отрасли».

При этом авторы [2] отмечают, что «преодолеть эту проблему в короткие сроки возможно путём комплексного учёта условий предприятий малых форм хозяйствования, их кормовой базы и механизации основных операций техноло-

гического процесса приготовления кормов, обеспечивающих повышение показателей качества и ресурсосбережения».

Тогда при оценке факторов производственного обслуживания животных, влияющих на их продуктивность, при производстве продуктов животноводства на малых фермах, технологические линии приготовления кормов можно представить как подсистему, а главную задачу системного подхода в анализе технологических линий приготовления кормов как повышение их эффективности функционирования.

На основе проведённых нами исследований [3-6] считаем, что в отдельные подсистемы можно выделить: комплект машин для дозирования, измельчения и смешивания концентрированных кормов в единой конструкции и возможного их последующего гранулирования; человека, который управляет машинами в технологической линии приготовления кормов; животных, для групп которых приготавливаются корма; окружающую среду в помещениях, где машины, человек и животные функционируют. Таким образом, выявлены пять подсистем, которые осуществляют работу и обслуживают технологические линии приготовления кормов: человек – машины и оборудование – корма – животные – окружающая среда. Интегральное целое взаимодействия данных подсистем как биотехнической системы очевидно: человек, выполняющий функции оператора, при помощи машин технологической линии приготавливает корма и выдаёт их животным, находящимся в помещении с определённой окружающей средой. При этом своевременное кормление качественно приготовленными кормами влияет на продуктивность животных.

### Список литературы

1. Брагинец Н.В. Технологическое обоснование повышения эффективности процесса кормления животных и функционирования поточных линий раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01 / Брагинец Николай Владимирович. Мелитополь, 1983. 432 с.

2. Сысоев Д.П., Фролов В.Ю. Обоснование технологии приготовления кормов животным на малых фермах // *British Journal of Innovation in Science and Technology*. 2019. Т. 4. № 1. С. 25–32. EDN XYJVKN.

3. Научные основы совершенствования технологических процессов и технических средств приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и птицы : монография / С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 193 с. – ISBN 978-5-6047966-8-9. – EDN KJFAQR.

4. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий : монография / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий и др. Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 475 с. – ISBN 978-5-6046582-6-0. – EDN GBDDUR.

5. Theoretical studies of technological process of grinding stalked feed / S. Volvak, A. Pastukhov, D. Bakharev, A. Dobrickiy // *Engineering for Rural Development* : 20, Virtual, Jelgava, 26-28 мая 2021 года. – Jelgava, 2021. – P. 831–836. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF189. – EDN VLJUQR.

6. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Разработка конструкции шнекового гранулятора кормовых смесей на основе травяной муки для кормления кроликов // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2019. № 1 (21). С. 30–39. – EDN ZEJJUT.

## ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В УСТАНОВКАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Келасьев А.А.,<sup>1</sup> Вольников Е.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ПензГТУ», г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>МБОУ СОШ №36, г. Пенза, Россия

Во многих механических установках сельскохозяйственного используются электродвигатели с трансмиссиями. Выход из строя агрегата, оборудованного электродвигателем, может привести к непоправимым последствиям и финансовым потерям.

Основной задачей технических служб является обеспечение необходимого уровня надежности электродвигателей. Это достигается за счет выявления неисправностей на ранней стадии возникновения, что требует необходимости диагностики состояния двигателя в процессе его работы.

Неисправности электродвигателей могут возникать в результате износа и старения деталей двигателя или трансмиссии, а также при нарушении правил электротехнической эксплуатации. Цена и стоимость ремонта во многом зависит от своевременной установки причин, вызвавших неисправности электродвигателя.

Большинство предприятий используют в качестве систему планово-предупредительных ремонтов и испытаний при периодическом обслуживании оборудования. Недостаток метода – относительно большие сроки между испытаниями и ремонтами, не позволяющие выявлять повреждения на ранней стадии их развития. Здесь на помощь могут прийти информационные технологии [1].

Известен метод определения неисправностей механических частей установок на основе непрерывного контроля температуры [2].

Предлагается в качестве метода диагностики использовать специальный спектральный анализ полученного сигнала от электродвигателя, позволяющий с высокой степенью достоверности определять состояние различных элементов двигателя непосредственно на нем без отключения в электроците питания (управления).

Спектр-токовый анализ представляет собой процедуру, основанную на спектральном анализе тока и напряжения, снимаемых с клемм электродвигателя и их последующей обработкой с целью определения имеющихся неисправностей. В его основу положен анализ спектров модулей векторов Парка тока и напряжения [3].

Наличие электрических и механических повреждений вызывает изменение магнитного потока в воздушном зазоре электрической машины, что приводит к появлению гармоник тока, характерных для каждой неисправностей оборудования.

Гармоники, которые возникают в спектре тока, для каждого вида неисправностей, отличаются друг от друга.

Таким образом, выявляя в спектре тока характерные гармоник на соответствующей частоте мы можем определить наличия электрических и механических неисправностей в электродвигателе или приводе данного устройства.

С помощью датчиков тока и напряжения снимают показания напряжения и тока в трех фазах, потребляемых электродвигателем, в зависимости от времени.

С помощью АЦП записанные сигналы преобразуются в цифровую форму, а затем обрабатываются с помощью ЭВМ и формируются спектры модулей векторов Парка тока ( $PI$ ) и напряжения ( $PU$ ).

Если все линии в спектрах  $PI$  и  $PU$  совпадают, это означает, что электродвигатель исправен. При выявлении линий, присутствующих в спектре  $PI$  и отсутствующих в спектре  $PU$ , следует, что существуют неисправности в электродвигателе или агрегате в целом.

Для обнаружения неисправностей электродвигателя предварительно исследуются заведомо неисправные двигатели и выделяются характерные частоты, связанные с той или иной неисправностью.

Подобным способом, имея образцы спектров неисправностей на характерных частотах, возможно определять наличие межвитковых замыканий обмоток статора, повреждения подшипников, повышенный эксцентриситет ротора, дефекты передач, соединенных с электродвигателем, дефекты приводов (насосов, вентиляторов, компрессоров) и др. повреждений.

Кроме предложенного минимального набора технических средств система диагностики может быть выполнена с применением нейронных сетей. Нейронные сети являются мощным средством, позволяющие осуществлять распознавания сигналов, их обработку. Возможность обучения нейронной сети дает возможность создавать прогнозируемые системы диагностики электродвигателей.

Таким образом, для предприятий, осуществляющих эксплуатацию, сервисное обслуживание и ремонт электродвигателей, применение данного метода позволяет в полной мере реализовать технологию обслуживания оборудования по фактическому состоянию, что позволит снизить до минимума ущерб предприятия от непредвиденных отказов оборудования за счет раннего диагностирования скрытых дефектов и контроля развития повреждений.

#### Список литературы

1. Вольников М.И., Волкова Е.М., Алырев С.А. Информационные технологии при изучении физики в вузе // Современные информационные технологии. 2011. № 13. С. 139–141.
2. Тимашов Е.П., Серегин А.А. Регистратор неисправности агрегатов трансмиссии // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 87–94.
3. Петухов В.С. Диагностика электродвигателей. Спектральный анализ модулей векторов парка тока и напряжения // Новости электротехники. 2008. № 1. С.32–37.

## ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Макаревич А.А., Прудников А.Ю.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

Асинхронные двигатели широко используются в электроприводах различных технологических процессов. При этом в сельском хозяйстве, за редким исключением, асинхронные двигатели применяются повсеместно [1-3]. Это обусловлено достаточными технико-экономическими показателями этих машин. Однако, срок службы асинхронных двигателей на предприятиях агропромышленного комплекса значительно ниже, чем заявлено производителем. Это обусловлено множеством факторов, в том числе изменением параметров питающей сети, агрессивной средой и внешними воздействиями [4]. Для повышения эксплуатационной надежности двигателей необходимо осуществление ряда мероприятий, в том числе анализ, совершенствование и разработка методов контроля их состояния [5].

Достаточно распространенной неисправностью асинхронных двигателей является дефект подшипника, например увеличенный радиальный зазор [6]. Это может быть обусловлено абразивным износом, старением смазки, попаданием влаги, коррозией и т.п. При этом трение в подшипнике увеличивается, снижается КПД двигателя. С возникновением неисправности в подшипнике при его дальнейшей эксплуатации он начинает нагреваться, при этом температуру подшипника, вероятно, можно использовать как диагностический параметр при контроле его состояния.

Тепловизионная диагностика является одним из важных направлений развития в системе технической диагностики. Этот метод позволяет наблюдать за состоянием различных оборудований и сооружений, а также обнаруживать дефекты на ранних стадиях их развития. Тепловизионная диагностика является надежным, информативным, экономическим и удобным способом [7]. Применение тепловизионной диагностики также открывает новые возможности для изучения тепловых процессов в электрических машинах.

Для разработки модели для описания процесса нагрева двигателя может быть использована теория, основанная на идее двух коаксиальных цилиндров. Такое представление оказалось более точным, чем модель, в которой двигатель рассматривается как однородное нагревающееся тело. Внешний цилиндр моделирует массу железа машины, в то время как внутренний цилиндр изображает обмотки статора. Важным фактором в теплопередаче между медью и сталью является коэффициент  $A_{12}$ , отражающий термическое сопротивление изоляции. Для упрощенного описания данной модели могут быть использованы следующие уравнения:

$$\Delta P_M = A_{12} \cdot (\Delta\theta_M - \Delta\theta_{ст}) + A_1 \cdot \Delta\theta_M + C_1 \cdot \frac{d\theta_M}{dt}$$

$$\Delta P_{\text{ст}} = A_2 \cdot \Delta \theta_{\text{ст}} - A_{12} \cdot (\Delta \theta_{\text{м}} - \Delta \theta_{\text{ст}}) + C_2 \cdot \frac{d\theta_{\text{ст}}}{dt}$$

где  $A_1, A_2$  – коэффициенты, учитывающие термическое сопротивление меди и стали соответственно;

$\Delta \theta_{\text{м}}, \Delta \theta_{\text{ст}}$  – превышение температуры меди и стали соответственно над температурой окружающей среды;

$C_1, C_2$  – теплоемкости соответственно меди и стали.

Решение вышеприведенных выражений позволит описать процессы нагрева и охлаждения асинхронного двигателя, обусловленные в том числе и нагревом подшипника.

Периодическое превышение предельных температур может существенно сократить срок службы двигателя. Высокая температура способствует старению изоляции проводов и компонентов, что приводит к потенциальным повреждениям и сбоям. Также, при повышенной температуре, эффективность работы двигателя снижается. Это приводит к увеличению энергопотребления и снижению производительности системы.

#### Список литературы

1. Боннет Я.В. Особенности эксплуатации электродвигателей на птицефабрике / Я.В. Боннет, А.Ю. Логинов, А.Ю. Прудников // Актуальные вопросы аграрной науки. 2023. № 47. С. 8–17. – DOI 10.51215/2411-6483-2023-(2)47-8-17.
2. Амплитуда колебаний частоты вращения ротора как параметр оценки эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова [и др.] // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2016. № 10. С. 70–73.
3. Войтенко В.С. Схема блока управления вентиляцией помещения / В.С. Войтенко, С.В. Вендин // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. Том 2. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. С. 208.
4. Ерошенко Г.П. Особенности работы электропривода при случайном характере внешних воздействий / Г.П. Ерошенко, С.М. Бакиров // Аграрный научный журнал. 2015. № 7. С. 45–47.
5. Вендин С.В. Мероприятия повышения надежности оборудования автоматизированного технологического управления в электросетевом комплексе / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, Н.О. Шаршуков // Надежность. 2017. Т. 17. № 1 (60). С. 11–16.
6. Некрасов А.А. Оценка остаточного ресурса электрооборудования по физическим характеристикам / А.И. Некрасов, А.А. Некрасов, П.Н. Подобедов, И.М. Довлатов // Вестник аграрной науки Дона. 2018. Т. 1. № 41. С. 5–11.
7. Применение тепловизора в энергетическом машиностроении / В.В. Бирюк, С.Г. Матвеев, М.Ю. Орлов, Г.Г. Панкова. – Самара : Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2007. 95 с. – ISBN 978-5-7883-0677-3.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН РАСТЕНИЙ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА**

**Малахов А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Факторы физической природы (магнитные и электрические поля, лазерная стимуляция и др.) используют, чтобы стимулировать семена непосредственно перед посевом. Это дает нам такие преимущества как увеличение процента всхожести, повышение энергии прорастания семян, а также в значительной степени это позволяет нам увеличить количество полученного урожая.

При выращивании продукции растениеводства в современных условиях основной интерес представляет изучение возможности повышения продуктивности семян. Для наращивания производительности растениеводства используют разные виды предпосевной обработки семян. В соответствии с поставленной целью это может быть обработка химическими и биологическими препаратами, в том числе и различные виды физических воздействий [1-3].

К физическим методам воздействия для предпосевной обработки семян относят микроволновое излучение, магнитное поле, «холодную» (низкотемпературную) плазму, ультрафиолетовое излучение, ионизирующие излучения, ультразвук и импульсное электрическое поле. Стимулирующее действие таких методов обработки семян перед посевом зависит от параметров и режимов, таких как мощность излучения, его суммарная доза, частота и напряженность поля. Вместе с тем эффективность физического воздействия зависит и от свойств самого семени, например, от вида растения, сорта, длительности хранения, сложности внутреннего строения и прочности оболочки [4, 5].

Использование биофизических методов обработки позволяет достигать определенные положительные результаты без оказания негативного воздействия на конечный продукт и окружающую среду (при химическом методе обработки – накопление пестицидов в почве, воде и продуктах питания). Например, обработка СВЧ-аргон плазмой в различных экспозициях (1x60с, 1x120с и др.) для стимуляции продуктивности семян позволяет одновременно и получить прибавку к биологической урожайности порядка 1 т/га и является экологически безопасным методом обработки [5].

Высокую эффективность в экспериментах показывает и обработка семян СВЧ энергией. При данной обработке отмечается значительное улучшение посевных качеств семян, в оздоровлении их от комплекса фитопатогенных различной этиологии. Выявлено, что при обработке электромагнитным полем СВЧ также сохраняются и качественные показатели [6].

При использовании биофизических методов обработки семян необходимо определять приоритет конечной цели обработки и помнить о балансе между

снижением заболеваемости, количестве патогенов и возможном снижении посевных и урожайных свойств семян.

#### Список литературы

1. Вендин С.В. Исследование влияния различных способов предпосевной обработки на проращивание зерна пшеницы и ячменя [Текст] / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 15–30.

2. Вендин С.В. Перспективы использования УФ обработки семян при проращивании зерна на корм животным / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // В сборнике: наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 498–502.

3. Малахов А.Н., Вендин С.В. Биофизические аспекты применения ЭМП СВЧ для предпосевной обработки семян // В сборнике: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. Майский, 2022. С. 28–30.

4. Бахчевников О.Н., Брагинец А.В., Нозимов К.Ш. Перспективные физические методы стимулирования прорастания семян (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 56–66.

5. Гретченко А.Е. Влияние низкотемпературной СВЧ-аргон плазмы на продуктивность среднеспелого сорта сои невеста // В сборнике: Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. материалы всероссийской научно-практической конференции. Благовещенск, 2023. С. 22–28.

6. Пылаев М.А. Устройства для обеззараживания сыпучих материалов в электромагнитном поле СВЧ / М.А. Пылаев, А.Б. Мукменов, Е.С. Сёмина // В сборнике: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2022. Сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2022. С. 121–125.

## СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗЛУЧАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Ульянцев Ю.Н.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Солнце передает свою энергию на Землю с помощью электромагнитных волн. Все виды электромагнитного излучения имеют одинаковую природу и различаются лишь длиной волны. Все живое находится под влиянием инфракрасного излучения. Эта энергия нагревает не воздух, а предметы, которые затем уже отдают тепло воздуху. ИК-излучение называют также тепловым. При этом любое тело, температура которого отлична от абсолютного нуля, испускает энергию, обусловленную нагревом тела. Инфракрасные лучи недоступны невооруженному взору, но ощущаемы кожей как тепло. В общем спектре инфракрасного излучения выделяют (ИК) область излучения ближней ИК-области ( $\lambda=0,76-1,5$  мкм); средней (1,5-10 мкм) и дальней (10-1000 мкм). При температурах до 1800°C основная доля мощности излучения приходится на инфракрасную область спектра, не видимую глазом человека [1].

Кроме температуры, излучение зависит от природы тела, состояния поверхности, а для газов – также от толщины слоя и давления. При исследовании процессов теплообмена между нагретыми телами, а также при создании теплотехнического оборудования важное значение имеют свойства теплообменных поверхностей, как с позиций максимальной эффективности передачи теплоты от одного объекта к другому, так и при изоляции лучистого потока [2].

Различают поверхности, по-разному воспринимающие ИК излучение. Если инфракрасные излучатели облучают предмет, еще не значит, что его поверхность данное излучение поглощает. Он может так же отражать, поглощать или пропускать лучи без потерь. Практически всегда облучаемый предмет поглощает часть этого облучения, часть отражает и часть пропускает.

Большинство встречающихся в природе и технике тел имеют значительную поглощательную и излучательную способности. Однако в процессах лучистого теплообмена участвуют лишь тонкие поверхностные слои. Так, например, для металлов толщина этого слоя составляет примерно один микрон, для большинства остальных тел – около 1,3 мм. Поэтому применительно к твердым телам и жидкостям тепловое излучение можно рассматривать как поверхностное явление.

Главные свойства ИК-лучей это поглощение и дальнейший нагрев тел. Принцип передачи тепла инфракрасными обогревателями отличается от принципов конвекции или теплопроводности. В устройство инфракрасных обогревателей входят излучатель и отражатель. Такие нагреватели имеют высокий КПД, их эффективность не зависит от сквозняков и даже ветра. Это экологичные обогреватели, не выжигающие кислород из воздуха, не испускающие неприятных запахов, не выделяющие никаких продуктов горения. Они универсальны, устанавливаются практически где угодно.

При расчетах лучистого теплообмена между телами большое значение имеет результирующее излучение, представляющее собой разность между лучистым потоком, получаемым телом, и лучистым потоком, который оно испускает в окружающее пространство. Часто теплотехнические расчеты ведут на основе допущения излучения серых тел, имеющих непрерывный спектр излучения. Такое допущение упрощает решение многих теплотехнических задач, которые без него были бы неразрешимы. Собственное излучение большей части поверхностей, участвующих в теплообмене, действительно близко к серому, за исключением газов, излучение которых сугубо селективное. Для определенной длины волны отражательная, пропускательная, поглощательная способности тел характеризуют спектральные коэффициенты поглощения  $A_\lambda$ , отражения  $R_\lambda$  и пропускания  $D_\lambda$  [3].

Указанные физические предпосылки позволяют экспериментально оценить свойства теплоизлучающих поверхностей, а также оценить эффективность инфракрасных обогревателей.

#### Список литературы

1. Блох А.Г., Журавлев Ю.А., Рыжков Л.Н. Теплообмен излучением. Справочник. – М. : Энергоатомиздат, 1991. 431 с.
2. Теория тепломассообмена. М., Энергия, 1984. 468 с.
3. Ульяновцев Ю.Н., Вендин С.В. Оценка свойств теплоизлучающих поверхностей // Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года): в 2 т. Том 1. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 181–183.

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ МАЗ-6501 ПОД ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

**Хохлов Е.А., Русских В.В.**

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Несмотря на постоянно проводимую профилактическую работу службами охраны труда и органами Госэнергонадзора, происходят несчастные случаи с использованием грузоподъемной и уборочной техники при производстве строительных, сельскохозяйственных и других работ в охранной зоне линий электропередачи (ЛЭП).

При контакте кузова с нижним проводом ЛЭП ток по корпусу автомобиля стремится утекать в землю и ввиду недостаточных изолирующих свойств покрышек, происходит их пробой и последующее возгорание. В результате водитель стремится покинуть кабину транспортного средства (ТС) и зачастую получает электротравму от возникающего шагового напряжения [1].

Согласно собранной статистике [2] зафиксировано 7 несчастных случаев, связанных с задеванием проводов ЛЭП поднятым кузовом самосвала с вышеописанными вытекающими.

Для предотвращения подобных случаев предлагается оснащение ТС устройством, сигнализирующим о приближении к ЛЭП с автоматической блокировкой подъема кузова типа СПВЛ с подачей предупредительного звукового сигнала при любом подъеме кузова за пределами опасной зоны.

Конструктивно сигнализатор выполнен в виде двух составных частей: исполнительного блока и антенны.

Исполнительный блок выполнен в металлическом корпусе, на лицевой панели которого расположены:

- световой индикатор, сигнализирующий о срабатывании защиты при замыканиях в цепи подъема;
- кнопка проверки;
- кнопка деблокировки подъема кузова.

Внутри корпуса исполнительного блока размещена плата с радиоэлементами. Электрический жгут и массовый провод, предназначены для подключения сигнализатора к электрической цепи управления подъемом кузова. Антенна выполнена в виде штыря, закрепленного на изоляционном основании. Крепление антенны осуществляется на поручне над ветровым стеклом автомобиля, которая соединяется с исполнительным блоком при помощи антенного ввода.

Подключение устройства осуществляется в бортовую сеть ТС с питающим напряжением 24 В и дистанционным управлением подъемом и опусканием кузова. Жгут проводов, поставляемый в комплекте с сигнализатором, предусматривает все необходимые для этого выводы – провод «массы», подключаемый на кузов автомобиля, провод для подачи питания от замка зажигания или блока

предохранителей автомобиля, пара проводов для подключения в разрыв цепи переключателя подъема кузова.

Предусматривается два режима работы устройства: непосредственно в опасной зоне ЛЭП, а также за ее пределами.

Рассмотрим работу сигнализатора при попытке подъема кузова вблизи опасной зоны. При нахождении автомобиля вблизи ЛЭП, антенной улавливаются электромагнитные волны частотой 50 Гц, уровень которых достаточен для срабатывания входного каскада. Вследствие этого на его выходе появляется напряжение. При этом выходной орган запирается. При переводе переключателя управления в положение «Подъем» напряжение на провод не подается (подъем кузова заблокирован), срабатывает блок сигнализации и выдается аварийный звуковой сигнал.

Теперь о работе сигнализатора за пределами опасной зоны. В исходном состоянии переключатель управления кузовом находится в нейтральном положении. Напряжение 24 В бортовой сети автомобиля подается на элементы входного каскада. Вследствие того, что электромагнитное поле от ЛЭП отсутствует или ниже чувствительности сигнализатора, на выходе каскада напряжение отсутствует. При переводе переключателя в положение «Подъем» напряжение через провод поступает на выходной орган, который оказывается открытым (механизм поднятия кузова активен). Кроме этого, получает питание блок сигнализации, который подает предупредительный сигнал. Через 2 с после перевода переключателя в положение «Подъем» специальное устройство блокирует работу входного каскада. Поэтому, если во время подъема появится какая-либо помеха (грозовой разряд, рядом проходящий грузовик и т.п.), то ее влияние на подъем кузова оказываться не будет. После подъема кузова ТС переключатель управления переводится в нейтральное положение. Звучание сигнала при этом прекращается [3].

Применение устройств, сигнализирующих приближение к ЛЭП, позволит сократить количество несчастных случаев при проведении работ и материальные затраты на ремонт техники.

#### Список литературы

1. Хохлов Е.А. Об актуальности повышения производственной безопасности при эксплуатации автомобиля МАЗ 6501 в зоне линий электропередачи. Е.А. Хохлов, В.В. Русских, Г.И. Белохвостов // обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества: материалы международной студенческой научно-практической конференции / редкол.: В.Н. Босак (гл. редактор) [и др.]. Горки : БГСХА, 2024 С. 221–223.
2. Андруш В.Г. Производственная безопасность в АПК. Лабораторный практикум : учебное пособие / В.Г. Андруш, Т.П. Кот, О.В. Абметко. Минск :БГАТУ, 2019. 308 с.
3. Сигнализатор приближения автосамосвала к линии электропередачи СПВЛ УХЛ-4 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nppelekor.ru/assets/files/spvl.pdf>. Дата доступа: 19.05.2024.

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК

УДК 621.38

## СПИНТРОНИКА – ЭЛЕКТРОНИКА БУДУЩЕГО

Акупиян А.Н.

ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Согласно закону Мура, количество элементов микросхем должно удваивать каждые два года и, соответственно, должна удваиваться производительность микропроцессоров. Но на современном этапе при разработке микропроцессорной техники возник ряд существенных проблем.

Повышение производительности микропроцессоров ведет к увеличению тепловыделения. Уменьшение размеров и увеличение скорости работы процессора приводят к увеличению плотности тепловыделения, что требует эффективных систем охлаждения. С ростом числа транзисторов на кристалле увеличивается их потребление энергии. Это ставит под угрозу длительное использование устройств от батарей или приводит к повышенному энергопотреблению устройств, подключенных к сети [1]. При высоких плотностях тока в микропроцессорах происходит миграция атомов материала, что может привести к выходу из строя элементов. В связи с уменьшением размеров элементов микропроцессоров они становятся более чувствительными к электростатическим разрядам, что может привести к выходу из строя. При уменьшении размеров элементов микропроцессоров становятся заметными квантовые эффекты, такие как туннелирование электронов, что может привести к нежелательным эффектам.

Возможным направлением в решении возникших проблем в развитии микропроцессорной электроники может стать развитие спинтроники, одним из наиболее перспективных направлений в области наноэлектроники. Спинтроника – эта область физики твердого тела изучает собственное вращение электрона и связанный с ним магнитный момент [2]. В отличие от обычной электроники, спинтроника использует не только заряд электрона, но и его спин, что позволяет расширить возможности управления данными. Устройства на основе спинтроники могут быть эффективно использованы для хранения и передачи информации. Они представляют особый интерес для развития нейроморфных и квантовых вычислений.

В спинтронных устройствах процессы вычислений и хранения информации осуществляются с использованием физических принципов, отличных от традиционной электроники. В соответствии с принципом Паули, спин электрона на одной орбитали атома может находиться в одном из двух состояний: со спином «вверх» или «вниз» [3]. В состоянии «вверх» ориентация спина сонаправлена с осью квантования магнитного материала, а в состоянии «вниз» спиновый вектор направлен противоположно этой оси. Электрон может служить естественным носителем двоичной информации. Магнитное поле или поток свободных электронов, имеющих собственный магнитный момент, изменяют

поляризацию спинов электронов на внутренних оболочках атомов материала. Таким образом, отдельные биты информации записываются в магнитном состоянии структуры (1 – когда большинство электронов со спином «вверх», 0 – когда большинство электронов со спином «вниз»).

Этот тип записи данных не требует внешнего питания, поэтому концепция привлекательна для развития твердотельной памяти нового поколения. С развитием спинтроники появляются новые типы запоминающих и логических устройств: энергонезависимая оперативная память (STT-MRAM), нейроморфные системы и спиновые транзисторы. Они не требуют энергии и работают быстрее традиционных полупроводниковых аналогов. Благодаря возможности масштабирования спинтронных структур размер устройств на их основе может быть радикально уменьшен. Так, в запоминающий чип размером менее сантиметра можно поместить информацию объемом, соответствующим библиотечному архиву.

#### Список литературы

1. Акупиан А.Н. Анализ методов накопления и сохранения энергии / А.Н. Акупиан // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. С. 31–34. – EDN CMBXEF.
2. Акупиан А.Н. Квантовая физика, физика атома и атомного ядра, радиоактивность, элементарные частицы: Лекции по физике / А.Н. Акупиан. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. 58 с. – EDN TYTAXJ.
3. Акупиан А.Н. Физика : Учебное пособие для студентов специальности 020803.65 – Биоэкология / А.Н. Акупиан. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. 90 с. – EDN TYTBAL.

## **СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ**

**Боровская А.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Системы интеллектуальной поддержки принятия решений играют важную роль в управлении проектами, обеспечивая эффективное планирование, управление рисками и принятие стратегических решений, что способствует успешной реализации проектов и достижению их целей [1].

Какие конкретно функции выполняют системы интеллектуальной поддержки принятия решений в управлении проектами. В первую очередь это планирование проекта. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений предоставляют инструменты для создания подробных планов проекта, включая определение целей, задач, майлстоунов, дедлайнов и зависимостей между задачами [2]. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений позволяют определить необходимые ресурсы для каждой задачи проекта, а также распределить их эффективно с учетом их доступности и приоритетности задач. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений позволяют проводить анализ критического пути и оптимизировать временные рамки проекта для достижения максимальной эффективности.

Следующая функция – управление рисками: идентификация рисков; анализ рисков; мониторинг и контроль рисков. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений помогают идентифицировать потенциальные риски проекта, а также оценить их вероятность возникновения и потенциальные последствия для проекта. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений предоставляют инструменты для качественного и количественного анализа рисков, что позволяет оценить их влияние на проект и разработать стратегии по их управлению. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений позволяют отслеживать риски проекта в реальном времени, предупреждать о возможных угрозах и принимать меры по их предотвращению или минимизации.

Еще одна немаловажная функция – мониторинг и контроль проекта. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений предоставляют инструменты для отслеживания выполнения задач проекта, контроля затрат и расходов ресурсов, а также мониторинга ключевых показателей производительности. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений предупреждают о возможных отклонениях от плана и предоставляют информацию для принятия мер по их коррекции, что позволяет минимизировать риски и улучшить успех проекта [3, 4].

Ну и наконец – принятие решений. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений предоставляют аналитические инструменты и моделирование данных для поддержки принятия стратегических решений. Они позволяют анализировать различные сценарии развития проекта и оценивать их потенци-

альное влияние на его результаты. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений позволяют проводить сценарный анализ, оптимизировать распределение ресурсов и выбирать наилучшие стратегии для достижения целей проекта.

В итоге происходит оптимизация процессов управления проектом, то есть автоматизация рутинных задачи улучшение качества принимаемых решений. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений автоматизируют рутинные задачи управления проектом, что позволяет уменьшить человеческий фактор и повысить эффективность работы. Системы интеллектуальной поддержки принятия решений используют данные о прошлых проектах и лучшие практики для оптимизации процессов управления проектом и повышения качества принимаемых решений.

### Список литературы

1. Decision support in the management of multi-stage regional environmental projects / V.A. Lomazov, A.V. Lomazov, O.S. Akupiyani [et al.] // International Conference on Digital Transformation: Informatics, Economics, and Education, Fergana, 20-22 марта 2023 года. Vol. 12637. Fergana : SPIE, 2023. P. 126370. – DOI 10.1117/12.2680867.
2. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиан, Д.П. Кравченко [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 236 с. – ISBN 978-5-6047965-8-0. – EDN IODIZQ.
3. Поддержка принятия решений при управлении переподготовкой и повышением квалификации работников инновационных предприятий / Д.Ю. Евсюков, Д.Н. Клесов, В.А. Ломазов, Т.В. Гостищева // Перспективы науки. 2023. № 4 (163). С. 24–27. – EDN VADBSQ.
4. Тюхин М.В. Поддержка принятия решений по выбору стратегии на рынке цифровых технологий / М.В. Тюхин, В.А. Ломазов, Е.В. Нестерова // Инженерный вестник Дона. 2023. № 2 (98). С. 148–155. – EDN IKYJZT.

## **МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ВАРИАНТОВ АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

**Вендин А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время в крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ) все более широко используются современные инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, что предполагает увеличение использования различного рода оборудования и рост потребления электроэнергии [1]. Актуальными становятся задачи управления ресурсами КФХ, которые могут быть эффективно решены с использованием цифровых технологий [2, 3].

Спецификой КФХ является сравнительная удаленность производственных помещений от населенных пунктов, что делает целесообразным использование автономной (малой, локальной, распределенной) энергетики. Выбор типа и генерируемой мощности источников генерации во многом определяющих возможные решения (альтернативы) по электрификации КФХ, зависят от конкретных условий реализации КФХ своей производственной деятельности и может быть осуществлен с использованием методов поддержки принятия решений на основе обработки экспертных суждений [4].

Целью проводимого в работе анализа существующих методов многокритериального выбора является определение наиболее подходящего метода при проектировании системы электрификации КФХ. Рассмотрим ряд методов, которые потенциально могут быть применены для решения поставленной задачи.

Метод главного критерия предполагает сведение задачи многокритериального выбора к однокритериальному [5]. Один из рассматриваемых критериев выбирается в качестве основного критерия, а все остальные критерии преобразуются в ограничения. К преимуществам метода можно отнести простоту интерпретации результатов. Среди недостатков можно выделить возможность получения сильного упрощения структуры рассматриваемой задачи, вероятность получения неэффективного решения.

В методе лексикографического перебора критерии задачи упорядочены по степени относительной важности. На первом этапе выделяются решения, имеющие максимальное значение по важнейшему критерию, и, если решение единственно, оно считается оптимальным. Если найдено множество решений, то среди них выбирают те, которые имеют максимальную оценку по следующему критерию, и т.д. Среди недостатков метода выделяют необходимость полной упорядоченности критериев, выбор решения только по одному критерию.

В основу метода последовательных уступок положено требование расположения критериев по значимости. В начале определяется максимальное значение первого по важности критерия. Затем назначается величина допустимого отклонения критерия и ищется максимальное значение последующего. Досто-

инством метода является то, что известна цена уступки. Существенным недостатком метода последовательных уступок является вероятность получения неоптимального решения по Парето.

Из-за взаимодействий и зависимостей между элементами разных уровней в задачах принятия решений, структуру таких задач не всегда можно представить в иерархическом виде [6, 7]. В таких задачах возникают обратные связи между основными элементами. Для решения таких задач используется метод аналитических сетей (МАС). В сетевых структурах часто возникают циклы и бесконечные маршруты из-за наличия обратных связей в исходных задачах, что требует проведения вычислений с высокой точностью. В том случае, если исходную задачу можно представить в иерархическом виде, вместо МАС нужно использовать метода аналитических сетей (МАИ), который сводит решение задачи к линейному виду.

На основе существующих методов многокритериального выбора можно сделать вывод о том, что с учетом специфики решаемой задачи наиболее предпочтительным является использование МАС, что, однако, требует предварительного построения аналитической сети.

#### Список литературы

1. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства / А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов [и др.]. Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2017. 66 с.
2. Миронов А.Л. Задачи информационного менеджмента в фермерских хозяйствах // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28-29 мая 2018 года. Том 2. Майский : БелГАУ, 2018. С. 201–203.
3. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. Белгород : БУКЭП, 2017. 99 с.
4. Ломазов В.А., Прокушев Я.Е. Решение задачи экономического многокритериального выбора на основе метода анализа иерархий // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2010. № 7 (78). С. 128-131.
5. Теория принятия решений. Задачи и методы исследования операций и принятия решений : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов «Информатика и вычислит. Техника» / А.Л. Гольдштейн ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. гос. техн. ун-т. Пермь : Перм. гос. техн. ун-т, 2004 (ОЦНИТ Перм. гос. техн. ун-та). – 360 с.
6. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. : Радио и связь, 1989. 316 с.
7. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М. : ЛКИ, 2008. 360 с.

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК НА ОСНОВЕ АППАРАТА СЕТЕЙ ПЕТРИ**

**Вохменов С.В., Костева А.В., Ломазова В.И.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия  
ФГАОУ НИУ «БелГУ» г. Белгород, Россия

Инновационное развитие агропромышленного комплекса (АПК) невозможно без повышения эффективности организационно-технологических процессов за счет применения современных цифровых технологий [1, 2].

Одним из перспективных инструментов изучения и совершенствования организационно-технологических процессов является их информационное моделирование [3], позволяющее путем проведения имитационных вычислительных экспериментов (значительно менее затратных по сравнению с реальными экспериментами) исследовать влияние тех или иных факторов на конечный результат, которым является общее повышение эффективности сельскохозяйственного производства [4].

В настоящее время в качестве инструментария имитационного моделирования все большее распространение получает методологический аппарат сетей Петри [5].

Рассмотрим (в качестве примера) его применение для решения задачи имитационного моделирования организационных процессов в ветеринарной лаборатории животноводческого предприятия, где своевременность получения и соблюдение условий хранения ветпрепаратов оказывает большое влияние на качество эффективность животных, а значит и на объем и качества производства мясной и молочной продукции [6].

Основными компонентами сети Петри, моделирующей процесс закупки ветпрепаратов, являются процессы:

P1 – Формирование запроса по закупке.

P2 – Обработка запроса поставщиком.

P3 – Обработка запроса поставщиком.

P4 – Обработка запроса поставщиком.

P5 – Ответ поставщика о имеющем товаре на складе.

P6 – Ответ поставщика об отсутствии товара на складе.

P7 – Оплата.

P8 – Поступление товара на склад и переходы:

T1 – Передача данных поставщику (P1 → P2, P3, P4).

T2 – Формирование запроса от поставщика (P2, P3, P4 → P5, P6).

T3 – Заключение договора по закупке (P5 → P7).

T4 – Поставка товара (P7 → P8).

Будем полагать, что начальная маркировка сети имеет вид:

$$M_0 = \{1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$$

что соответствует исходному состоянию организационно-технологической системы, характеризуемому наличием запроса относительно закупки.

В рамках формализма сетей Петри процесс заказа ветпрепаратов может быть представлен в виде следующей цепочки состояний:

$$\begin{aligned} M_0 = \{1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\} - (T1) \rightarrow \{0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0\} - \\ - (T2) \rightarrow \{0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0\} - (T3) \rightarrow \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0\} - \\ - (T4) \rightarrow \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1\} = M_k \end{aligned}$$

Завершающее состояние исследуемой организационно-технологической системы (маркировка  $M_k = \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1\}$ ) соответствует поступлению ветпрепарата на склад. Тем самым прослежена цепочка состояний, начиная от заказа до получения ветпрепарата.

Построенная сеть Петри является упрощенной моделью имитирующей процесс закупки ветпрепаратов. Учет дополнительных факторов и соответствующих изменений организационных процессов требует построение более сложной сети Петри, при исследовании поведенческих могут быть выявлены дедлоки (тупики), заикливания и другие дефекты системы процессов.

Использование аппарата Сетей Петри, как одного из подходов при имитационном моделировании организационно-технологических процессов в АПК, может способствовать повышению научной обоснованности принимаемых решений при управлении производственной деятельностью на предприятиях АПК.

#### Список литературы

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д.П. Кравченко [и др.]. Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. 236 с.
2. Анализ и синтез моделей инновационных агропроцессов : (подходы, модели, программная реализация) / В.А. Ломазов, Д.А. Петросов, А.И. Добрунова [и др.]. Белгород : БелГАУ им.В.Я. Горина, 2021. 193 с.
3. Ломазов В.А., Ломазова В.И. Информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов // Успехи современного естествознания. 2015. № 1-2. С. 337–338.
4. Ломазов В.А., Петросов Д.А. Применение имитационного моделирования при поиске проектного решения для многоуровневых логистических агропроизводственных систем с заданным поведением / Современные тенденции в сельском хозяйстве. Казань : ИП Синяев Д.Н., 2013. С. 129–131.
5. Модели и методы интеллектуального структурно-параметрического синтеза агротехнологических процессов / Д.А. Петросов, А.И. Добрунова, В.А. Ломазов [и др.]. Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2020. 193 с.
6. Фармакологические и физические факторы повышения иммунитета, сохранности, рентабельности производства и качества продукции в птицеводстве / Н.П. Зуев, С.В. Наумова, В.Ю. Оскольская [и др.]. Белгород, Воронеж : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. 447 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИНСТРУМЕНТА ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Галат В.А., Миронов А.Л.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Задачи принятия проектных решений при строительстве животноводческих комплексов включают в себя анализ экологических угроз их строительства и эксплуатации для региона, а также выбор наиболее безопасного размещения объекта АПК. Угроза экологической безопасности объектов и процессов обращения с отходами объектов на всех стадиях эксплуатации является актуальной, так как перегруженность площадок хранения отходов в совокупности с возрастающей стоимостью утилизации отходов являются крупной социально-экономической проблемой [1].

Для выбора наилучшего решения из возможных, с учетом критериальных ограничений, недостаточно создать базу данных с перечнем рекомендаций, алгоритмов и методик, следует развить понятие самостоятельной системы обращения отходов, более широкое понятие по сравнению с термином «рынок отходов», что позволит описывать целостную систему, охватывающую все этапы обращения отходов в экономике знаний [2]. Одним из наиболее эффективных механизмов структурирования знаний в настоящее время является концептуальная модель предметной области в виде онтологии. Онтология проблем обращения с отходами может состоять из иерархии понятий предметной области, связей между ними и законов, которые действуют в рамках рассматриваемой системы переработки бытовых и промышленных отходов. Теория разработки онтологий активно развивается, поэтому можно рассмотреть различные варианты онтологии обращения с отходами в России.

Систематизация современных представлений и исследований в области онтологий возможна по следующим признакам:

По типу отношений:

– таксономия – деление накопленных знаний по какому-либо типу (твердые бытовые отходы, промышленные отходы, медицинские отходы, строительные отходы, опасные отходы и т.д.);

– партономия – по степени охвата в рамках соответствующих подсистем (системы обращения с экономически эффективными отходами и с экономически неэффективными отходами) [3];

– генеалогия – отношение «преемник–предшественник»;

– атрибутивные структуры, предполагающие причинно-следственные отношения;

– смешанные онтологии – онтологии с другими типами отношений.

По охвату:

- индивидуальные (личные теоретические разработки);
- групповые (коллективные):
- принадлежат стране;
- принадлежат сообществу (напр. научному);
- принадлежат компании или предприятию;
- общие (всеобщие).

По языку описания:

- неформальные;
- формализованные;
- формальные.

По области применения:

- наука;
- промышленность;
- здравоохранение и др.

Онтологии системы обращения с отходами предполагают проектирование интегрированных информационно-аналитических систем с применением онтологических моделей архитектуры, а также описание комплекса онтологических моделей предметной области системы, модели бизнес-среды отрасли обращения с отходами и онтологии процедур информационных систем, соответствующих различным уровням архитектуры, функционирующей в сфере проектирования и поддержки принятия решений [4, 5]. В контексте описания архитектуры системы поддержки принятия решений онтологии могут быть предназначены, в первую очередь, для описания критериальных ограничений размещения животноводческих комплексов с учетом экологического состояния региона и планируемых загрязнений окружающей среды на всех этапах эксплуатации объектов.

#### **Список литературы**

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д.П. Кравченко [и др.]. Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 236 с.
2. Константинов И.И., Счисляева Е.Р., Барыкин С.Е., Домников А.Ю. Модель комплексного планирования деятельности строительной компании с учетом диагностики рисков // Аудит и финансовый анализ. 2014. № 3. С. 174–179.
3. Константинов И.И., Барыкин С.Е., Домников А.Ю., Ермаков С.Г. Прикладные аспекты формирования системы управления корпоративными структурами на базе экономики знаний // Аудит и финансовый анализ. 2014. № 1. С. 261–268.
4. Збинякова М.В., Миронов А.Л. Развитие высокоэффективных технологий в Российском секторе АПК // В сборнике Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Майский, 2023. С. 327–330.
5. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. Белгород : БУКЭП, 2017. 99 с.

## **ВАРИАНТЫ АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

**Диль М.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) стало незаменимым инструментом для мониторинга и управления в сельском хозяйстве. С его помощью можно отслеживать состояние сельскохозяйственных культур, определять границы полей, оценивать урожайность и выявлять проблемы, такие как болезни и вредители. Нейросети (НС) – это перспективный инструмент, который позволяет решать задачи ДЗЗ с высокой точностью и эффективностью. В рамках ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» предусмотрено создание цифровой платформы, аккумулирующей сведения о сельскохозяйственных землях для управления сельским хозяйством. Эти сведения необходимы для контроля использования земель, прогнозирования экономических результатов деятельности, диагностики и прогнозирования состояния посевов [1]. Этим обусловлена актуальность создания датасета для обучения НС [2], для чего могут применять различные алгоритмы.

Выбор оптимального алгоритма зависит от специфики задачи, доступных ресурсов и качества данных.

Существует несколько вариантов алгоритмов формирования датасета для обучения НС ДЗЗ сельскохозяйственных угодий:

Метод ручной аннотации подразумевает ручное определение классов для каждого пикселя изображения. Это трудоемкий и дорогостоящий процесс, но он обеспечивает высокую точность и контроль над качеством данных. Подходит для задач, требующих детальной информации, например, определение типа сельскохозяйственной культуры или стадии развития. Эксперты будут вручную отмечать на изображениях поля пшеницы, кукурузы, подсолнечника и других культур.

В случае выбора метода полуавтоматической аннотации для предварительной аннотации данных используются алгоритмы, а затем эксперты вручную корректируют результаты. Сокращает время и трудоемкость работы, но требует контроля со стороны экспертов. Подходит для задач, где требуется меньше детализации, например, определение наличия вредителей или состояния посевов [3]. Алгоритмы машинного обучения будут автоматически определять стадию развития (всходы, бутонизация, цветение, плодоношение) для каждого поля, а эксперты будут корректировать ошибки.

Для автоматической аннотации применяются алгоритмы машинного обучения, которые самостоятельно определяют классы пикселей. Быстро и относительно дешевый, но может быть менее точной, чем ручная аннотация. Подхо-

дит для задач, где требуется большой объем данных, например, определение границ полей [4].

Методы генерации данных позволяют создавать искусственные изображения с заданными характеристиками, что может быть использовано для компенсации недостатка реальных данных. Подходит для компенсации недостатка реальных данных, например, создание изображений разных типов почвы или стадий развития культур [5].

Методы трансфера обучения: В этом случае используются предобученные модели, которые были обучены на других задачах, близких к задачам ДЗЗ. Сокращают время обучения нейросети, но требуют наличия подходящей предобученной модели. Подходит для задач, где нет достаточного объема данных для обучения с нуля, например, классификация типов сельскохозяйственных культур [6].

Создание качественного датасета – критический шаг для обучения высокоточной нейросети ДЗЗ, датасет снимков сельскохозяйственных угодий станет ценным ресурсом для исследований и разработок в области ИИ для сельского хозяйства. Существует множество алгоритмов формирования датасета, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы [7].

Рекомендуется использовать комбинацию различных методов для создания комплексного и представительного датасета.

#### Список литературы

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
2. Диль М.А., Миронов А.Л., Задачи формирования датасета по материалам дистанционного зондирования сельскохозяйственных угодий – Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 317–320.
3. Бугакова Т.Ю., Шарапов А.А. Применение интеллектуальных систем для решения задач в области геопространственных технологий и дистанционного зондирования – [Электронный ресурс] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46816520/> (дата обращения 18.05.2024).
4. Megharani B Mayani; Machine Learning Techniques in Land Cover Classification using Remote Sensing Data [Электронный ресурс] – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9498434/> (дата обращения 18.05.2024).
5. Основы научных исследований: Учебное пособие. Персиановский : Донской ГАУ, 2018. 184 с.
6. Способы обеспечения качества данных для машинного обучения – [Электронный ресурс] – URL: <https://vc.ru/ml/353279-sposoby-obespecheniya-kachestva-dannyh-dlya-mashinnogo-obucheniya/> (дата обращения 18.05.2024).
7. Датасет: виды, применение, набор лучших – [Электронный ресурс] – URL: <https://gb.ru/blog/dataset/> (дата обращения 18.05.2024).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Клёсов Д.Н., Малахова Е.В., Ващилин В.Э.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Информационные технологии для биотехнологических процессов базируются на использовании математических моделей для описания микробиологического синтеза. Сложность разработки и использования математических моделей заключается в выборе адекватного описания кинетики процесса, которое должно учитывать одновременно протекающие процессы на микроуровне (в клетках), в микробных популяциях и макроуровне (массо- и теплообмен в аппарате, гидродинамическая обстановка и т.п.). Невозможность чёткого разделения явлений и, как следствие, их математического описания приводит к необходимости проводить приближённую оценку влияния различных уровней взаимодействия и использовать относительно простые математические модели кинетики [1].

Условия процессов синтеза на практике реализуются в основном в виде следующих режимов – периодического, полу непрерывного и непрерывного. Хотя наиболее предпочтительным является непрерывный режим, периодический, в силу ряда причин, пока самый распространённый. В настоящей работе периодическому режиму будет уделено основное внимание [2].

Рассматривается процесс синтеза, реализуемый в ферментере с перемешиванием, в который одновременно загружаются все компоненты, необходимые для синтеза. Длительность процесса определяется моментом времени  $t_k$ . В результате синтеза оцениваются концентрации субстрата, биомассы и целевого продукта. Особенностью процесса является нелинейная зависимость скорости роста от концентрации субстрата. Количественная оценка результата синтеза осуществляется показателем производительности по целевому продукту с единицы объёма аппарата –  $Q_p$ , г/(л·ч).

Расчет показателя производительности производится по формуле

$$Q_p = \frac{P(t_k)}{t_k} \quad (1)$$

где  $P(t_k)$  – концентрация продукта  $P$  в конце процесса синтеза, г/л;  $t_k$  – время синтеза, ч.

Уравнения математической модели записаны для трех составляющих: концентрации микробиологической массы –  $X$ , г/л; концентрации субстрата –  $S$ , г/л; концентрации продукта –  $P$ , г/л:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dX}{dt} = \mu \cdot X \\ \frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y_{X/S}} \cdot \mu \cdot X \\ \frac{dP}{dt} = (\alpha \cdot \mu + \beta) \cdot X \end{array} \right. \quad (2)$$

где  $Y_{X/S}$  – стехиометрический коэффициент, определяющий соотношение между количеством клеток и потребленным количеством субстрата, г/г;  $\alpha$ , г/г и  $\beta$ , ч<sup>-1</sup> – параметры, определяющие выход продукта;  $t$  – время процесса (от 0 до  $t_k$ ), ч.

Начальные условия для системы уравнений (3) имеют вид: при  $t = 0$ ,  $X = X_H$  (концентрация засевной биомассы);  $S = S_f$  (концентрация субстрата);  $P = 0$  (концентрация продукта).

Время завершения процесса  $t_k$  определялось одним из условий:

- моментом полного исчерпывания субстрата, т. е.  $S = 0$ ;
- моментом достижения концентрации продукта  $P = P_m$ .

Каждое из этих условий отвечает значению скорости роста  $m = 0$ , т. е. прекращению процесса синтеза.

Анализ результатов моделирования процесса микробиологического синтеза в периодических условиях функционирования показал следующее. Для любых заданных начальных условий (концентраций субстрата, микробной массы, продукта) показатели процесса по его завершении всегда носят однозначный характер.

В то же время, если к процессу предъявляются требования по повышению эффективности (в рассмотренном варианте – обеспечение заданной или максимальной продуктивности), возникают условия неоднозначности, которые необходимо прогнозировать. В этом случае требуется учитывать по крайней мере три фактора. Прежде всего, это показатель продуктивности  $Q_p$ , далее – время достижения этого значения продуктивности  $t_k$  и количество остаточного субстрата при завершении процесса  $S(t_k)$ . Для получения этих оценок необходимо использовать уравнения модели с заданными требованиями к результатам процесса и алгоритмы расчётов, отвечающие конкретным постановкам задачи.

### Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023685439 Российская Федерация. Калькулятор общей численности почвенных микроорганизмов: № 2023684091: заявл. 14.11.2023: опубл. 27.11.2023 / В.Э. Ващилин, А.А. Ореховская, Д.Н. Клесов, Н.В. Водолазская; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN MLGJEC.
2. Едноровская О.В. Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов / О.В. Едноровская, К.В. Завидовская // Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы : Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 27-29 сентября 2017 года. Курск : Курский государственный медицинский университет, 2017. С. 227–229. – EDN YUZPSN.

## **РОЛЬ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**

**Клёсов Д.Н., Ломазов В.А., Мирошниченко И.В., Ломазов А.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На сегодняшний день существует ряд проблем связанных, в частности, со снижением запасов энергоресурсов и изменением климата – глобальным потеплением. На решение этих проблем направлены основные задачи развития возобновляемой (альтернативной) энергетики [1].

Одним из перспективных направлений получения альтернативной энергии в промышленных масштабах является переработка отходов агропромышленного комплекса. Это открывает новые возможности для развития биоэнергетики в регионах, поскольку из отходов животноводства образуются сложные органические соединения, в которых вырабатывается большое количество энергии [2].

Энергетический потенциал производства электроэнергии из биогаза значительно зависит от химического состава сырья. В связи с этим конечному потребителю необходим удобный инструмент прогнозирования выхода биогаза. Несмотря на большое множество нечетких данных о химическом составе сырья, система поддержки принятия решений (СППР) расширяет возможности прогнозирования при управлении биогазовыми установками на предприятиях АПК [3, 4].

Процесс создания СППР можно разбить на следующие этапы:

1. Разработка математических моделей функционирования биогазовой станции.
2. Расчет параметров разработанных моделей функционирования биогазовых установок для разных вариантов химического состава путем статистической обработки результатов наблюдений.
3. Разработка и исследование алгоритмов оптимизации структуры и параметров компонентов биогазовой установки, в том числе с использованием методов многокритериальной оптимизации.
4. Разработка макета СППР для формирования оптимального химического состава сырья из существующих компонентов.
5. Проведение параметрических исследований для анализа эффективности разработанной СППР.

При формировании СППР особое внимание следует уделять разработке математических моделей функционирования биогазовой станции, в частности химическому составу сырья, существенно влияющему на энергетический потенциал биогазовой установки.

Разрабатываемая СППР позволит оценить эффективность использования биогазовой установки.

После заполнения баз данных, которые войдут в состав СППР и будут содержать данные о химическом составе сырья, данная СППР может быть использована в организациях, занимающихся получением биогаза для поддержки принятия решений при реализации энергических проектов в сельском хозяйстве.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-21-00059, <https://rscf.ru/project/24-21-00059/>.

#### Список литературы

1. Андреевко Т.И. Энергетический потенциал агробиомассы в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях / Т.И. Андреевко, С.В. Киселева, Ю.Ю. Рафикова // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2023. Т. 78, № 6. С. 50–63. – DOI 10.55959/MSU0579-9414.5.78.6.5. – EDN ZCKNIN.
2. Баширова А.Ф. Энергетический потенциал биогаза в РБ / А.Ф. Баширова // Трубопроводный транспорт-2023: Тезисы докладов XVIII Международной научно-практической конференции, Уфа, 16-17 ноября 2023 года. Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. С. 460. – EDN NFBGNR.
3. Фальчевская Ю.А. Энергосбережение при обеспечении микроклимата в сельскохозяйственных предприятиях / Ю.А. Фальчевская, О.М. Осмонов, А.В. Спиридонова // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17, № 1. С. 134–140. – DOI 10.22450/19996837\_2023\_1\_134. – EDN TYKDEL.
4. Klyosov D. Neural network analysis of the productivity of biogas plants for small agricultural enterprises / D. Klyosov, V. Lomazov, I. Miroshnichenko and A. Lomazov // E3S Web of Conf., 2024. № 524. С. 01013. – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452401013/>

## УПРАВЛЕНИЕ РОСТОМ МИКРОБНОЙ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Клёсов Д.Н., Ващилин В.Э.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время развитие прикладной биотехнологии сопровождается созданием процессов различного назначения, протекающих в условиях неопределенности информации. Анализ протекающих метаболических процессов позволяет отнести процесс ферментации к сложным биотехнологическим системам.

Системный подход применяется при изучении биотехнологических систем, в частности, ее отдельных аппаратов, например, ферментатора, являющихся с позиции системного анализа сложными системами [1].

Целевой функцией клетки является максимизация удельной скорости роста микробной популяции:

$$\frac{1}{x} \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{\max}{\bar{U}} \quad (1)$$

где  $x$  – концентрация биомассы;  $t$  – время;  $\bar{U}$  – вектор внутриклеточных управлений.

Важнейшей целью любого живого микроорганизма является поддержание постоянных условий (концентрации, состава и других) при воздействии внешней среды. Прирост биомассы осуществляется по экспоненциальному закону и может быть представлен единственной лимитирующей реакцией. Таким образом, в соответствии с системным подходом результат целенаправленной деятельности биосистемы может являться системообразующим фактором [2].

Основой математической модели процесса биосинтеза является кинетическая модель, для построения которой, ввиду сложностей выявления закономерностей протекания микробиологического процесса, используется экспериментально-аналитический метод [3].

Наименее изученным в решении этой задачи является выбор критерия интерпретации для определения констант модели. При его выборе необходимо знать закон распределения ошибки измерения, который зачастую неизвестен. Вышеизложенное создает трудности при разработке и использовании математических моделей процесса биосинтеза для целей управления. Поэтому основная тенденция в современном математическом моделировании биотехнологических процессов заключается в получении упрощенных аналитических решений и качественных характеристик описания поведения динамической биотехнологической системы.

Все сложные системы характеризуются наличием неопределенностей, пренебрежение которыми ведет к снижению качества функционирования систем управления, а в худшем случае, – и к потере их работоспособности.

На сегодняшний день одной из главных проблем при решении задач управления биотехнологических систем остается создание динамических моделей физико-химических процессов, что приводит к априорной неопределенности и нечеткости моделей процессов, используемых для целей управления.

Сегодня невозможно разработать математическую модель процесса ферментации, которая описывала бы все факторы, влияющие на процесс:

- нестационарность биотехнологического процесса;
- невысокая воспроизводимость процесса ферментации, обусловленная изменяющейся биологической активностью посевного материала, длительностью его хранения и другими неизученными факторами;
- априорная неопределенность обстановки и условий функционирования процесса ферментации и системы управления.

### Список литературы

1. Репина О.В. Основные направления использования системного анализа / О.В. Репина, Д.Н. Клесов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 6. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 83–84. – EDN AVJWBK.

2. Ващилин В.Э. Выделение и изучение чистых культур бактерий *Bradyrhizobium japonicum* / В.Э. Ващилин, С.Н. Водяницкая, А.С. Кобяков // Материалы национальной научной конференции студентов и молодых ученых, посвященной 85-летию профессора В.В. Концевенко «Актуальные вопросы ветеринарной медицины», Майский, 08 ноября 2023 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 179–180. – EDN RLNVQA.

3. Лубенцова Е.В. Системы автоматического управления процессами непрерывной стерилизации питательных сред и ферментации микробиологических производств : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лубенцова Елена Валерьевна. Новочеркасск, 2004. 19 с. – EDN NJQLEB.

## **К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**Котелевская Е.А., Чайко В.А., Лаенко Е.Д.**  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

На современном этапе на животноводческих фермах для увеличения производительности труда и снижения затрат широко используется автоматизация и комплексная механизация технологических процессов при производстве продукции животноводства [4].

Система вентиляции классифицируется на две основные группы. Это принудительная вентиляция, которая также считается механической, а также естественная. Механическая вентиляция наиболее востребована на животноводческих комплексах, ее подразделяют на приточную, приточно-вытяжную или же вытяжную вентиляцию. Система вентиляции в зависимости от способов содержания животных в конкретном животноводческом помещении может отличаться. В животноводческих помещениях при кормлении животных грубыми кормами современными средствами измельчителями-смесителями-раздатчиками появляется пыль от измельченного материала, которая способна вызвать аллергические реакции у людей и животных [1, 2]. Основное требование при этом обеспечение безопасности работников и улучшение продуктивности животных за счет снижения концентрации вредных веществ в пределах ПДК [3].

Для того, чтобы в полной мере грамотно спроектировать актуальную вытяжную механическую вентиляцию, следует рассматривать наиболее значимые параметры как плотность паров и газов, которые требуется удалять из помещения. Дополнительно при организации вентиляции в коровнике важно выделить такие примеси, как взрывоопасные газы – метан. Их необходимо на расстоянии по горизонтали выбрасывать, при этом расстояние должно быть равно не менее 10 эквивалентных диаметров (по площади) выбросной трубы, но не менее 20 м от места выброса дымовых газов.

При рассмотрении вентиляции необходимо учитывать не только лишь загрязнения, но и объем воздуха, который следует подавать в помещение, при этом важно, что устанавливаются конкретные параметры для воздушной среды в рамках конкретной зоны, в зависимости от ее предназначения. Необходимо учитывать при подаче воздуха несколько основных значимых факторов: температуру, влажность, количество разнообразных вредных примесей в воздушной массе. В том числе стоит учитывать, какой именно воздух и в каком количестве удаляется из помещения. Необходимо дополнительно ориентироваться на существующие зоотехнические требования, нормы и правила, которые дают возможность определиться с оборудованием для решения конкретных задач. Для полноценного верного выбора обязательно учитывают мощность электродвигателя, а также двигатель соответствующего исполнения. Дополнительно при расчетах стоит уделить внимание выбору наиболее предпочтительного способа.

Важно рассматривать и тот факт, как приточный воздух будет обрабатываться с помощью подогрева, влажности, очистки или же охлаждения.

В соответствии существующей методикой расчета механической вентиляции была разработана программа на языке Python, с помощью библиотеки Tkinter. Создан графический интерфейс для удобства пользования при её эксплуатации. Исходными данными являются следующие параметры: кратность воздухообмена, часовая производительность вентилятора, объём помещения. Результатом работы программы является расчет необходимой производительности вентилятора. Меняя исходные данные, мы можем подобрать быстро и точно по техническим характеристикам нужное оборудование при проектировании животноводческого помещения или его модернизации.

Таким образом, автоматизация технологических процессов, таких создание оптимального микроклимата на фермах и комплексах на начальной стадии проектирования способствует оптимизации работы, увеличению производительности труда и сокращению затрат. В разработанной программе присутствует несколько вкладок под каждую задачу для точного расчета и подбора нужного оборудования для вентиляции животноводческих помещений.

#### Список литературы

1. Туманова М.И. Совершенствование средств по приготовлению и раздаче кормов рулонной заготовки / М.И. Туманова, М.Д. Гаврилов // Эффективное животноводство. 2015. № 10 (119). С. 20–21.
2. Фролов В.Ю. Раздатчик-измельчитель грубых кормов / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова // Сельский механизатор. 2014. № 3. С. 24–25.
3. Каменец Е.С. Охрана окружающей среды при обращении с отходами производства / Е.С. Каменец, Т.В. Олива // Материалы национальной научно-практической студенческой конференции «Наука и молодёжь: актуальные вопросы и пути инновационного развития АПК», посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, 06 июня 2023 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 105–106.
4. Збинякова М.В. Развитие высокоэффективных технологий в российском секторе АПК / М.В. Збинякова, А.Л. Миронов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 20 ноября 2023 года. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. С. 327–330.

## РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК РОССИИ

**Кривоухов А.А.**

ФГБОУ ВО Курский государственный аграрный университет имени  
И.И. Иванова, г. Курск, Россия

Развитие информационных технологий (ИТ) играет ключевую роль в современном агропромышленном комплексе (АПК) России. Интеграция ИТ в сельское хозяйство и продовольственную промышленность обеспечивает новые возможности для улучшения качества продукции.

Одно из главных преимуществ применения ИТ в АПК является автоматизация производственных процессов. Системы управления, мониторинга и машинного зрения позволяют оптимизировать процессы выращивания растений и разведения животных, увеличивая производительность и сокращая необходимость вручную выполнять сложные задачи. Например, с помощью автоматизированных систем можно контролировать полив, удобрение и применение пестицидов на полях, а также отслеживать здоровье и поведение животных в реальном времени.

Внедрение датчиков и систем мониторинга позволяет сельскохозяйственным предприятиям получать более точную информацию о состоянии почвы, климатических условиях и уровне урожайности. Использование этих данных позволяет принимать более обоснованные решения в планировании севооборотов, оптимизации внесения удобрений и выборе сортов и гибридов, а также предупреждать возможные болезни и вредители.

Однако, развитие ИТ в АПК России сталкивается с определенными проблемами, такими как недостаток квалифицированных специалистов в области ИТ в сельском хозяйстве, сложности в получении доступа к современным технологиям и высокой стоимостью внедрения ИТ-решений.

Более того, сельскохозяйственные предприятия, особенно малые и средние, могут испытывать трудности в передаче и обработке больших объемов данных [1].

Для успешного развития ИТ в АПК России необходимо сосредоточить усилия на решении этих важных проблем. В частности, можно определить ряд первостепенных факторов для успешного внедрения информационных технологий в АПК России, а именно:

1. Создание специализированной комплексной программы инициатив, направленной на развитие и поддержку информационных технологий в АПК России.

2. Расширение доступа к информационным технологиям и обеспечение цифровой грамотности среди сельских жителей и работников аграрного сектора.

3. Укрепление сотрудничества между государственными и частными структурами в целях развития инфраструктуры информационных технологий в АПК.

4. Привлечение инвестиций и финансовой поддержки для создания и модернизации информационной инфраструктуры в сельском хозяйстве.

5. Разработка и реализация инновационных проектов, направленных на применение современных информационных технологий в различных сферах агропромышленного комплекса [2].

#### **Список литературы**

1. Зотов В.В. Опасности и риски цифровизации информационно-коммуникационной среды / В.В. Зотов, А.А. Кривоухов // Социальная политика и социология. 2022. Т. 21. № 3 (144). С. 70–79.

2. Кривоухов А.А. Внедрение информационно-коммуникационных технологий в государственное управление как способ реализации права граждан на информацию // Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 506–508.

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОРЕСУРСОВ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЩ**

**Куликов Ю.А., Высоцкая Е.А.**

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Живые организмы и их пространственно организованные сообщества давно выступают в качестве объектов исследований, направленных на общетеоретическое и прикладное изучение их свойств и специфики развития. Зачастую, ход исследований сопряжен с необходимостью сбора и обработки большого количества информации, что является трудоемким и длительным процессом в рамках классических подходов, использующих неавтоматизированные вычисления и аналоговое (не цифровое) представление данных.

Изучение фитоценозов лугов, сенокосов и пастбищ предполагает сбор большого количества разнородной информации, такой как: видовой состав растительного покрова, морфологические характеристики растений, пространственно-временная динамика надземной фитомассы и прочих характеристик. При использовании природных видов растений, образующих травянистые сообщества, в качестве биологического ресурса, имеющего высокую хозяйственную ценность, важное значение имеет мониторинг количественной характеристики надземной биомассы и ее пространственного распределения. В плане прикладного значения количество надземной массы растений, отчуждаемой при сенокосении или используемой как подножный корм при выпасе скота, является важным показателем, позволяющим организовывать рациональное использование биологического ресурса.

Интенсивное развитие цифровых и геофизических технологий, наблюдающееся в последние три десятилетия, позволило получить широкий набор принципиально новых инструментов, обеспечивающих возможность масштабного сбора и обработки информации о состоянии и динамике растительного покрова на сельскохозяйственных угодьях и природных территориях [1]. Геоинформационные системы, как самостоятельный класс программных продуктов, предназначенных для работы с пространственными данными, стали неотъемлемым компонентом при исследовательском и прикладном анализе состояния растительности. В настоящее время в цифровом виде хранится и обрабатывается большой перечень данных, характеризующих состояние и динамику растительного покрова территории:

- Пространственные границы объектов.
- Топографические и геоморфологические характеристики местности в виде цифровых карт.
- Геопривязанные результаты натурных измерений (количественный и качественный учет растительности).
- Фото- и видеоматериалы с координатной и азимутальной привязкой.

- Материалы аэрофото- и космосъемки.

Цифровые инструменты, обеспечивающие работу с материалами дистанционного зондирования, в настоящее время дают широкие возможности построения и анализа карт спектральных вегетационных индексов, которые, в свою очередь, позволяют осуществлять мониторинг пространственно-временной динамики наземной растительной биомассы на изучаемых территориях. Анализ спектральных сигнатур растительности природных территорий и сельскохозяйственных угодий имеет важное прикладное значение для дистанционной оценки количественных и качественных характеристик фитомассы [2]. Наиболее часто используемые спектральные индексы NDVI, EVI, SAVI имеют высокую корреляцию с количеством живой зеленой массы растений, что позволяет выявлять границы пространственной неоднородности вегетации в пределах исследуемого участка. На основе взаимосвязи между вегетационными индексами и массой наземных частей растения создаются математические прогностические модели, предсказывающие объем биологической продукции фитоценоза или агроценоза по данным дистанционных измерений. Применительно к таким объектам как луга и пастбища, дистанционный мониторинг позволяет с высокой степенью корреляции выполнять измерение сезонной биопродукции на обширных территориях. Это становится возможным благодаря использованию специализированных цифровых решений, обеспечивающих математическую обработку растровых и векторных слоев геопропространственной информации.

Анализ качественных характеристик для оценки функционального состояния растительного сообщества выполняется с использованием другой группы спектральных индексов – например, MSI (Moisture Stress Index).

В настоящее время в сфере цифровых технологий существует перспективное направление «Big Data» (Большие данные), которое определяет подходы к анализу больших массивов информации для выявления не очевидных закономерностей или поиска многофакторных взаимосвязей в больших выборках. Биологические объекты, будучи объектом исследования или рутинного мониторинга, дают нам огромное количество результатов измерений, которые представляют собой набор множеств разноразмерных информационных единиц. Развитие цифровых технологий и искусственного интеллекта в концепциях Machine Learning, Deep Learning, Large Language Models, основанных на использовании нейросетей может вывести на новый уровень качество исследовательских работ не только в области информатики, но и в естественных дисциплинах.

#### Список литературы

1. Ghorbanzadeh O., Blaschke T., Didehban K., Rasouli H., Kamran K.V., Feizizadeh B. An application of Sentinel-1, Sentinel-2 and GNSS data for landslide susceptibility mapping // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2020. Т. 9. № 10. С. 561. – DOI: 10.3390/ijgi9100561.
2. Жукова Е.Ю., Барсукова И.Н., Жуков А.А. Продуктивность кормовых угодий по данным Terra MODIS // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 4. С. 32–41. – DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-4.

## ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Ломазов В.А., Товстолицкий Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия,  
ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, г. Белгород, Россия

При планировании и управлении хозяйственной деятельностью крестьянско-фермерских хозяйств (КФХ) значительную роль играет прогнозирование как внутренних условий функционирования рассматриваемой агропромышленной системы (начиная от состояния автотракторного парка и технического оборудования [1, 2] и до кадрового обеспечения производства), так и внешних факторов (от погодных условий и до рыночного спроса на производимую продукцию) [3].

Для КФХ, специализация которых связана с выращиванием зерновых культур, важное значение имеет прогнозирование их урожайности [4]. В настоящее время имеется достаточно большое число информационно-аналитических систем, поддерживающих учет и анализ данных относительно производства зерна. Так система Agro AI, реализованная в рамках платформы «СберАналитика», ориентирована на интеллектуальную поддержку растениеводства. Программное решение включает в себя такие модули, как «Мониторинг границ поля», «AI-оценщик поля», «AI-аналитика», а также модуль «AI-агроном», функционал которого включает прогнозирование урожайности. Этот инструментарий предоставляет агроному ежемесячный прогноз урожайности по различным видам культур, выявляет аномальные отклонения предполагаемого значения от реального на конец сезона и предлагает вариант решения о необходимости засева других сельскохозяйственных культур [5].

Fruitvision – программное решение, разработанное компанией Intelligent Fruit Vision (Великобритания), предназначено для предоставления данных об урожае, а также для мониторинга сельскохозяйственных угодий в режиме реального времени. Указанное программное решение входит в комплекс, включающий в себя автоматизированные системы, роботов и БПЛА.

Программная система «Agriculture 4.0 with yield prediction» является разработкой польской фирмы METOS POLSKA Sp. o.o. выполненной на основе платформы FieldClimate австрийской компании Pessl Instruments Ges.m.b.H. В рамках прогнозирования урожайности эта система предоставляет подробную информацию о сегодняшней урожайности (текущий сезон, среднее значение и диапазон значений), ожидаемой урожайности (нормальный сезон, среднее значение и диапазон значений) и ожидаемой урожайности (текущий сезон + прогноз осадков, среднее значение и диапазон значений).

Среди отечественных разработок следует выделить аппаратно-программный комплекс «Горизонт» (ООО Горизонт, Россия), предназначенный

для автоматизации всех этапов производства растениеводческой продукции и (в том числе) прогнозирования урожайности. Модуль «Прогнозирование урожайности». учитывает параметры, которые влияют на конечный выход продукции с поля (среднее значение индекса NDVI с момента сева продукции до момента полной зрелости; сумма активных температур с момента сева до момента полной зрелости; количество осадков с момента сева до момента полной зрелости). Прогноз осуществляется совместно с использованием корректировочных коэффициентов, что позволяет отразить пессимистичный, оптимистичный и реалистичный вариант прогнозируемой урожайности [6].

Однако существующие программно-аппаратные решения не в полной мере соответствуют специфике КФХ и, в частности, содержат большое число излишних для КФХ функций не оправдано повышающих затраты на их использование. Это делает целесообразным разработку специализированной системы анализа и прогнозирования урожайности зерновых культур, ориентированной на КФХ.

Разработанная система представляет собой десктопное приложение, реализованное на языке Python и включающее базу данных урожайности, подсистему анализа и прогнозирования, а также пользовательский интерфейс и генератор отчетов. Научная новизна программного решения заключается в предложенной авторами процедуре многовариантного прогнозирования, состоящего в построении трендов неполных временных рядов, выделенных из общего временного ряда урожайности в соответствии с вариантами факторов, влияющих на урожайность, что позволяет повысить качество планирования производственной деятельности по выращиванию зерновых культур.

Разработанная информационная система предполагает обмен данными с другими системами в рамках общей ИТ-инфраструктуры КФХ [7].

### Список литературы

1. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства / А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов [и др.]. Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2017. 66 с.
2. Вовченко А.И., Ломазов В.А. Автоматизация оценки и прогнозирования технического состояния железнодорожных колесных пар // Информационные системы и технологии. 2010. № 4 (61). С. 95–99.
3. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д. П. Кравченко [и др.]. Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. 236 с.
4. Клесов Д.Н., Ореховская А.А. Прогнозирование урожайности зерновых культур // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2023. С. 333–335.
5. <https://sber.pro/> (дата обращения: 26.04.2024).
6. <http://ooogrз.ru/about-us.html> (дата обращения: 26.04.2024).
7. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. Белгород : БУКЭП, 2017. 99 с.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА**

**Ломазова В.И., Бориславская В.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия,

ФГАОУ ВО НИУ БелГУ г. Белгород, Россия

Одним из перспективных направления развития агропромышленного комплекса (АПК), получающим в настоящее время в Белгородской области все большее развитие, является пчеловодство [1]. При этом значительное внимание уделяется экологическому качеству пчеловодческой продукции (к которой наряду с медом относятся воск, цветочная пыльца и перга, маточное и трутневое молочко, прополис, пчелиный яд и др.), применяемой не только при производстве продуктов питания, но также и в медицине (апитерапия) и косметологии [2].

В рамках цифровой трансформации экономики АПК [3] одним из механизмов повышения качества и объемов выпускаемой сельскохозяйственной продукции является совершенствование управления производственными процессами за счет использования современных информационных технологий [4]. Применительно к пчеловодству вопросы информатизации регламентируются Федеральным законом № 490-ФЗ от 30.12.2020 г. «О пчеловодстве в Российской Федерации» (ст. 9). Однако практическая реализация информационного обеспечения деятельности производителей продукции пчеловодства требует конкретизации общих теоретико-методологических положений.

Анализируя существующие отечественные и зарубежные программно-аппаратные решения в сфере цифровизации пчеловодства, рассмотрим программные продукты, поддерживающие разные стороны и виды работ по производству пчелопродукции и получившие в настоящее время наибольшее распространение.

Система I-BEE (являющаяся разработкой российской компании IT INNOVATIONS) позволяет контролировать состояние пасеки за счет мониторинга каждого улья (температура, влажность, вес, спектр звука, открытие крышки и т.д.). Удобный графический пользовательский интерфейс и генерация отчетов в виде диаграмм и графиков облегчает анализ данных. Электронный «Дневник пчеловода» содержит напоминания о текущих и планируемых работах [5].

Система «Апипульс» (разработка российской компании ООО «МВТ») представляет собой эффективное комплексное решение для мониторинга (в режиме 24/7) и оповещения о состоянии здоровья пчелиных семей. В состав программно-аппаратного комплекса «Апипульс» входит блок управления, который с заданной периодичностью собирает данные с датчиков, размещенных внутри ульев. Все данные с датчиков и аналитика доступны пользователю в личном кабинете на сайте системы и/или в Интернет-приложении на смартфоне [6].

Отличительной особенностью системы «Цифровой пчеловод» (разработка российской компании ООО «МВК») является наличие сервиса мониторинга состояния территорий медосбора (после выполнения агротехнологических операций, таких как обработка садов и посевов гербицидами), существенно влияющего на здоровье пчелиных семей и экологичность получаемой продукции.

Фирма BeeWise (США) реализует подход, основанный на роботизации автономных ульев (программно-аппаратный комплекс Beehome) с использованием технологии искусственного интеллекта, что позволяет существенно снизить затраты человеческого труда при производстве продукции [7].

Следует отметить, что рассмотренные отечественные и зарубежные компьютерные системы (при достаточном разнообразии используемых подходов и отражении различных аспектов пчеловодства) не содержат подсистем поддержки оценки качества продукции, в то время как мониторинг качества должен быть неотъемлемой составляющей технологического процесса (особенно, если это касается продуктов питания и компонентов медицинских препаратов). Отмеченное обстоятельство может служить основанием для разработки специализированных средств цифровой поддержки оценки качества продукции пчеловодства в составе инфраструктуры агропромышленного предприятия [8, 9], одним из видов деятельности которого является пчеловодство.

#### Список литературы

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиан, Д.П. Кравченко [и др.]. Белгород : БелГГАУ им. В.Я. Горина, 2022. 236 с.
2. Безбородов А.Г., Колесниченко И.С., Хлусов В.Н. Органическое пчеловодство. М. : ФГБОУ ДПО «РАКО АПК», 2022. 212 с.
3. Экономика АПК Белгородской области в условиях цифровой трансформации / Ю.А. Китаев, Д.П. Кравченко, О.С. Акупиан [и др.]. Белгород : БелГГАУ им. В.Я. Горина, 2022. 193 с.
4. Анализ и синтез моделей инновационных агропроцессов: (подходы, модели, программная реализация) / В.А. Ломазов, Д.А. Петросов, А.И. Добрунова [и др.]. Белгород : БелГГАУ им. В.Я. Горина, 2021. 193 с.
5. <https://www.i-bee.net/ru/> (дата обращения: 27.04.2024 г.).
6. <https://apipulse.ru/about/>(дата обращения: 27.04.2024 г.).
7. <https://beewise.ag/home/>(дата обращения: 27.04.2024 г.).
8. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. Белгород : БУКЭП, 2017. 99 с.
9. Винтаев В.Н., Ломазов В.А., Нехотина В.С. Теоретические положения и средства исследования эффективности ИТ-проектов по управлению ИТ-инфраструктурой предприятия на основе системного подхода. Белгород : БУКЭП, 2019. 95 с.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

**Ломазова В.И., Рогуленко Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия,  
ФГАОУ ВО НИУ БелГУ г. Белгород, Россия

Устойчивое социально-экономическое развитие сельских территорий невозможно без эффективной организации качественной медицинской помощи жителям сельских населенных пунктов [1, 2]. В настоящее время в нашей стране на федеральном, региональном и местном уровне осуществляется плановый программно-проектный подход при решении задач совершенствования системы здравоохранения [3, 4], в рамках которого большое внимание уделяется широкому внедрению современных цифровых технологий.

Рассмотрим отечественные и зарубежные программные системы, предназначенные для обеспечения информационно-аналитической поддержки работы различного рода медицинских учреждений.

В Белгородской области активно используется программная система Трас-тМед: МИС Saas (разработка ООО «Открытая медицина»), позволяющая обеспечить комплексный подход в рамках единой государственной системы здравоохранения региона, начиная от ведения медицинского документооборота и вплоть до дистанционного консультирования («врач-врач» и «врач-пациент»), что особенно важно для удаленных сельских территорий. Основой для веб-приложений, разрабатываемых в компании ООО «Открытая медицина», является платформа NetCoreWeb API, Angular, PostgreSQL.

Специализированным информационным обеспечением медико-лабораторных исследований является программная система ЛИС «Акросс-Клиническая Лаборатория» (совместная разработка группы компаний Акросс и ООО «Рош Диагностика Рус»). Этот программный продукт устанавливается на платформу 1С: Предприятие и в полной мере использует широкий спектр сервисных возможностей технологии 1С программирования, а также совместимость с другими продуктами фирмы 1С [5].

Информационные системы ORPHEUS (специализированная информационно-управляющая система для иммуногенетических лабораторий) и PROMETHEUS (предназначена для управления Регистрами донорских стволовых клеток), разработанные фирмой Steiner (Чехия), отвечают самым строгим стандартам качества и безопасности ISO 9001 и ISO 27001 и представляют собой международно признанные решения в сфере инновационной медицины [6].

Проведенный краткий аналитический обзор показал, что и в России, и за рубежом в рамках информационного обеспечения здравоохранения успешно развиваются две тенденции (подходы, направления):

– стремление к созданию интегральных решений, объединяющих различные виды деятельности в сфере здравоохранения (например, ТрастМед: МИС Saas);

– специализированность программных продуктов с их ориентацией на конкретные медицинские учреждения с учетом их специфики (например, ЛИС «Акросс-Клиническая Лаборатория»).

При безусловной правомочности развития обоих направлений полагаем, что применительно к проблематике информационного обеспечения сельских медицинских учреждений в нашей стране в настоящее время более предпочтительной является специализация.

Сельские амбулатории, фельдшерско-акушерские пункты или фельдшерские здравпункты, зачастую, не оборудованы достаточно надежным компьютерным оборудованием и небольшой медицинский персонал не имеет достаточной квалификации для администрирования сложными информационными системами. В то же время достаточно простое специализированное информационное обеспечение, поддерживающее только функции определенного типа сельских медучреждений, при обязательном удаленном доступе (через Интернет) к информационно-справочным ресурсам и интеграционной совместимости с более развитыми информационными системами центральных районных больниц (в составе единой корпоративной информационной инфраструктуры [7, 8]) является оправданным. Отсутствие такого информационного обеспечения при достаточно высокой востребованности может служить основанием для его разработки в рамках стартапа.

### Список литературы

1. Добрунова А.И. Современные подходы в управлении развитием сельских территорий // Вестник КГСХА. 2015. № 8. С. 63–64.
2. Lomazov V.A., Nehotina V.S. An assessment of regional socio-economic projects // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 3. С. 190–193.
3. Ломазов В.А., Нестерова Е.В. Критерии оценки социальных инвестиционных инновационных проектов в сфере здравоохранения // Современные исследования социальных проблем. 2013. № 8. С. 48.
4. Ломазов В.А., Нестерова Е.В., Петросов Д.А. Учет чувствительности результатов многокритериального оценивания от изменений экспертных суждений при выборе региональных инновационно-инвестиционных проектов в области здравоохранения // Фундаментальные исследования. 2015. № 3. С. 192–196.
5. <https://across.ru/about> (дата обращения: 26.04.2024).
6. <https://www.softtrust.ru/about/#tech> (дата обращения: 26.04.2024).
7. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. Белгород : БУКЭП, 2017. 99 с.
8. Винтаев В.Н., Ломазов В.А., Нехотина В.С. Теоретические положения и средства исследования эффективности ИТ-проектов по управлению ИТ-инфраструктурой предприятия на основе системного подхода. Белгород : БУКЭП, 2019. 95 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ГАНТА**

**Лысенко А., Путивцева Н.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Автоматизация в сельском хозяйстве России, особенно в таких регионах как Белгородская область, активно интегрирует современные информационные и коммуникационные технологии, включая дроны, агро-роботы, датчики, сенсоры и искусственный интеллект [2, 3]. В этом контексте особенно заметно место диаграммы Ганта, классического инструмента планирования проектов, который начинает находить своё применение в животноводстве, предлагая новый уровень организации и контроля производственных процессов [6].

Этот инструмент позволяет эффективно визуализировать временные рамки и последовательности задач, что особенно важно для комплексного планирования на ферме. В животноводстве Белгородской области диаграмма Ганта может быть использована для оптимизации репродуктивного планирования, позволяя максимизировать продуктивность стада за счет четкого расписания вязок и осеменения. Это поможет не только улучшить показатели рождаемости, но и обеспечить необходимое время для восстановления каждой особи [4].

Помимо этого, диаграмма Ганта облегчает планирование вакцинаций и ветеринарных осмотров, минимизируя риски заболеваний в стаде. Четкое расписание вакцинаций и проверок помогает поддерживать высокий уровень здоровья животных, что критически важно для эффективного животноводства [1]. Кроме того, инструмент способствует эффективному использованию пастбищ, планируя ротационное их использование для предотвращения перевыпаса и поддержания продуктивности земли, что имеет ключевое значение для экологического баланса в сельскохозяйственно насыщенных районах Белгородской области [2, 7].

Интеграция диаграммы Ганта с современными программными решениями приносит дополнительные преимущества, такие как возможность автоматического обновления планов в реальном времени и адаптация к изменениям, что необходимо в динамичной среде современного животноводства. Автоматически обновляя планы в реальном времени и адаптируясь к изменениям, такое программное обеспечение становится незаменимым для динамичной среды фермы, предоставляя уведомления и предупреждения о возможных проблемах [6].

Этот подход позволяет фермерам не только наглядно видеть текущие и будущие задачи, но и более эффективно управлять ресурсами, прогнозировать проблемы и повышать общую производительность операций [5]. В результате улучшается не только здоровье и благополучие животных, но и растёт производственная эффективность и рентабельность фермы.

Таким образом, диаграмма Ганта в животноводстве не только упрощает планирование и управление процессами на ферме, но и способствует повышению производственной эффективности и рентабельности. Этот инструмент трансформирует обыденные задачи в хорошо отлаженную систему управления ресурсами, принося максимальный результат. Её внедрение открывает новые горизонты для инноваций и развития в аграрном секторе, делая каждую ферму не только более продуктивной, но и инновационной.

#### Список литературы

1. Ломазов В.А., Акупиян О.С., Капинос Р.В., Ломазов А.В. «Применение сценарного подхода при разработке и прогнозировании результатов региональных программ развития агропромышленного комплекса» // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 225–238.
2. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д.П. Кравченко, В.А. Ломазов, А.И. Добрунова, А.Н. Акупиян, Я.Е. Давыдова. Белгород : БелГАУ, 2022. 236 с.
3. Шаронин П.Н., Кайманова А.И. Интернет вещей: современная информационная среда цифровой экономики. Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2021. № 1. С. 63–70.
4. Майорова О.В., Малева М.Л., Майоров А.Н. Земельный мониторинг РФ на основе применения ГИС технологий. International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 6. С. 38.
5. Кулиш Н.В. Развитие учетно-информационного обеспечения бизнес-процессов в сельском хозяйстве в условиях применения цифровых инноваций. // Вестник Института дружбы народов Кавказа. Экономические науки. 2018. № 4-2 (48). С. 16.
6. Данилов А.Д., Ломакин В.А. Интеллектуализация управления гибким автоматизированным производством // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2016. Т. 12. № 5. С. 60–64.
7. Зенцова Л.Е. Применение диаграммы Ганта для распределения зон экономического потенциала / Л.Е. Зенцова, С.И. Ильина // Наука, Техника, Иновации 2014 : сборник статей Международной научно-технической конференции. Под общей редакцией А.Л.Сафронова. 2014. С. 448–500.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПОИСК ОТРАСЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Миронов А.Л.,<sup>1</sup> Миронова Г.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Белгородская обл., Россия

<sup>2</sup>НИУ БелГУ, г. Белгород, Россия

Несмотря на постоянное развитие алгоритмов информационно-поисковых систем (ИПС) интернета, информационный поиск (ИП) имеет целый ряд проблем, в том числе обусловленных субъективными настройками фильтров ИПС [1-3]. Существовавшие проблемы с поиском информации в последнее время еще более усугубились. Если ранее активная фильтрация информации была свойственна зарубежным ИПС (прежде всего ИПС Google), то сейчас это характерно и для отечественной ИПС Яндекс.

Принципы WEB-2 (в частности, Wiki), реализуемые практически бесконтрольно, привели к информационному загрязнению, при котором нахождение ценной, объективной информации требует применения целого ряда взаимодополняющих инструментов информационного поиска. В результате активного прямого использования как pull, так и push-технологий (в частности RSS), изначально направленных на сокращение времени на поиск интересующей пользователя информации, пользователь получает избыток информации (в том числе противоречивой), что приводит к информационной перегрузке.

Во избежание этого необходим правильный выбор каналов получения информации и источников под конкретную задачу. На обучение этому направлена дисциплина «Информационное обеспечение профессиональной деятельности» (ИОПД), изучаемая магистрантами инженерного факультета Белгородского ГАУ в развитие компетенций, полученных при изучении дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» (ИТ в ПД) на уровне бакалавриата. В свою очередь, основой для изучения ИТ в ПД является дисциплина «Информатика», ранее входившая в учебные планы всех направлений обучения. Переход от естественнонаучной дисциплины («Информатика») к прикладной (ИТ в ПД) явился движением в правильном направлении, однако сопровождался резким снижением учебной нагрузки. Частично этот недостаток был скомпенсирован введением в образовательные программы всех направлений обучения дисциплины «Мировые информационные ресурсы». Однако сейчас такой дисциплины нет. В этих обстоятельствах наличие дисциплины ИОПД для уровня магистратуры является правильным решением. Обучаемые должны научиться использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов.

По определению, информационное обеспечение – это совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации и информационных массивов.

Обучающиеся должны знать классификацию информационных ресурсов, классификаторы технико-экономической и социальной, нормативно-правовой,

научно-технической, патентной информации, используемые кодификаторы, уметь работать с применяющими их ИС, прежде всего государственными, как межведомственными универсальными, так и отраслевыми.

Формирование элементов единого информационного пространства в АПК РФ ведется через создание узкоспециализированных и многопрофильных отраслевых баз данных [4]. Отмечается, что российская наука и производство по глубине вовлеченности в инфосреду уступают зарубежным конкурентам, однако сейчас предпринимаются комплексные меры по сокращению этого разрыва, в том числе в рамках проекта «Цифровое сельское хозяйство». Уже сейчас в открытом доступе находятся десятки реестров и наборов данных Минсельхоза, а в эксплуатации находятся десятки отраслевых ИС [5].

Важную роль в упорядочении информации и облегчении ИП отраслевой информации играют онтологии и тезаурусы предметной области, ведется постоянная работа по их детализации и актуализации [6].

Изучая дисциплину ИОПД, обучающиеся должны овладеть соответствующей терминологией, навыками поиска информации в электронных библиотечных системах и базах данных с применением УДК, МПК, знать принципы работы ЕГИСУ НИОКТР, работать с научной электронной библиотекой eLibrary.ru и РИНЦ, знать и уметь использовать авторитетные отраслевые базы данных и знаний (БД «АГРОС» и другие).

#### Список литературы

1. Паризер Э. За стеной фильтров. Что Интернет скрывает от вас? / Пер. с англ. М. : Альпина Бизнес Букс, 2012. 304 с.
2. Миронов А.Л., Миронова Г.В. Современные проблемы информационного поиска / Материалы XXV Международной научно-производственной конференции «Роль науки в удвоении валового регионального продукта». Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. С. 248–249.
3. Миронов А.Л., Миронова Г.В. Соотношение релевантности и пертинентности поисковой выдачи / Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке». Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 257–260.
4. Муратова Е.А. Информационное обеспечение АПК Российской Федерации / Московский экономический журнал. 2019. № 9. С. 425–432.
5. Перечень информационных систем Минсельхоза России – [Электронный ресурс] – URL: <http://opendata.mcx.ru/opendata/7708075454-perecheninformsistem>.
6. Пирумова Л.Н., Соколова Ж.В. Актуализация информационно-поискового тезауруса по сельскому хозяйству и продовольствию // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 5. С. 52–54.
7. АГРОС – крупнейшая в АПК документографическая база данных – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.cnsnb.ru/cataloga.shtm>.

## **О НЕКОТОРЫХ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

**Наранбаатар Я., Полковская М.Н.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

Развитие отраслей сельского хозяйства играет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности. В частности, отрасль животноводства в Иркутской области в последние годы успешно развивается. Согласно статистическим данным в 2022 году в регионе произведено 459,9 тыс. тонн молока и 160,4 тыс. тонн мяса. При этом поголовье крупного рогатого скота за 10 лет (2004-2022 гг.) увеличилось почти на 9%.

Для повышения продуктивности скота важным является применение оптимальных кормовых рационов. Кроме того, планирование оборота и структуры стада также позволит повысить объемы производства продукции животноводства и уровень рентабельности.

Моделирование структуры стада может осуществляться на основе задачи линейного программирования, предложенной в работе [1]. Целевой функцией является максимум производства валовой продукции в денежном выражении. При ограничениях соотношения между маточным поголовьем и поголовьем младшей группы молодняка; между телочками и бычками в младшей половозрастной группе; молодняка предыдущих и последующих возрастных групп. Кроме того, задача содержит условия по взаимосвязи между нетелями и половозрастной группой молодняка, из которой производится их пополнение; по связи между численностью коров и нетелей и неотрицательности переменных. Помимо этого, авторы отдельно выделяют задачу оптимизации оборота стада. Вместе с тем, в работе [2] предложена комплексная задача по определению оптимального годового оборота и структуры стада крупного рогатого скота. Аналогичный подход описан в исследовании [3]. Авторами решена задача оптимизации структуры и движения стада на примере хозяйства мясомолочной направленности.

Как было отмечено ранее, повышение продуктивности скота невозможно без применения сбалансированных кормовых рационов. Данная задача подробно описана в работе [4]. Целевая функция модели направлена на минимизацию стоимости кормов, при ограничениях по: питательным веществам; содержанию сухого вещества; физиологически допустимым пределам скармливания кормов; требованиям по удельному весу отдельных видов кормов; неотрицательности переменных. При составлении оптимального суточного рациона кормления скота важно учитывать, к какой группе относятся животные. Кроме того, при решении данной задачи необходимо применять экспертные оценки, поскольку в хозяйстве могут быть животные разного направления производства (молочное, мясное, мясомолочное) и пород.

В частности, задача оптимизации суточного рациона кормления животных на выращивании и откорме решена на примере одного из предприятий с учетом зоотехнических и экономических требований в работе [5].

Описанные задачи планирования, применяемые в животноводстве, несомненно, являются актуальными. Вместе с тем существует возможность их модификации с учетом наличия в целевой функции и ограничениях переменных, имеющих функциональные зависимости. Получение прогнозов тех или иных характеристик позволяет осуществлять многоэтапное планирование на перспективу, в этом случае задача переходит в разряд параметрических. Применение задач математического программирования позволит не только выбрать оптимальную структуру стада или рацион кормления, но и позволит оценить будущую прибыль предприятия с учетом применения полученных оптимальных планов.

### Список литературы

1. Практикум по математическому моделированию экономических процессов в сельском хозяйстве / под ред. А.Ф. Карпенко. – 2-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1985. 269 с.
2. Поддубный С.С. Оптимизация годового оборота и структуры стада крупного рогатого скота // Моделирование и информационное обеспечение экономических процессов в АПК: Сб. науч. тр. / ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ. Воронеж : Воронежский ГАУ, 2011. С. 117–119.
3. Тургунов Т.Т., Махмудова Н.Р. Оптимизация структуры и движения стада в животноводстве // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сб. материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Соленое Займище, 10-12 августа 2021 года / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН. Соленое Займище : Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1305–1309.
4. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / под ред. А.М. Гатаулина. М. : Агропромиздат, 1990. 432 с.
5. Бауэр М.Ш., Окутаева С.Т. Оптимизация рациона кормления как фактор повышения эффективности производства мяса КРС // Проблемы агрорынка. 2017. № 3. С. 84–89.

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОТБОРЕ СОТРУДНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО НАЙМА**

**Петренко М.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Агропромышленный комплекс (АПК) играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий. Однако, как и в любой другой отрасли, успешная деятельность АПК напрямую зависит от квалифицированных и мотивированных сотрудников. В условиях быстро меняющегося рынка и технологических инноваций, использование искусственного интеллекта (ИИ) в процессе отбора персонала становится все более актуальным [5]. В данной статье мы рассмотрим, как ИИ может улучшить процесс отбора сотрудников в агропромышленном комплексе.

**Автоматизированный отбор резюме:** одним из ключевых преимуществ использования ИИ в отборе сотрудников является возможность автоматизированного анализа резюме кандидатов [1]. Благодаря этому процессу можно значительно сократить время, затрачиваемое на первичный отбор кандидатов, а также повысить точность и объективность этого этапа.

**Прогнозирование успешности кандидатов:** ИИ позволяет анализировать данные о прошлых успешных и неуспешных наймах, что позволяет предсказывать вероятность успеха кандидатов на конкретных должностях в АПК. Это позволяет улучшить качество подбора персонала и снизить риск ошибок при найме.

**Автоматизированный подбор кандидатов:** использование ИИ позволяет автоматически сопоставлять профессиональные навыки, опыт работы и образование кандидатов с требованиями конкретных вакансий в АПК [2]. Это повышает эффективность процесса подбора персонала и помогает найти наилучших кандидатов для каждой должности.

**Анализ данных о производительности сотрудников:** ИИ может использоваться для анализа данных о производительности сотрудников, что позволяет выявить общие черты успешных работников в АПК. Это знание может быть использовано для более точного отбора новых кандидатов и создания более эффективных команд [3].

**Адаптивное обучение и развитие персонала:** используя данные об успехах и неудачах сотрудников, ИИ может помочь создавать персонализированные программы обучения и развития для сотрудников АПК на основе их индивидуальных потребностей и способностей [4].

В целом, анализ данных на основе искусственного интеллекта открывает новые возможности для бизнеса, науки и общества в целом. Правильное применение этой технологии может значительно улучшить качество принимаемых решений, повысить эффективность работы и способствовать развитию иннова-

ций. Вместе с тем, важно помнить о необходимости ответственного использования ИИ и соблюдении этических норм в процессе анализа данных.

В современном мире образование играет ключевую роль в развитии общества и формировании будущего. Одним из важных аспектов образования является оценка знаний и умений студентов с помощью тестов и экзаменов. Традиционные методы анализа тестов ограничены в своих возможностях, но с развитием искусственного интеллекта и машинного обучения открываются новые перспективы для улучшения процесса оценки и анализа результатов тестирования.

Использование искусственного интеллекта в процессе отбора сотрудников в агропромышленном комплексе предоставляет значительные преимущества. От автоматизированного отбора резюме до анализа данных о производительности сотрудников, ИИ помогает улучшить эффективность и точность процесса найма, что в свою очередь способствует повышению производительности и конкурентоспособности АПК. Однако важно учитывать этические и юридические аспекты при использовании ИИ в процессе отбора персонала, чтобы избежать дискриминации и обеспечить соблюдение законодательства о защите данных.

#### Список литературы

1. Балашова Т.Н. Проблемы реализации права на образование в условиях информационно-цифровой реальности и развитие искусственного интеллекта, Поволжский регион. Общественные науки, 2021. 78 с.
2. Викулова О. Искусственный интеллект (ИИ) и будущее международной торговли / О. Викулова, Д. Горностаева // Международная экономика. 2020. С. 75–78.
3. Збинякова М.В., Миронов А.Л. Технологии информационной поддержки профессионального отбора и специализации работников АПК // Материалы Национальной научно-практической конференции. Майский : БелГАУ, 2023. С. 324–326.
4. Мишенин Е.Н., Миронов А.Л. Системы поддержки принятия решений как перспективный инструмент психологического исследования работников АПК // Материалы Национальной научно-практической конференции. Майский : БелГАУ, 2021. С. 361–365.
5. Кудрявцев Ю.А. Машинное обучение и анализ данных. М. : ДМК Пресс, 2019.
6. Ломазов В.А., Прокушев Я.Е. Процедура поддержки принятия кадровых решений с учетом мотивации работников // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 4 (355). С. 2–10.

## **МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ ЦЕЛОСТНОСТИ ДАННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ АПК**

**Рекунова М.И., Миронов А.Л.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Защита целостности данных в корпоративных информационных системах (ИС) агропромышленного комплекса (АПК) является одним из важнейших аспектов их информационной безопасности. С увеличением объёмов информации, хранимой и обрабатываемой в системах предприятий сельскохозяйственного сектора, растёт их уязвимость перед различными угрозами [1]. Поэтому разработка и использование эффективных механизмов защиты целостности данных становится необходимостью для обеспечения стабильной работы организации [2, 3].

Одним из основных механизмов защиты целостности данных является регулярное проведение аудитов и мониторинга ИС систем. Путём анализа журналов событий и изменений можно выявить несанкционированные действия персонала или внешних злоумышленников, направленные на нарушение целостности данных. Важно также создание резервных копий информации и её шифрование.

Для обеспечения целостности данных в корпоративных ИС АПК необходимо также использовать средства антивирусной защиты и системы контроля доступа. Установка антивирусного программного обеспечения позволяет обнаруживать и блокировать вредоносные программы, способные повредить данные. Контроль доступа к информационным ресурсам позволяет ограничить возможности повреждения данных персоналом.

Важным аспектом защиты целостности данных является также обучение сотрудников предприятия правилам информационной безопасности. Часто повреждения данных происходят из-за недостаточной осведомлённости сотрудников о возможных угрозах и методах защиты. Проведение тренингов и обучающих программ помогает повысить осведомлённость персонала и снизить вероятность возникновения инцидентов.

Одним из основных шагов в обеспечении целостности базы данных (БД) является резервное копирование. Резервное копирование данных позволяет восстановить информацию в случае ее случайного удаления, повреждения или кибератаки. Важно не только создавать резервные копии, но и тестировать процесс восстановления, чтобы убедиться в его эффективности.

Другим важным аспектом является мониторинг и обнаружение ошибок в БД. Регулярное сканирование на предмет целостности данных позволяет выявить проблемы до того, как они приведут к серьезным последствиям. Системы мониторинга могут автоматически оповещать администраторов о возможных угрозах и помогать быстро реагировать на них.

Особый случай нарушения целостности данных – это внесение несоответствующих бизнес-процессу предприятия изменений в данные лицом с правами администратора, что возможно при деструктивных действиях персонала или перехвате управления внешним злоумышленником, например при атаке типа SQL-инъекции. Для этого случая могут использоваться известные методы криптографической защиты данных в виде блокчейна.

В настоящее время имеется несколько программных реализаций, в основе которых лежит хеширование данных и построение дерева Меркла для транзакций [3, 4]. Для контроля целостности предлагается [3] определять корневой хеш (корень Меркла) с использованием функция SHA-256 и регулярно сравнивать получаемое значение с ранее сохраненным. Фирмой ИнфоСофт (Новосибирск) разработано приложение, автоматизирующее процесс контроля [4], также основанное на применении SHA-256. В принципе, каждое предприятие может принять решение по применению определенной хеш-функции, которых весьма много. Но у всех есть уязвимости, обусловленные возможными коллизиями. В настоящее время нет приложения, автоматизирующего контроль целостности с использованием алгоритма хеширования по ГОСТ 34.11-2018. Однако, имеется возможность контроля вручную с использования аппаратных и программных средств. Таким образом, могут применяться различные инструменты. Представляют интерес исследования по локализации повреждений БД и применению избыточного кодирования для восстановления данных [5].

В целом, механизмы защиты целостности данных в корпоративных ИС агропромышленного комплекса играют ключевую роль в обеспечении безопасности и надёжности работы предприятий. Использование комплексного подхода, включающего технические средства защиты, аудит информационных систем и обучение персонала, позволяет минимизировать риски и обеспечить стабильную работу организации в условиях современных угроз информационной безопасности.

#### Список литературы

1. Дутов А.И., Миронов А.Л. Информационная безопасность предприятий АПК в условиях цифровизации / Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке»: в 4 томах. Т. 4. Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 292–293.
2. Защита от несанкционированного доступа и контроль целостности – [Электронный ресурс] – URL: <https://cloudnetworks.ru/inf-bezopasnost/kontrol-tselostnosti/> (дата обращения 15.05.2024).
3. Калимулин М. Защита баз данных – [Электронный ресурс] – URL: <https://specportal.pro/articles/zaschita-baz-dannyh/>.
4. Дорошкевич А. Первый в России Blockchain на 1C+PostgreSQL – [Электронный ресурс] – URL: <https://pgconf.ru/talk/1588519> (дата обращения 15.05.2024).
5. Диченко С.А. Контроль и обеспечение целостности информации в системах хранения данных // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2019. Т. 11. № 1. С. 49–57.

## ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОЕНИЯ ОВЕЦ

**Сторожук Т.А., Мищенко С.Н.**

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Как и во всех других отраслях народного хозяйства в промышленном животноводстве индустриализация производства определяет его эффективность. Это особенно важно с учетом применения комплексной механизации на основных трудоемких процессах при производстве молока, т.к. доля ручного труда в этой сфере составляет до 40%.

Целью настоящей работы является оптимизация технологических показателей линии доения овец, регламентация ее комплектации и эксплуатационных режимов. Одним из путей повышения качества производственного процесса и объемов выполняемых работ является совершенствование уже имеющихся моделей доильных аппаратов, за счет модернизации составных частей машины.

Основными факторами, влияющими на молокоотдачу, являются величина рабочего вакуума и его колебания в процессе работы доильного аппарата. При этом наиболее предпочтительно рабочий вакуум характеризовать величиной давления воздуха в подсосковой и межстенной камерах стаканов доильного аппарата.

Длительность такта, соответствующего выведению молока в процессе доения, определяется временем откачки воздуха из камеры переменного давления и величиной номинального вакуума в системе. Длительность такта сжатия сосковой резины зависит от величины вакуума откачки и также величины начального вакуума.

На практике понятие рабочего вакуума часто отождествляется с величиной давления воздуха в вакуумной или молочной линии. Такой подход упрощает контроль за вакуумным режимом процесса доения, однако характеризует этот процесс весьма относительно, так как в отдельных конструкциях доильных установок и аппаратов регламентируемые величины существенно отличаются друг от друга.

При глубине рабочего вакуума 32-40 кПа наполнение доильных стаканов наблюдалось у 14% исследуемых овец, а при вакууме более 40 кПа количество таких животных увеличилось до 35%. Кроме того, увеличение вакуума свыше 45-50 кПа вызывает на сосках животных гиперемия, которая у некоторых овец не проходит до следующего доения.

Уменьшение расхода воздуха доильными аппаратами достигается сокращением количества одновременных подключений. Герметичность молокопровода рекомендуется проверять по отдельным участкам. Для повышения достоверности данных, замеры, как правило, проводятся не менее трех раз.

Для увеличения производительности вакуумной линии устанавливают насос с большей производительностью, или присоединяя к нему параллельно

еще один насос. Стабилизировать величину рабочего вакуума при работе доильных аппаратов возможно путем использования для каждого доильного аппарата индивидуального вакуум-регулятора. Между тем, до сих пор не исследован расход воздуха различными элементами доильного аппарата (пульсатором, коллектором, стаканами), что представляет значительный теоретический и практический интерес, так как позволит более обоснованно рекомендовать пути совершенствования машинного доения овец. Тем не менее, известно, что расход воздуха пульсатором в первую очередь зависит от его конструкции. Пневматические мембранные пульсаторы имеют практически одинаковый расход воздуха.

Все доильные аппараты работают с подсосом воздуха в коллектор, что служит для транспортировки молока по шлангам и молокопроводу [1]. По этой величине доильные аппараты несущественно отличаются друг от друга. Практически все доильные аппараты при переходе с холостого режима работы на активное отсасывание молока из вымени животного увеличивают на 20-50% расход воздуха.

В установках с молокопроводом подсосковые и межстенные камеры стаканов доильных аппаратов соединяются соответственно с молочной и вакуумной линиями, а так как расходные характеристики этих камер отличаются друг от друга, то задача поддержания одинакового давления в них во время такта выведения молока превращается в серьезную проблему.

На основании выполненной работы можно сделать следующие выводы. Повышение молочной продуктивности овец обеспечивается при соблюдении технологических режимов работы доильного оборудования, что в свою очередь объясняется полным извлечением молока при отсутствии вредных последствий для животных.

Для сокращения расхода воздуха через неплотность вакуум-провода и особенно молокопровода требуется проведение планового технического обслуживания доильных установок и замена изношенных уплотняющих устройств.

Повышение эффективности линии доения [2] обеспечивается также соблюдением эксплуатационных графиков работы оборудования и графиков организации технологических операций линии доения и первичной обработки молока. Использование доильных установок с молокопроводом приводит к снижению затрат ручного труда и повышению качества молока.

#### Список литературы

1. Сторожук Т.А. Ресурсосберегающие механизированные технологии доения коров / В сборнике: Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год, сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей, 2018 год. С. 315–316.

2. Сторожук Т.А. Применение программного обеспечения для проектирования линии доения коров – как фактор снижения энергозатрат / Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность, 2018. № 2 (34). С. 117–120.

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Процесс дистанционного зондирования в сельском хозяйстве основан на информации, собранной различными устройствами за определенный период. Полученные данные затем можно использовать для анализа различных аспектов развития сельскохозяйственных культур и урожайности.

Рассмотрим технологический процесс дистанционного зондирования. Источник энергии, который может быть естественным (например, солнечный свет) или искусственным (например, активные датчики, такие как радар), испускает электромагнитное излучение в сторону поверхности Земли. Излучаемая энергия взаимодействует с целевыми объектами или поверхностями. Часть энергии поглощается, часть отражается, а часть может передаваться через объект. Взаимодействие зависит от свойств объекта, таких как его состав, текстура и содержание влаги. Датчики, обычно расположенные на спутниках, самолетах или беспилотных летательных аппаратах, обнаруживают энергию, которая отражается или излучается исследуемым объектом. Эти датчики могут улавливать широкий диапазон длин волн, включая видимый, инфракрасный и микроволновый. Датчики собирают данные в виде цифровых изображений или измерений. Полученные данные могут включать интенсивность отраженной или излучаемой энергии на разных длинах волн. После сбора данные передаются на наземные станции или хранятся на борту сенсорной платформы. Затем они обрабатываются и становятся доступными для дальнейшего анализа. Данные дистанционного зондирования Земли обрабатываются с помощью специализированных алгоритмов и методик, которые включают поправки на атмосферные помехи, геометрические искажения и радиометрическую калибровку. Затем обработанные данные анализируются для извлечения значимой информации о поверхности Земли. Анализируемые данные интерпретируются экспертами, например, агрономами, которые идентифицируют и классифицируют объекты, картографируют типы почвенно-растительного покрова, отслеживают изменения и извлекают необходимую информацию [1, 2]. Важно отметить, что дистанционная технология может использовать как пассивные, так и активные методы зондирования. Пассивные датчики обнаруживают естественную энергию (например, солнечный свет), которая отражается или излучается поверхностью Земли. Активные датчики, с другой стороны, излучают собственную энергию (например, радиолокационные импульсы) и измеряют энергию, которая отражается обратно.

В сельском хозяйстве методы дистанционного зондирования включают в себя различные методы сбора и анализа данных о сельскохозяйственных культурах и земельных участках [3]. Рассмотрим некоторые распространенные типы дистанционного зондирования, используемые в сельском хозяйстве:

**1. Оптическое зондирование:** оптические датчики улавливают электромагнитное излучение в видимой и инфракрасной областях электромагнитного спектра. Они предоставляют объективную информацию о развитии сельскохозяйственных культур, вегетационных индексах и почвенно-растительном покрове. Данные оптического зондирования обычно получают с помощью спутниковых снимков или аэрофотосъемки.

**2. Мультиспектральное зондирование:** мультиспектральные датчики собирают данные в нескольких дискретных полосах электромагнитного спектра. Они позволяют анализировать конкретные длины волн, имеющие отношение к состоянию растений и мониторингу урожая. Мультиспектральные данные используются для расчета вегетационных индексов и оценки состояния посевов.

**3. Гиперспектральное зондирование:** гиперспектральные датчики собирают данные в сотнях узких и смежных спектральных полосах по всему электромагнитному спектру. Такое высокое спектральное разрешение позволяет проводить детальный анализ и идентификацию специфических материалов и характеристик растительности. Гиперспектральные данные полезны для обнаружения заболеваний, оценки питательных веществ и детальной классификации сельскохозяйственных культур.

**4. Радиолокационное зондирование:** радиолокационные датчики используют микроволновое излучение для проникновения в облачный покров, растительность и почву, что позволяет собирать данные независимо от погодных условий. Радарные датчики измеряют обратно рассеянный сигнал, который предоставляет информацию о структуре сельскохозяйственных культур и влажности местности. Радиолокационные данные полезны для картографирования рельефа, мониторинга влажности почвы и оценки стадий роста сельскохозяйственных культур [4].

Различные типы методов дистанционного зондирования предоставляют взаимодополняющие источники данных и возможности, позволяющие получить всестороннее представление о сельскохозяйственных системах.

#### Список литературы

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685452. Расчет агрохимических показателей в почве / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов. Заявка № 2023684093 от 14.11.2023; опублик. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685451. Расчет агрофизических показателей в почве / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов. Заявка № 2023684097 от 14.11.2023; опублик. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
3. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов [и др.] // Вестник РГАТУ. 2019. № 2 (42). С. 74–80.
4. Клёсов Д.Н., Ореховская А.А. Прогнозирование урожайности зерновых культур // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : материалы национальной науч.- практ. конф. Белгород, 2023. С. 333–335.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДАТЧИКИ

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Интеллектуальные сельскохозяйственные датчики помогают легко идентифицировать животных, следить за их здоровьем, тем самым облегчая изоляцию и выздоровление больных коров путем идентификации, обнаружения и наблюдения за стадами. Используя интеллектуальные датчики, аграрии могут удаленно следить за состоянием сельскохозяйственных угодий [1-3], бороться с вредителями культур [4] и принимать оперативные меры по предупреждению уничтожения посевов.

Датчик – это устройство, которое воспринимает определенные входные сигналы, создаваемые освещением, движением, давлением, теплом или влагой, и преобразует их в электрический импульс, который обрабатывается человеком и используется для принятия оперативных решений. Датчики позволяют определять физические или химические изменения в окружающей среде и преобразовывать их в электрические сигналы. Тип используемого датчика зависит от вида обнаруживаемого изменения. Рассмотрим основные типы датчиков, применяемых в сельском хозяйстве.

**1. Оптические датчики.** Данный тип датчиков предполагает использование света для оценки почвенных материалов и отслеживания бесчисленного распространения света. Эти датчики могут быть размещены на автомобилях, спутниках, беспилотных летательных аппаратах или роботах, что позволяет отражать почву, а также собирать и обрабатывать данные о цвете растений.

**2. Электрохимические датчики для обнаружения питательных веществ в почве.** Эти датчики помогают в сборе, обработке и картографировании химических данных почвы. Обычно их устанавливают на специально разработанные подвижные устройства. Они предоставляют точные данные, необходимые для сельского хозяйства (например, уровень питательных веществ в почве и ее кислотность).

**3. Механические датчики почвы.** Эти типы датчиков используются для измерения сжатия грунта или механического сопротивления. Когда датчик проходит через почву, он документирует удерживающие силы, возникающие в результате резания, разрушения и смещения грунта. Механическое сопротивление грунта записывается в единице давления и указывает на отношение силы, необходимой для прохождения в канал грунта, к фронтальной зоне орудия, входящего в контакт с почвой.

**4. Диэлектрические датчики влажности почвы.** Этот датчик рассчитывает уровень влажности в почве с помощью диэлектрической проницаемости. Это электрическое свойство, которое изменяется в зависимости от содержания влаги в почве.

**5. Электронные датчики** устанавливаются на тракторы и другую сельскохозяйственную технику для контроля технического состояния. Данные передаются по системам сотовой и спутниковой связи на компьютеры или отправляются по почте непосредственно физическим лицам.

**6. Датчики воздушного потока.** Данный тип датчиков измеряет проникновение воздуха в почву. Ожидаемым результатом является давление, необходимое для проталкивания определенного количества воздуха в землю на заданную глубину. Существуют различные свойства почвы [5, 6], в том числе уровень влажности, тип уплотнения почвы и структура, которые дают различную идентификационную сигнатуру.

**7. Сельскохозяйственные датчики** Интернета вещей (IoT). Датчики IoT предоставляют информацию в режиме реального времени о том, что происходит на поле, включая температуру воздуха и почвы на различной глубине, количество осадков, влажность листьев, хлорофилл, скорость ветра, температуру точки росы, направление ветра, относительную влажность, солнечную радиацию и атмосферное давление. Датчики IoT позволяют производителям сельскохозяйственной продукции определять время, когда урожай должен быть собран, количество используемой воды, состояние почвы и есть ли необходимость в каких-либо дополнительных затратах.

Использование датчиков точного земледелия в краткосрочной перспективе позволит повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет внедрения высокоурожайных сортов возделываемых культур, разработки современных решений для защиты от вредителей и применения прогрессивных технологий точного земледелия.

#### Список литературы

1. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин [и др.] // Вестник РГАТУ. 2018. № 4 (40). С. 167–172.
2. Клёсов Д.Н., Ореховская А.А. Прогнозирование урожайности зерновых культур // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы национальной науч.- практ. конф. Белгород, 2023. С. 333–335.
3. Терентьев В.В., Андреев К.П., Аникин Н.В. Точное земледелие для устойчивой интенсификации в сельском хозяйстве // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения. Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. 2020. С. 206–213.
4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685439. Калькулятор общей численности почвенных микроорганизмов / В.Э. Ващилин, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов, Н.В. Водолазская. Оpubл. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685451. Расчет агрофизических показателей в почве / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов. Оpubл. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
6. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685452. Расчет агрохимических показателей в почве / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов. Оpubл. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

В последнее время наблюдается рост использования передовых технологических систем, таких как дистанционное зондирование, в сельском хозяйстве. Методы ведения сельского хозяйства сегодня значительно более эффективны, последовательны и упорядочены по сравнению с традиционными сельскохозяйственными практиками.

Дистанционное зондирование – это область исследований и технологий, которая включает в себя сбор информации о поверхности Земли или других объектах на расстоянии. Она использует различные устройства и датчики, такие как спутники, самолеты и дроны, для сбора данных без физического контакта с объектом исследования. Проще говоря, данная технология предполагает удаленную проверку земельного участка, которая включает в себя оценку физических характеристик определенного участка земли [1]. Процесс дистанционного зондирования основан на оценке производимого и отраженного излучения от земли, что помогает структурировать картину почвенного покрова [2] и помогает специалистам давать объективную характеристику конкретных земельных угодий.

Дистанционно зондирование имеет широкий спектр применения в различных направлениях, включая мониторинг окружающей среды, сельское хозяйство, городское планирование и управление стихийными бедствиями. Технология предоставляет средства для наблюдения и изучения больших участков поверхности Земли, доступ к которым затруднен или невозможен.

Рассмотрим наиболее распространенные области применения дистанционного зондирования:

**1. Картографирование почвенно-растительного покрова и землепользования** позволяет идентифицировать и классифицировать различные типы почвенно-растительного покрова, такие как леса, сельскохозяйственные культуры, водоемы и городские районы. Эта информация помогает в мониторинге изменений в землепользовании, оценке обезлесения, управлении природными ресурсами и планировании городского развития.

**2. Экологический мониторинг** позволяет наблюдать и анализировать параметры окружающей среды, такие как здоровье растительности, качество воды, загрязнение воздуха и индикаторы изменения климата. Дистанционное зондирование помогает в мониторинге и понимании природных явлений, таких как лесные пожары, засухи и таяние полярных ледяных шапок.

**3. Сельское хозяйство и растениеводство.** Сельскохозяйственное дистанционное зондирование позволяет оценивать состояние и урожайность сельскохозяйственных культур, а также определять районы, пораженные вредителями или болезнями. Эта информация помогает производителям растениевод-

ческой продукции принимать обоснованные решения об орошении, внесении удобрений [3] и борьбе с вредителями [4], что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур [5] и управления ресурсами [6].

**4. Ликвидация последствий стихийных бедствий.** Дистанционное зондирование играет важнейшую роль в усилиях по реагированию на стихийные бедствия и восстановлению поврежденных объектов. Технология помогает составить карту масштабов стихийных бедствий, таких как ураганы, наводнения и землетрясения, что позволяет эффективно распределять ресурсы и помощь. Дистанционное зондирование также помогает в оценке ущерба после стихийных бедствий и планировании восстановительных работ.

**5. Геология и разведка полезных ископаемых.** Методы дистанционного зондирования, такие как гиперспектральная визуализация и радар, могут обнаруживать и характеризовать геологические особенности и месторождения полезных ископаемых. Эта информация используется для геологического картирования, разведки полезных ископаемых и оценки ресурсов.

Методы дистанционного зондирования продолжают совершенствоваться по мере развития сенсорных технологий, алгоритмов обработки изображений и методов анализа данных. С ростом доступности спутниковых снимков высокого разрешения и интеграцией данных дистанционного зондирования с географическими информационными системами расширяются их области применения и потенциал, способствуя облегчению процессов принятия обоснованных решений в различных сферах деятельности.

#### Список литературы

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685451. Расчет агрофизических показателей в почве / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов. Оpubл. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685452. Расчет агрохимических показателей в почве / А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов. Оpubл. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
3. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин [и др.] // Вестник РГАТУ. 2018. № 4 (40). С. 167–172.
4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685439. Калькулятор общей численности почвенных микроорганизмов / В.Э. Ващилин, А.А. Ореховская, Д.Н. Клёсов, Н.В. Водолазская. Оpubл. 27.11.2023 Бюл. № 12. 1 с.
5. Клёсов Д.Н., Ореховская А.А. Прогнозирование урожайности зерновых культур // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : материалы национальной науч.- практ. конф. Белгород, 2023. С. 333–335.
6. Терентьев В.В., Андреев К.П., Аникин Н.В. Точное земледелие для устойчивой интенсификации в сельском хозяйстве // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения. Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. 2020. С. 206–213.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Харченко А.О., Осенний В.В.**

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, Краснодар, Россия

Одна из крупнейших сфер народного хозяйства России и лидер среди экономических составляющих большинства современных государств – это сельское хозяйство, призванное обеспечивать население качественными продуктами питания в полном объеме.

Эта отрасль экономики включает в себя производство сельскохозяйственной продукции, животноводство, рыболовство и лесное хозяйство. Сельское хозяйство является важным источником пищевых ресурсов, помогает создавать рабочие места для огромного количества людей [1].

Искусственный интеллект (далее ИИ) – термин, относящийся к области компьютерных технологий, занимающаяся разработкой интеллектуальных машин, которые обладают схожим с человеческим мышлением, работают и реагируют как люди [2].

В 1950-х годах ученые из различных областей стали задумываться о возможности создания искусственного мозга. А. Тьюнинг предположил, что любой вид вычислений можно представить в цифровом виде, и в 1951 году была создана первая нейронная сеть SNARC аспирантом Марвином Мински. Название «искусственный интеллект» впервые было использовано на Дартмутской конференции в 1956 году, тогда же и появилась научная дисциплина «Исследование искусственного интеллекта».

Самым распространенным разделом искусственного интеллекта является машинное обучение. Его суть заключается в том, что данный раздел изучает методы и алгоритмы, позволяющие компьютерным системам автоматически обучаться на основе данных и делать предсказания или принимать решения без явного программного задания [3].

Иными словами, компьютерная система, получившая на вход выборку данных, может сделать прогноз, по какому-либо направлению. Зачастую точность прогнозирования зависит от 2-х факторов: качестве данных и объема выборки.

Одной из основных отраслей применения искусственного интеллекта является сельское хозяйство. Ниже приведено подробное описание различных задач, которые решает ИИ в этой отрасли.

### **Контроль состояния поля.**

При работе с неоднородными полями фермеры разделяют их на участки. Зачастую встает вопрос о правильном распределении ресурсов для обслуживания поля, к примеру удобрения для поля. Для достижения максимальных показателей урожайности необходимо рассчитывать оптимальное количество удобрений для поля, выбирать правильное время для посевов, производить орошение полей.

Данную проблему успешно решают системы на основе искусственного интеллекта, которое отслеживают состояние поля по средствам специальных датчиков, дронов или в некоторых случаях метеоданных. Далее информация, полученная с устройств, передается в компьютерную систему и обрабатывается там. В конечном итоге, система предоставляет решение.

Кроме того, при помощи таких систем возможно прогнозирование заболеваемости и появления вредителей. Для этого чаще всего применяются методы машинного обучения

#### **Контроль и поддержание здоровья скота.**

По аналогии с полями, возможно, осуществлении контроля кормления животных. Существуют специальные системы, направленные на расчёт количества корма для животных в зависимости от сезона и их физиологии. Результатом работы систем такого типа является рацион, который учитывает потребности в питательных веществах.

При помощи машинного обучения анализируются данные о поведении и физиологических показателях животных. вследствие этого выявляются признаки заболеваний. Это дает фермерам возможность быстро реагировать на проблемы и предотвращать распространение болезней.

#### **Прогнозирование урожайности.**

Помимо совершенствования процессов непосредственно на сельскохозяйственных объектах, искусственный интеллект может использоваться для автоматизации внутренних процессов аграрного предприятия.

Так, системы на базе ИИ упрощают оценку будущего урожая. Полученная в результате их работы информация используется на протяжении всего сезона, чтобы не только составлять первоначальные планы, но и вносить корректировки при необходимости. Получая на вход выборку данных прошлых лет алгоритмы подсчитают, сколько урожая можно ожидать с каждого участка поля, с учетом всех его характеристик.

В заключении требуется сказать, что искусственный интеллект используется в тех отраслях, где есть большое количество данных, потому что обработка их человеком нецелесообразна. Именно к таким производственным секторам относится сельское хозяйство, поэтому ИИ уже используется в многих направлениях АПК и развитие технологий в области искусственного интеллекта бесспорно имеют большие перспективы.

#### **Список литературы**

1. Современные проблемы экономики АПК и их решение. Материалы IV Национальной конференции. Белгород, 15 октября 2021 г. / ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. Белгород: Издательство ООО «ЛитКараВан», 2021. 404 с.

2. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / П.С. Бондаренко, Г.В. Горелова, И.А. Кацко ; под ред. И.А. Кацко, А.И. Трубилина. Москва : КНОРУС, 2019. 390 с.

Вьюгин В.В. «Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования». М. : 2013. 387 с.

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**Шибeko А.Э., Шукан М.М.**

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) стали одним из важнейших факторов, влияющих на развитие общества. Их воздействие касается государственных структур и институтов гражданского общества, экономической и социальной сфер, науки и образования, культуры и образа жизни людей.

В целом развитие отрасли информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) заложено в Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы [1]. Основная цель программы – внедрение информационно-коммуникационных технологий в системе образования, в отраслях национальной экономики и сферах жизнедеятельности человека.

Проблемы цифровизации аграрного образования раскрыты в трудах российских (Алексеева С.А., Баранова С.В., Демишкевич Г.М., Дутов А.И., Клесов Д.Н., Косов А.В., Миронов А.Л., Приходько Н.В., Харламов С.Ю.) [2] и белорусских (Жданко Д.А., Жешко А.А., Непарко Т.А., Сапун О.Л., Сырокваш Н.А., Тарасенко В.Е., Шибeko А.Э., Шидловский Д.И., Яковчик Н.С.) [3] ученых.

Беларусь относится к числу государств с высоким уровнем научно-технического развития. Этот статус подтверждается высокими позициями страны в глобальном индексе инноваций (Global Innovation Index – 32,6: 62 место из 132 стран). Так, по субиндексу «человеческий капитал и исследования» Беларусь занимает 38 место из 132 государств, по субиндексу «знания и технологический выход» – 37 место, «подготовка специалистов в области науки и техники» – 11 место в мире [4].

Основными поставщиками ИТ-специалистов для отраслей экономики Беларуси являются: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; Белорусский государственный университет; Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины; Белорусский государственный технологический университет (факультет информационных технологий); Белорусский национальный технический университет (факультет информационных технологий и робототехники); Белорусский государственный экономический университет (факультет цифровых технологий); Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (факультет математики и информатики); Полоцкий государственный университет (факультет информационных технологий).

Белорусские вузы готовят ИТ-специалистов по 70 специальностям.

Государственной программой «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы предусматривается выполнение мероприятий по созданию (развитию) современной информационно-коммуникационной инфраструктуры, внедрению

цифровых инноваций в отраслях экономики и технологий «умных городов», а также обеспечению информационной безопасности таких решений (в настоящее время 82 мероприятия). Продолжится совершенствование инфраструктуры электронного правительства путем создания (развития) ряда межведомственных информационных систем, обеспечивающих реализацию государственных электронных сервисов.

В результате её реализации планируется еще более повысить технологический уровень развития Беларуси, как в национальном, так и в мировом масштабах, сформировать единую архитектуру государственных данных и политики управления ими. А это значит - создать цифровую информационную экосистему. Большинство государственных функций и бизнес-процессов организаций будут переведены в электронную форму.

Если рассматривать отраслевые решения, то перспективными являются такие направления как государственное управление (e-Governance), промышленное производство (Industry 4.0), системы безбумажной торговли (e-Trade), жилищно-коммунальное хозяйство (Smart City), транспорт и логистика (Intelligent Transport System), энергетика и нефтехимия (Smart Grid), сельское хозяйство (e-Agriculture), наука и образование (Science 2.0, Smart Learning).

Анализ тенденций развития современной экономики показывает, что образование, формирующее интеллектуальный потенциал человеческих ресурсов, является производственным фактором, обеспечивающим высокие экономические результаты и темпы прогресса экономики страны. Система высшего образования определяет непосредственный экономический эффект. Материализованные знания в виде проектов, технологий, методов управления, систематизированного опыта определяют информовооруженность работников и являются важной характеристикой экономической системы.

#### Список литературы

1. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы.
2. Косов А.В. Цифровизация дополнительного профессионального образования в АПК: состояние и направление развития / Косов А.В., Дутов А.И. и др // Материалы III Международной научно-практической конференции АНДРЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ: «Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования», 20 января 2022 г. / Под науч. ред. А.В. Корниенко, Н.В. Новичкова. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. С. 129–133.
3. Яковчик Н.С. Цифровизация как важнейший инструмент эффективного управления аграрным бизнесом в Республике Беларусь / Яковчик Н.С., Брыло И.В., Шибeko А.Э. // Материалы III Международной научно-практической конференции АНДРЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ: «Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования», 20 января 2022 г. / Под науч. ред. А.В. Корниенко, Н.В. Новичкова. М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. С. 183–193.
4. Материалы III Международной научно-практической конференции Андреевские чтения: «Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования», 20 января 2022 г. / Под науч. ред. А.В. Корниенко, Н.В. Новичкова. М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. 466 с.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

<b>Асыка А.В.</b> К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ.....	3
<b>Китайёва О.В., Бабешко Ю.С.</b> РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА.....	5
<b>Бахарев Д.Н., Глущенко Е.И.</b> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ ОТ СНЕГОВОГО ПОКРОВА.....	7
<b>Борозенцев В.И.</b> ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ПУЛЬСАТОРА.....	9
<b>Борозенцев В.И., Бекетов А.В., Жерновой М.Е.</b> К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДВИЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ.....	11
<b>Борозенцев В.И.</b> МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДОИЛЬНОЙ СТАНЦИИ УДС-ЗБ-01.....	13
<b>Володько О.С., Быченин А.П., Мелехин С.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ВОДНОГО АКТИВАТОРА ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ.....	15
<b>Гужин И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ОРОШЕНИИ.....	16
<b>Добрицкий А.А.</b> АНАЛИЗ СВОЙСТВ СВЕЖЕВЫДЕЛЕННЫХ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР КАК ОБЪЕКТА СУШКИ.....	18
<b>Казаков К.В.</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В АПК.....	20
<b>Келасьев А.А., Вольников Е.М.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКОЙ В АПК.....	22
<b>Мачкарин А.В.</b> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	24
<b>Милюткин В.А., Гужин И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ СИСТЕМОЙ АГРЕГАТОВ «ТУМАН».....	26
<b>Милюткин В.А., Гужин И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВНУТРИПОЧВЕННОЙ ПОДКОРМКЕ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....	28
<b>Мингалимов Р.Р., Мусин Р.М.</b> УЛУЧШЕНИЕ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХОДА КУЛЬТИВАТОРНОГО АГРЕГАТА.....	30
<b>Макаренко А.Н., Лукьяненко Н.И.</b> ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ.....	31
<b>Новиков А.Е., Беляев А.Н.</b> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА В НАВЕСНОЙ СИСТЕМЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА.....	32
<b>Новиков А.Е., Кузнецов А.Н.</b> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАВЕСНЫХ ОРУДИЙ НА ПАРАМЕТРЫ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА.....	34
<b>Новиков А.Е., Кузнецов А.Н.</b> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ НА ПРОЦЕСС КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА.....	36
<b>Рыжков А.В.</b> КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ.....	37

<b>Саенко Ю.В.</b> НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СКАРМЛИВАНИЮ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	39
<b>Слободюк А.П.</b> ОБОСНОВАНИЕ ПРОЧНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПРЕССА.....	41
<b>Слободюк А.П., Бережная И.Ш.</b> РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАРКЕРА ПРОПАШНОЙ СЕЯЛКИ.....	42
<b>Смоляков В.С.</b> НОВОЕ В СУШКЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	44
<b>Григорьев М.А., Ставцев А.И.</b> ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЗАВОДСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В АПК.....	46
<b>Тарасенко Б.Ф., Войнаш С.А.</b> МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ КАТОК.....	49
<b>Титова В.Э., Гидзева Д.Н., Гладкова С.В., Шелухин А.А.</b> ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	51
<b>Трофимов Р.В.</b> ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ РАЗДАЧИ КОРМОВ СВИНЬЯМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК.....	53
<b>Цыганков А.В., Колесников А.С.</b> МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ ДОЗАТОР КОРМОВ.....	55
<b>Цыганков А.В., Колесников А.С.</b> ДОЗАТОРЫ КОРМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	57
<b>Чехунов О.А.</b> РОБОТИЗАЦИЯ МТФ.....	59

## ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

<b>Батырев Е.С.</b> ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ КУЛЬТИВАТОРОВ.....	61
<b>Батырев Е.С.</b> ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОШНИКОВ.....	63
<b>Белохвостов Г.И., Кунаш М.В., Позняков Д.М.</b> О ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ.....	65
<b>Бережная И.Ш.</b> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ FDM ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ.....	67
<b>Бережная И.Ш., Слободюк А.П.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЫЛЬЧАТКИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА.....	69
<b>Вергун В.И.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	71
<b>Водолазская Н.В.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ СИСТЕМ.....	72
<b>Иванов Р.П., Гужин И.Н.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	74
<b>Гужин И.Н., Казакова Д.И.</b> ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ДВИЖЕНИЯ МТА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ.....	76
<b>Нувальцева В.П., Гужин И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ.....	78
<b>Шаркова Н.А., Гужин И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ.....	80

<b>Якунина А.А., Гужин И.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН НА ВЕЛИЧИНУ ТОРМОЗНОГО ПУТИ.....	82
<b>Ерзамаев Н.М.</b> АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ В АГРОЦЕНОЗАХ.....	84
<b>Ерзамаев Н.М., Петухов С.А.</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ.....	87
<b>Ерзамаев Н.М.</b> ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	89
<b>Ерзамаев Н.М., Петухов С.А.</b> РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОЗИРОВАННОГО ВВОДА ПРИСАДОК В СИСТЕМУ СМАЗКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	91
<b>Ерзамаев Н.М., Петухов С.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	93
<b>Ерзамаева К.М., Ерзамаев М.П.</b> ДВИЖЕНИЕ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ПО НЕРОВНОСТЯМ ПОЛЯ И ЕГО КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.....	96
<b>Ерзамаева К.М., Ерзамаев М.П.</b> ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В РОЛИ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	98
<b>Ерзамаева К.М., Ерзамаев М.П.</b> ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	100
<b>Ерзамаева К.М., Ерзамаев М.П.</b> СТАБИЛЬНОСТЬ КОЛЁСНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ.....	103
<b>Ерзамаева К.М., Ерзамаев М.П.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПРИСАДОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДИЗЕЛЬНЫХ МАСЛАХ.....	105
<b>Жильцов С.Н., Сазонов Д.С.</b> КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ.....	107
<b>Жильцов С.Н., Черкашин Н.А., Артамонов Е.И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ.....	109
<b>Ильин Д.К., Павлюк Р.В.</b> РЕМОНТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ.....	111
<b>Корнеева В.К., Капцевич В.М., Закревский И.В., Мотыль И.С.</b> ВОДА – ОДИН ИЗ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА.....	113
<b>Никоноров И.Е., Морозов А.В.</b> КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ВАЛАХ.....	115
<b>Никоноров И.Е., Морозов А.В.</b> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ВАЛАХ....	117
<b>Порицкий В.М., Титова И.И.</b> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ФИЛЬТРАЦИИ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	119
<b>Приказчиков М.С., Жучихин В.А.</b> АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ.....	120
<b>Приказчиков М.С., Глухов Д.Е.</b> ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ АВТОМОБИЛЯ С ПОМОЩЬЮ БОРТОВЫХ СИСТЕМ.....	122
<b>Приказчиков М.С., Приказчиков Н.М.</b> ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИМЕНЕНИЕМ КОНДИЦИОНЕРОВ МЕТАЛЛА.....	124
<b>Глухих В.Д., Шуханов С.Н.</b> К ВОПРОСУ О ШУМОИЗОЛЯЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	126

<b>Романченко М.И.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА.....	128
<b>Романченко М.И.</b> ПОКАЗАТЕЛЬ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	130
<b>Сазонов Д.С., Сазонов А.Д., Ерзамаев М.П.</b> ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ АГРЕГАТОВ МАШИН.....	132
<b>Стребков С.В., Бондарев А.В., Новицкий А.С.</b> ПРИОРИТЕТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН В АПК.....	133
<b>Стребков С.В., Бондарев А.В., Сахнов А.В., Слободюк А.П.</b> ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	135
<b>Стребков С.В., Бондарев А.В., Слободюк А.П., Добрицкий А.А.</b> ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИЕМ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	137
<b>Стребков С.В., Бондарев А.В., Слободюк А.П., Бережная И.Ш.</b> РЕИНЖИНИРИНГ И ПРИНТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СНИЖЕНИИ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМПОРТНЫХ ПОСТАВОК ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ.....	139
<b>Стребков С.В., Бондарев А.В., Добрицкий А.А., Ковалев С.В.</b> ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ КОМБИНАЦИЕЙ ПРИСАДОК В ПАКЕТЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	141
<b>Терентьев В.В.</b> ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	143
<b>Терентьев В.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	145
<b>Терентьев В.В., Терентьев О.В.</b> МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ.....	147
<b>Власов Ю.А., Тимашов Е.П.</b> УСЛОВИЯ РАБОТЫ И ПРИМЕНЯЕМОСТЬ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ В ТРАНСМИССИЯХ.....	149
<b>Тимашов Е.П.</b> ТРЕНАЖЕР-УГЛОМЕР.....	150
<b>Шарая О.А., Рябчикова Т.А.</b> УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	152
<b>Сахнов А.В.</b> РАЗРАБОТКА ПЫЛЬНИКА ДЛЯ ШАРНИРНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ.....	154
<b>Сахнов А.В.</b> РЕМОНТ ГАЙКИ С ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБОЙ.....	156
<b>Стребков С.В., Бондарев А.В., Добрицкий А.А.</b> ЗАВИСИМОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ОТ БАЗОВОЙ ОСНОВЫ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ.....	158

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<b>Алтухов И.В., Очиров В.Д.</b> РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	160
<b>Андреев А.Е.</b> МНОГОКАМЕРНЫЙ БИОГАЗОВЫЙ РЕАКТОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	162
<b>Вольвак С.Ф.</b> К РАЗВИТИЮ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	164
<b>Вольвак С.Ф.</b> ГИБКОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОРМОВ.....	166
<b>Вольвак С.Ф.</b> РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОМБИКОРМОВОГО АГРЕГАТА.....	168

<b>Вольвак С.Ф.</b> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ.....	170
<b>Келасьев А.А., Вольников Е.М.</b> ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В УСТАНОВКАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	172
<b>Макаревич А.А., Прудников А.Ю.</b> ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	174
<b>Малахов А.Н.</b> ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН РАСТЕНИЙ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА.....	176
<b>Ульянцев Ю.Н.</b> СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗЛУЧАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	178
<b>Хохлов Е.А., Русских В.В.</b> К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ МА3-6501 ПОД ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.....	180

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК

<b>Акупиян А.Н.</b> СПИНТРОНИКА – ЭЛЕКТРОНИКА БУДУЩЕГО.....	182
<b>Боровская А.А.</b> СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ.....	184
<b>Вендин А.С.</b> МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ВАРИАНТОВ АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ.....	186
<b>Вохменов С.В., Костева А.В., Ломазова В.И.</b> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК НА ОСНОВЕ АППАРАТА СЕТЕЙ ПЕТРИ.....	188
<b>Галат В.А., Миронов А.Л.</b> ФОРМИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАК ИНСТРУМЕНТА ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	190
<b>Диль М.А.</b> ВАРИАНТЫ АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ.....	192
<b>Клёсов Д.Н., Малахова Е.В., Вацилин В.Э.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА.....	194
<b>Клёсов Д.Н., Ломазов В.А., Мирошниченко И.В., Ломазов А.В.</b> РОЛЬ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК.....	196
<b>Клёсов Д.Н., Вацилин В.Э.</b> УПРАВЛЕНИЕ РОСТОМ МИКРОБНОЙ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	198
<b>Котелевская Е.А., Чайко В.А., Лаенко Е.Д.</b> К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	200
<b>Кривоухов А.А.</b> РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК РОССИИ.....	202
<b>Куликов Ю.А., Высоцкая Е.А.</b> ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОРЕСУРСОВ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЩ.....	204
<b>Ломазов В.А., Товстолицкий Е.В.</b> ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	206
<b>Ломазова В.И., Бориславская В.С.</b> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА.....	208

<i>Ломазова В.И., Розуленко Е.В.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКИХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	210
<i>Лысенко А., Путивцева Н.П.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ГАНТА.....	212
<i>Мионов А.Л., Миронова Г.В.</i> ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПОИСК ОТРАСЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	214
<i>Наранбаатар Я., Полковская М.Н.</i> О НЕКОТОРЫХ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ....	216
<i>Петренко М.В.</i> ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОТБОРЕ СОТРУДНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО НАЙМА.....	218
<i>Рекунова М.И., Мионов А.Л.</i> МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ ЦЕЛОСТНОСТИ ДАННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ АПК.....	220
<i>Сторожук Т.А., Мищенко С.Н.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОЕНИЯ ОВЕЦ.....	222
<i>Терентьев В.В.</i> ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	224
<i>Терентьев В.В.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДАТЧИКИ.....	226
<i>Терентьев В.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.....	228
<i>Харченко А.О., Осенний В.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ....	230
<i>Шибeko А.Э., Шукан М.М.</i> ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	232
<b>СОДЕРЖАНИЕ.....</b>	<b>234</b>

Работы публикуются в авторской редакции.  
Редакционная коллегия не несёт ответственности  
за достоверность публикуемой информации.

**Компьютерная вёрстка: Манохин А.А., Строева О.М.**

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Уч.- изд.л. \_\_\_\_  
Усл. печ. л. \_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_  
308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ