

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А. Актуальные вопросы системы
технического сопровождения сложной сельскохозяйственной техники в АПК..... 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

RSM 161: гибкий двухбарабанный..... 8
Петров Е.Б., Юрочка С.С., Павкин Д.Ю. Направления развития технических
средств для механизации и автоматизации процессов в племенном скотоводстве 10

Технологии, машины и оборудование для АПК

Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П. Способ возделывания карто-
феля на тяжелых и каменистых почвах 16
Давыдов А.А. Исследование работы пневмогидробура для подпочвенного по-
лива растений многолетних насаждений с использованием гидрогеля 19
Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н., Кузьмина Т.Н., Королькова А.П.,
Скляр А.В. Реализация подпрограммы «Создание отечественного конкуренто-
способного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» ФНТП 24
Фролов В.Ю., Бычков А.В., Стригунова Н.Ю. Повышение эффективности
процесса приготовления кормов измельчителем с рабочим органом молотково-
сегментного типа 28
Комаров В.А., Нуянзин Е.А., Аняйкин П.А., Бурланков С.П. Исследование
станочного парка предприятий технического сервиса регионального агропро-
мышленного комплекса 32

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение АПК

Оськин С.В., Григораш О.В., Коломейцев А.Э. Обоснование применения
солнечных электростанций на предприятиях АПК 37

Аграрная экономика

Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В., Кирдищева Д.Н. Вероятностно-стати-
стические методы при выявлении дефектов топливной аппаратуры дизеля по
виброакустическим спектрам 43

Событие

Выставки АГРОС-2024 и «Картофель и Овощи Агротех»: мощный заряд энергии
для аграрной отрасли в начале года 48

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);

4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки);

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Редакция журнала:

141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>



Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,
допускается только с разрешения редакции.

© «Техника и оборудование для села», 2024

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 27.02.24 Заказ 31

УДК 629.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-2-7

Актуальные вопросы системы технического сопровождения сложной сельскохозяйственной техники в АПК

Ю.В. Катаев,канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
ykataev@mail.ru**В.С. Герасимов,**вед. науч. сотр.,
shrecycling@yandex.ru**И.А. Тишанинов,**мл. науч. сотр.,
tishaninov@yandex.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Изложены основные принципы и представлены сведения о технических средствах, определяющих систему технического обслуживания и ремонта машин в АПК, а также механизм взаимоотношений изготовителей и потребителей технических средств. Рассмотрены актуальные вопросы отдельных подсистем ремонтно-обслуживающей базы в инженерной службе АПК, основные группы ремонтно-обслуживающих воздействий на отечественную сельскохозяйственную технику и др.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, АПК, техническое обслуживание, надежность, диагностирование, ремонт, модернизация, отказ.

Постановка проблемы

Техническое сопровождение энергонасыщенной сельскохозяйственной техники (далее – СХТ) в АПК на протяжении всего жизненного цикла машины представляет собой ряд технологических воздействий, обеспечивающих ее готовность [1]. Эти мероприятия могут иметь сезонный характер, а также плановый с различным составом работ, одновременно возможны варианты технического сопровождения без установленного регламента по срокам, а конкретно – по заказу собственника машины [2].

Известны три основных направления, обеспечивающие ремонтно-

техническое обслуживание сложной энергонасыщенной техники [3]: при возникновении отказа; по установленным срокам (от наработки), а также при диагностировании в процессе эксплуатации или в установленные плановые сроки.

Результаты проведенных исследований ремонтно-обслуживающей базы показали, что ремонтно-технологические воздействия на существующий машинно-тракторный парк (далее – МТП) осуществляются различными вариантами и не обязательно на сервисных предприятиях инженерной службы АПК. Текущий ремонт и техническое обслуживание собственниками энергонасыщенной СХТ проводятся своими силами с использованием машинных дворов, мастерских. Этот вариант обслуживания достигает 80 %. Следует отметить низкий уровень проведения этих мероприятий владельцами техники, где зачастую отсутствуют современное технологическое оборудование и квалифицированные специалисты.

Сложный (капитальный ремонт) и модернизация энергонасыщенной СХТ, как правило, проводят в специализированных сервисных предприятиях инженерной службы АПК. В целом объемы охвата капитальным ремонтом сложной СХТ сократились за последнее 10-15 лет в 2,5-3 раза, что обусловлено высокими затратами на проведение этого вида обслуживания и резким сокращением специализированных предприятий в инженерной службе АПК, которые в состоянии проводить эту работу.

Цель исследования – исследование аспектов совершенствования и развития технического сопровождения сложной сельскохозяйственной техники в инженерной службе АПК.

Материалы и методы исследования

Техническое обслуживание сложной зарубежной энергонасыщенной техники проводилось в основном с участием дилеров производителей этих машин, работа сводилась к замене изношенных узлов и агрегатов на новые. В настоящее время значительная часть такой техники (до 10-12 %) в составе МТП АПК России простаивает по причине введенных санкций западных стран и запрета на поставки техники и запчастей к ней.

Основные группы технического сопровождения энергонасыщенной СХТ представлены на рис. 1.

Рассмотренные основные группы ремонтно-обслуживающих воздействий имеют место и для машин зарубежного производства со всеми элементами транспортирования, досборки (монтажа), обслуживания, ремонта, модернизации и утилизации машин [4].

При проведении исследований по состоянию инженерной службы АПК с ее инфраструктурой и технико-технологическими возможностями использовались материалы региональных научных и учебных аграрных заведений, а также анализ по собственным исследованиям в отдельных регионах страны: республиках Башкортостан и Татарстан, Краснодарском крае, Рязанской, Липецкой, Тамбовской и других областях. В целом полученный материал дает основание считать, что решение задач по укреплению инженерной службы является актуальным вопросом стабилизации АПК в целом.

Для выполнения работы применялись различные методы статистического анализа с использованием современной информационной базы отдельных региональных агропро-

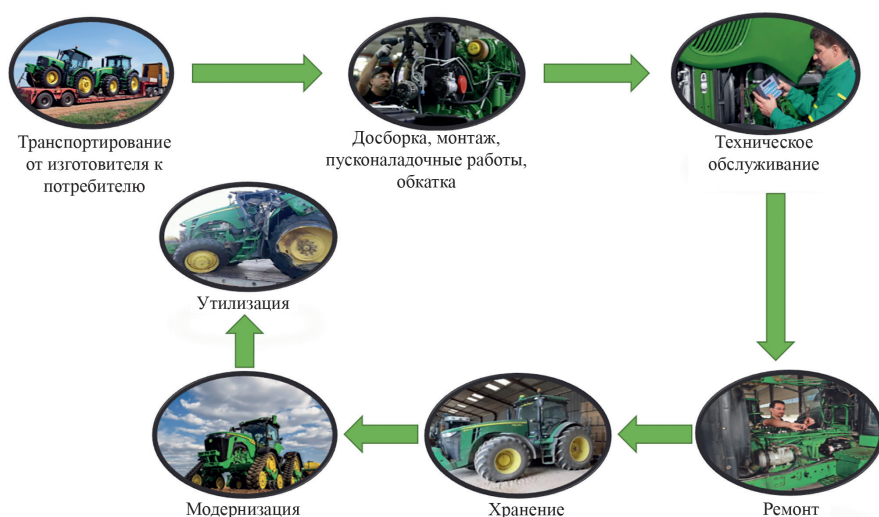


Рис. 1. Схема технического сопровождения СХТ

мысленных формирований, а также математический анализ с применением компьютерной техники и пакета программного продукта Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и обсуждение

Модернизируемая энергонасыщенная СХТ, находящаяся в эксплуатации, обеспечивает улучшение качества машины в целом, делает ее более эффективной по показателям назначения (большей точности соблюдения требований агротехники и качественных показателей процесса), обеспечивает высокий уровень технологичности, эргономичности, безопасности, однородности продукции и т.д. [5].

В табл. 1 представлены группы, характеризующие оценку модернизируемой энергонасыщенной СХТ. Обеспечение в совокупности высокого уровня этих показателей наглядно демонстрирует целесообразность восстановления сложной техники, особенно для сельхозтоваропроизводителей, имеющих средний и слабый экономический уровень. Проведенные исследования в отдельных регионах подтверждают необходимость быстрее решения этой проблемы, что обеспечит обновление МТП и даст увеличение конечной продукции растениеводства на 12-15 %.

Модернизация сложной СХТ позволяет компенсировать моральный износ и повысить эффективность ее

работы до уровня, превосходящего показатели, которые имелись в начале эксплуатации [6].

Проведенные исследования определили основные направления при формировании вторичного рынка сложной СХТ:

- прогнозирование типажа сельскохозяйственной техники, которая найдет высокий спрос у сельхозтоваропроизводителей в данном регионе;
- определение различных вариантов реализации модернизируемой

техники на вторичном рынке, включая прямые продажи, продажи через лизинговый механизм, различные варианты аренды и т.д.;

● выявление на региональном или межрегиональном уровне сервисных предприятий, которые могут обеспечить высокий уровень ремонтно-восстановительных операций сложной СХТ, включая модернизацию.

Уровень ремонтно-обслуживающих мероприятий на примере энергонасыщенного трактора представлен на рис. 2.

Наиболее простым вариантом при проведении модернизации сложной энергонасыщенной СХТ, особенно для сервисных предприятий, не имеющих высокого технологического уровня по восстановлению наиболее ответственных деталей и узлов, является их замена на новые, при этом цена восстановленной машины будет достаточно высокой. Более приемлемыми при выборе специализированного предприятия являются те, которые имеют в своем составе цеха (участки) по восстановлению важнейших деталей и узлов. Цена модернизируемой машины на таком предприятии будет составлять не более 50-55 % цены новой [6].

Таблица 1. Группы, характеризующие оценку модернизируемой энергонасыщенной СХТ

Группа основных показателей качества техники	Критерии, характеризующие показатели групп
Назначение	Полнота сбора продукции, производительность, повреждение зерна, его очистка, приспособленность к условиям эксплуатации
Безопасность	Надежность защитных устройств
Экологичность	Содержание вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду, шумоизоляция
Надежность	Вероятность безотказной работы, увеличение ресурса до ремонта, приспособленность к ТОР
Эргономичность	Обеспечение удобства в управлении машиной, включая ручное и беспилотное
Технологичность	Подготовка техники к эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла, включая утилизацию
Транспортабельность	Необходимые логистические характеристики для обеспечения доставки машины
Эстетичность	Обеспечение цветового колорита при покрытии кузова техники в соответствии с требованиями заводов-изготовителей
Экономические показатели	Обеспечение высокого уровня себестоимости изготовления, содержания и эксплуатации

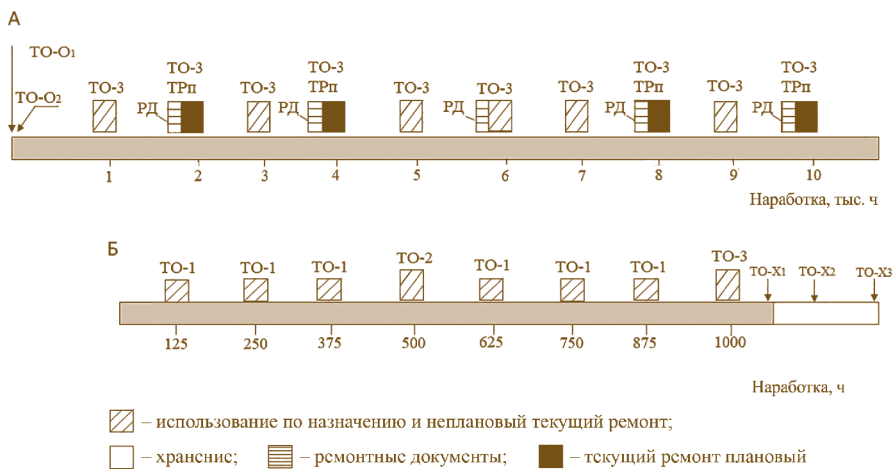


Рис. 2. Уровень ремонтно-обслуживающих мероприятий на примере энергонасыщенного трактора (наработка до планового текущего ремонта (ТР_п) показана условно, в гарантийный период он не предусматривается)

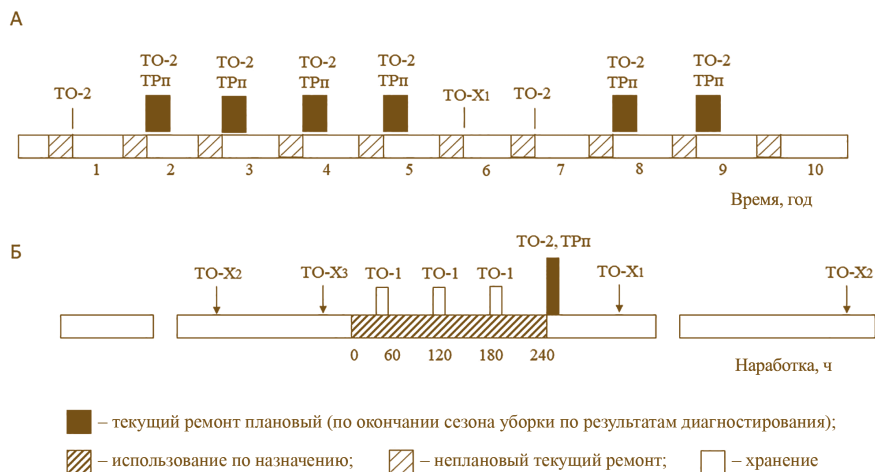


Рис. 3. Структура ремонтно-обслуживающих воздействий на примере зерноуборочных комбайнов

Таблица 2. Периодичность технического обслуживания сложной энергонасыщенной техники

Виды ТО	Периодичность ТО, особенности проведения
Предпродажное и при эксплуатационной обкатке (ТО-0)	При подготовке, проведении и окончании обкатки
Ежесменное (ЕТО)	Через 10 ч или каждую смену
Первое (ТО-1)	60 мото-ч наработки для комбайнов и сложных самоходных машин 60 ч основной работы под нагрузкой для несамоходных машин
Второе (ТО-2)	240 мото-ч наработки для комбайнов и сложных самоходных машин
Перед началом сезона работы ТО-Э	240 ч основной работы под нагрузкой для несамоходных машин
При подготовке к длительному хранению	Не позднее 10 дней с момента окончания периода использования
При снятии с длительного хранения	За 15 дней до начала использования

Структура ремонтно-обслуживающих воздействий на примере зерноуборочных комбайнов представлена на рис. 3. Она отражает сезонность и краткосрочность использования комбайна по назначению, характерную для большинства сельскохозяйственных машин [7].

Периодичность технического обслуживания (ТО) сложной энергонасыщенной техники представлена в табл. 2.

Для эксплуатации комбайнов Dominator 208 MEGA 2 (202, 203, 204) компанией Claas установлены следующие виды и регламенты ремонта и технического обслуживания: после первых 10 ч эксплуатации; после первых 100 ч использования; каждые 50 ч работы, каждые 100, 200, 500 ч работы [8].

Компания John Deere проводит ремонт и техническое обслуживание зерноуборочных комбайнов серий 2254, 2256, 2258, 2264, 2266 EXTRA со следующей периодичностью: ежедневно; через 10 ч работы двигателя; после первых 50 и 100 мото-ч; 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000 мото-ч по необходимости; ежегодно и один раз в два года [9]. Такая же система установлена в комбайнах John Deere серий 6650, 6750.

По результатам исследований режимов проведения технического обслуживания сложной СХТ [10-12] определена необходимость рассмотреть наиболее важный из них – диагностирование. Современные диагностические средства, определяющие техническое состояние энергонасыщенной СХТ в процессе эксплуатации, включая бесконтактное диагностирование, используют большое количество контрольных показателей (расход топлива, температурный режим, частота вращения коленчатого вала, пульсация давления и т.д.) [13].

Для выявления неисправностей и отказов в зависимости от метода диагностирования применяются контрольно-диагностические средства с использованием цифровых технологий [14, 15]. В качестве примера современного оборудования по бесконтактной диагностике двигателей

сложной СХТ на рис. 4 представлены разработанное специалистами ФНАЦ ВИМ устройство и процесс его работы [16]. Испытания указанного устройства проводились в период интенсивных полевых работ в Московской области Можайского района на тракторе John Deere 7830. Результаты испытаний показали высокий уровень определения технического состояния указанного трактора, включая прогнозируемые отказы.

При анализе вопросов разработки и использования нормативно-технической документации (НТД) для выполнения всех видов технического сопровождения сложной энергонасыщенной СХТ сформирована номенклатура НТД, рекомендованная сервисным предприятиям и представленная в табл. 3.

В табл. 4 приведен перечень технической документации (рекомендованный), которую должны представ-

лять изготовители и дилеры при продаже сельхозтоваропроизводителям сложной СХТ.

Сведения о нормах амортизационных отчислений (годовых) на полное восстановление основных фондов и рассчитанные по ним сроки амортизации по основным группам сельскохозяйственных машин приведены в табл. 5.

В табл. 6 представлены объемы и виды выполняемых ремонтно-обслуживающих работ с указанием рекомендуемых объектов (предприятий) ремонтно-обслуживающей базы.

Как показали результаты проведенного анализа, инженерная служба АПК со своей инфраструктурой, которая окончательно сформировалась еще не во всех сельскохозяйственных регионах страны, должна в ближайшие 2-3 года обеспечить рост (обновление) МТП до уровня, отвечающего полной продовольственной безопасности страны, путем масштабной организации процессов модернизации подержанной сложной энергонасыщенной СХТ.

Система технического обслуживания и ремонта сложной СХТ в АПК, призванная поддерживать и восстанавливать качество машин, находящихся в эксплуатации, за последние 15-20 лет подвергалась постоянному реформированию в связи с изменением структуры и объемов машинно-тракторного парка. Практически не востребовавшимся стал капитальный ремонт полнокомплектной сложной энергонасыщенной техники.

Таблица 3. Номенклатура НТД, рекомендованная сервисным предприятиям

Индекс	Наименование документа	Потребители и исполнители технического сервиса					
		ФА	СХП	ДП	РСП	РЦТС	СРП
ГОСТ, ОСТ, ТУ	Стандарты и технические условия на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта	-	-	+	+	+	+
РК	Руководство по капитальному ремонту	-	+	+	+	+	+
РТ	Руководство по текущему ремонту	+	+	+	+	+	+
РО	Руководство по техническому обслуживанию	+	+	+	+	+	-
ТК	Технические требования на капитальный ремонт	-	-	+	+	+	+
ИД	Инструкция по досборке, регулированию и обкатке изделия	+	+	+	+	+	+
МТ, МК, ЗТ, ЗК	Нормы расхода материалов и запасных частей на текущий и капитальный ремонт	-	+	+	+	+	+
ВО	Ведомость ремонтно-технического оборудования	+	+	+	+	+	+

Условные обозначения:

ФА – фермер, арендатор;

СХП – сельскохозяйственные предприятия;

ДП – дилерские предприятия (на базе СТОТ, МОН, ЦРМ, СТОА и т.д.);

РСП – районное сервисное ремонтно-техническое (РТП) предприятие;

РЦТС – региональный областной центр технического сервиса;

СРП – специализированное ремонтное предприятие.

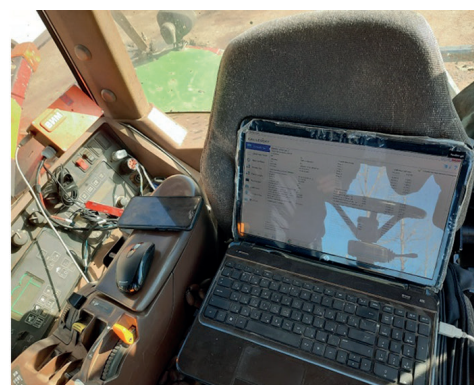


Рис. 4. Диагностическое устройство и процесс его работы

Таблица 4. НТД, рекомендованная при продаже сельхозтоваропроизводителям сложной СХТ

Наименование документа	Код документа	Обязательная поставка потребителю техники	Поставка по заявке покупателей
Техническое описание	ТО	+	-
Инструкция по эксплуатации	ИЭ	+	-
Инструкция по техническому обслуживанию	ИО	+	-
Руководство по эксплуатации	РЭ	+	-
Инструкция по монтажу, пуску, регулировке и обкатке изделия на месте его применения	ИМ	+	-
Паспорт самоходной машины и других видов техники (для самоходных машин и прицепов к ним)	ПСМ	+	-
Гарантийный талон	ГТ	+	-
Паспорт с гарантийным талоном (для изделий, имеющих лишь ежесменное техническое обслуживание и не подлежащих регистрации в органах гостехнадзора)	ПС	+	-
Сервисная книжка	СК	+	-
Инструкция по транспортированию	ИТ	-	+
Инструкция по текущему ремонту	ИР	+	-
Каталог деталей и сборочных единиц	КД	-	+
Учебно-технические плакаты по устройству, техническому обслуживанию и ремонту	УТП	-	+
Справка-счет для машины, на которую выдан паспорт, самоходной машины и других видов техники	СС	+	-

Таблица 5. Сведения о нормах амортизационных отчислений

Группы и виды основных фондов	Норма амортизационных отчислений (к балансовой стоимости), %	Срок амортизации, годы
Тракторы сельскохозяйственные	10	10
Комбайны зерноуборочные	10	10
Плуги общего назначения	11	9
Культиваторы	12,5	8
Сеялки	11	9
Машины для внесения удобрений	16,7	6
Комбайны кормоуборочные	12,5	8

Таблица 6. Объемы и виды выполняемых ремонтно-обслуживающих работ с указанием рекомендуемых объектов (предприятий) ремонтно-обслуживающей базы

Основные объекты ремонтно-обслуживающей базы	Перечень ремонтно-обслуживающих воздействий	Объем, %
Мобильные средства ТО и специализированные пункты ТО по СХТ и животноводческому оборудованию	ТО, устранение неисправностей и отказов, текущий ремонт, хранение машин	20-30
Ремонтные мастерские, машинные дворы, автомобильные гаражи	Техническое обслуживание, хранение, текущий ремонт сложных машин	30-50
Районные ремонтно-технические предприятия технического сервиса	Проведение всех уровней ремонтных операций сложной СХТ с использованием современного технологического оборудования, базирующегося на цифровых технологиях	15-35
Сервисные предприятия инженерного блока АПК	Проведение восстановления и упрочнения важнейших деталей и узлов сложной СХТ в цехах (участках)	10-25

Выводы

1. Для подъема уровня технического сопровождения сложной сельскохозяйственной техники на протяжении всего жизненного цикла следует эффективно использовать сертификацию услуг технического сервиса, развивать рынок поддержанной техники, упорядочивать взаимоотношения и ответственность участников технического сервиса за качество продукции и услуг, совершенствовать подсистему НТД на техническое обслуживание, ремонт и утилизацию СХТ и другие компоненты системы.

2. Модернизация сложной СХТ позволяет компенсировать моральный износ и повысить эффективность ее работы. При этом наиболее приемлемым вариантом будет выбор специализированного предприятия, имеющего в составе цеха (участки) по восстановлению важнейших деталей и узлов.

3. Объемы охвата капитальным ремонтом сложной сельскохозяйственной техники сократились за последние 10-15 лет в 2,5-3 раза, что обусловлено высокими затратами на проведение этого вида обслуживания и значительным сокращением специализированных предприятий в инженерной службе АПК, которые в состоянии проводить эту работу.

Список использованных источников
1. Черноиванов В.И., Денисов В.А., Катаев Ю.В. и др. Новая стратегия технического обслуживания и ремонта машин // Техника и оборудование для села. 2021. № 9(291). С. 33-36. DOI 10.33267/2072-9642-2021-9-33-36. EDN DQBNRT.

2. **Петрищев Н.А., Костомахин М.Н., Саяпин А.С.** и др. Оперативная оценка предельного состояния узлов и агрегатов тракторов с применением счетчиков-индикаторов // Технический сервис машин. 2021. № 3(144). С. 12-21. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-12-21. EDN YCZPHJ.

3. **Дорохов А.С., Денисов А.В., Соломашкин А.А., Герасимов В.С.** Стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин // Технический сервис машин. 2020. № 3(140). С. 38-48. DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-38-48. EDN HVXYMF.

4. **Дорохов А.С., Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков С.А.** Использование цифровых технологий при формировании системы утилизации выведенной из эксплуатации техники // Технический сервис машин. 2019. № 4(137). С. 109-117. EDN ZLNSBD.

5. **Бурак П.И., Голубев И.Г.** Обновление парка сельскохозяйственной техники в рамках ведомственного проекта «Техническая модернизация агропромышленного комплекса» // Техника и оборудование для села. 2023. № 7(313). С. 2-7. DOI 10.33267/2072-9642-2023-7-2-7. EDN JZCGZX.

6. **Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Баулин Н.К.** и др. Техническое сопровождение сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2022. № 2(147). С. 51-59. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-51-59. EDN GRCAKE.

7. **Жалнин Э.В., Ценч Ю.С., Пьянов В.С.** Методика анализа технического уровня зерноуборочных комбайнов по функциональным и конструктивным параметрам // С.-х. машины и технологии. 2018. Т. 12. № 2. С. 4-8. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-4-8. EDN NVUBQD.

8. Официальный сайт CLAAS [Электронный ресурс]. URL: https://www.claas.ru/servis/servisnye_produkty/dogovor_o_tekhnobsluzhivanii/ (дата обращения: 20.11.2023).

9. Официальный сайт John Deere [Электронный ресурс]. URL: <https://www.deere.com/en/parts-and-service/warranty-and-protection-plans/extended-service-plans/> (дата обращения: 20.11.2023).

10. **Дорохов А.С., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А.** и др. Проект цифровой системы для диагностирования ресурсопределяющих узлов коробок перемены передач с гидравлическим управлением мобильных энергетических средств // Технический

сервис машин. 2019. № 4(137). С. 83-95. EDN NQQDFS.

11. **Черноиванов В.И., Габитов И.И., Неговора А.В.** Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники // Тр. ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 74-81. EDN YVGMZD.

12. **Лобачевский Я.П., Дорохов А.С.** Цифровые технологии и роботизированные технические средства для сельского хозяйства // С.-х. машины и технологии. 2021. Т. 15, № 4. С. 6-10. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10. EDN YFRZDV.

13. **Пастухов А.Г., Тимашов Е.П.** Диагностирование опорных узлов трансмиссии на основе изучения термонагруженности // С.-х. машины и технологии. 2023 Т. 17. № 2. С. 61-68. DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-61-68. EDN YICBWE.

14. **Федоренко В.Ф., Таркинский В.Е.** Цифровые беспроводные технологии для оценки показателей сельскохозяйственной техники // С.-х. машины и технологии. 2020. Т. 14. № 1. С. 10-15. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-10-15. EDN JCGGNG.

15. **Башкирцев Ю.В., Голубев М.И., Голубев И.Г., Быков В.В.** Цифровые решения в технологиях диагностирования машин. М.: Российская инженерная академия менеджмента и агробизнеса, 2020. 40 с. EDN QBGKRI.

16. **Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В.** Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники // Агроинженерия. 2021. № 2(102). С. 45-50. DOI 10.26897/2687-1149-2021-2-45-50. EDN RYZKCV.

Current Issues of the Technical Support System for Complex Agricultural Machinery in the Agro-Industrial Complex

Yu.V. Kataev, V.S. Gerasimov, I.A. Tishaninov
(FGBNU FNATS VIM)

Summary. The basic principles are outlined and information is presented on the technical means essential for the system of maintenance and repair of machines in the agro-industrial complex, the mechanism of relations between manufacturers and consumers of technical means is described. Current issues of the subsystems of the repair and maintenance base in the engineering service of the agro-industrial complex, the main groups of repair and maintenance impacts on domestic agricultural machinery, etc. are considered.

Key words: agricultural machinery, agro-industrial complex, maintenance, reliability, diagnostics, repair, modernization, failure.



RSM 161: гибкий двухбарабанник

Эта машина уверенно выходит в поле, когда любой другой комбайн даже не рискнет. Конечно, это не норма. Но бывают ситуации, когда выбирать приходится из двух зол: либо убирать сырое зерно и тратиться на сушку, либо терять весь урожай. Гибкость в работе — одно из неоспоримых преимуществ двухбарабанного зерноуборочного комбайна Ростсельмаш 161. Как и любой «двухбарабанник», он изначально создавался для работы в сложных условиях, но сумел удивить своими возможностями даже знатоков.



Справка. Зерноуборочный комбайн Ростсельмаш 161 — машина с двухбарабанным МСУ шириной 1650 мм и площадью обмолота и сепарации в 3,3 м², системой TETRA Processor, шестиклавишным соломотрясом длиной 3 500 мм и площадью 6,1 м², двухкаскадной системой очистки с оригинальной системой подвеса решет (стрясная доска с пальцевой решеткой + подготовительное решето + верхнее решето + нижнее решето) общей площадью 7,1 м², бункером вместимостью 10,5 тыс. л в комплекте с гидропульсаторами, пробоотборником,

датчиками уровня заполнения, высокоскоростным выгрузным устройством (110 л/с). В базовую комплектацию также включены валкоукладчик, двухскоростной ИРС, половоразбрасыватель с электрорегулируемым углом разбрасывания.

На комбайн устанавливают двигатель мощностью 400 л.с. ЗУК предлагают с битерной или безбитерной наклонной камерой, обе с регулируемым углом атаки, электрогидравлической системой копирования рельефа поля.

◀ ГИБКИЙ ПОДХОД

Диаметры самых больших молотильных барабанов в отрасли 800 и 750 мм, устанавливают их обычно на однобарабанные комбайны. Но у ЗУК Ростсельмаш 161 в МСУ стоят оба: 800 мм – молотильный и 750 мм – сепарирующий. Обычная практика для строительства двухбарабанных – компактное МСУ. Однако у RSM 161 компоновка «просторная», что увеличивает время пребывания сжатой массы за счет удлинения пути. Плюс уникальное подбарабанье – единое и гибкое, позволяющее настраивать зазоры не в двух, а в трех точках: на входе, выходе и посередине.

Этими особенностями обусловлена способность комбайна Ростсельмаш приспосабливаться к любым уборочным условиям. Большая площадь обмолота и первичной сепарации в совокупности с пологой траекторией перемещения вороха обеспечивают более тщательный и бережный вымолот по сравнению с «компактными» МСУ. Трехточечная регулировка зазора обеспечивает большую гибкость в подборе настроек под разные культуры и условия. В итоге повышается универсальность машины: в обычном режиме комбайн уверенно работает на влажных, засоренных, высокосоломистых фонах; со сброшенным под барабаном-сепаратором подбарабаньем – в режиме однобарабанника – на легкотравмируемых, пересушенных, изреженных фонах.

◀ КОММУНИКАБЕЛЬНЫЙ И ДРУЖЕЛЮБНЫЙ

Информационная система Adviser IV с интуитивно понятным меню и «зашитые» в память базовые настройки для уборки различных культур с разными адаптерами помогают механизатору в напряженном труде. Компью-

тер и платформа агроменеджмента РСМ Агротроник снимают с человека функции слежения за работой агрегатов комбайна, оставляя время и силы на повышение эффективности именно уборки, а все требующие внимания механизатора уведомления компьютер не только покажет, но и «расскажет» – продублирует информацию голосом.

Повысить эффективность работы помогают также умные электронные системы:

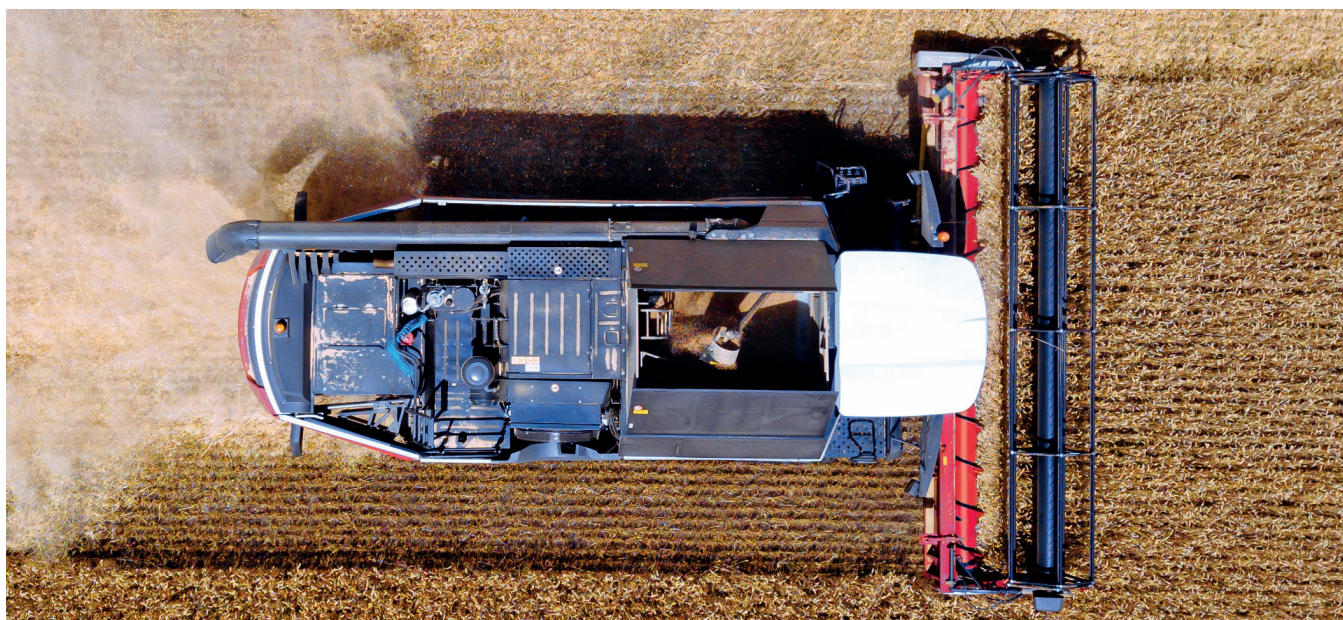
- ✓ оценка возврата на домолот (в базовой комплектации);
- ✓ система компенсации поперечных (3D-очистка) и продольных (4D-очистка) уклонов (опция);
- ✓ картирование урожайности и влажности (опция);
- ✓ автоуправление (автопилот – опция).

И конечно, «дружелюбная» кабина Luxury Cab: производственная система климат-контроля, кресло оператора на пневмоподвеске (со множеством регулировок), сенсорный монитор, зеркала с электроприводом и подогревом, удобное кресло помощника. Добавляющие комфорта мелочи – холодильный отсек, два подстаканника, отсек для радиостанции, радио и музыка (считывание flash-накопителей), розетка 12 В.

И еще несколько «фишек», с помощью которых комбайн Ростсельмаш 161 способен облегчить механизатору работу:

- ✓ легкоъемные решета очистки и стрясная доска;
- ✓ сгруппированная централизованная система смазки;
- ✓ пневмосистема с пневмокомпрессором и ресивером на 100 л;
- ✓ умывальник (емкость для воды).

Умение быстро переключаться на разные задачи и коммуникабельность – желаемые черты характера сотрудника. Зерноуборочный комбайн, конечно, не сотрудник, но любой механизатор будет рад работать на «дружелюбной» и «умной» машине. ЗУК Ростсельмаш 161 – именно такая.



УДК 636.033

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-10-14

Направления развития технических средств для механизации и автоматизации процессов в племенном скотоводстве

Е.Б. Петров,*канд. с.-х. наук,
вед. науч. сотр.,
evg-petrov@mail.ru***С.С. Юрочка,***канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
yssvim@yandex.ru***Д.Ю. Павкин,***канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
dimqaqa@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Аннотация. Проведен анализ современных тенденций развития племенного животноводства и рассмотрены направления развития технических средств для механизации и автоматизации процессов в данной отрасли, обеспечивающих максимальную реализацию генетического потенциала животных. Обращено внимание на фенотипические показатели реализации генетического потенциала КРС, отражающие важный вклад генотипа и факторов среды. Выделены области основных технико-технологических направлений по механизации и автоматизации процессов в племенном животноводстве.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, цифровизация в животноводстве, племенное животноводство, реализация генетического потенциала КРС.

Постановка проблемы

Развитие АПК в настоящее время имеет тренд в направлении использования цифровых и интеллектуальных технологий. Движение всех отраслей в данном направлении потенциально позволит достичь высоких товарных показателей и улучшений в части использования сельскохозяйственных животных [1]. Получило развитие направление использования сенсорных моделей для решения инженерных

задач в животноводстве [2]. Селекционный прогресс обусловлен использованием животных с выдающимися генотипами по интересующим признакам для получения следующего поколения. В целом в стране уже сформирован широкомасштабный вектор осуществления контроля племенных ресурсов животноводческих предприятий [3]. При этом важным условием, которое регламентирует Минсельхоз России, является точность оценки племенных качеств животных, которая напрямую зависит от методов их идентификации, регистрации и контроля продуктивности.

Вывести селекционную работу на новый уровень позволило использование метода искусственного осеменения животных глубоко замороженной спермой лучших производителей. При этом общеизвестно, что наибольшим повреждениям спермии подвергаются во время процедур замораживания и оттаивания, что снижает оплодотворяющую способность семени. Повышение эффективности процессов обработки племенного материала на этих этапах является актуальной задачей, а создание отечественного высокотехнологического оборудования для получения и обработки семени позволит провести комплексную модернизацию биотехнологических лабораторий, что повысит конкурентоспособность отечественного племенного материала.

Разделение семени по полу – сексирование с помощью метода проточной цитометрии и оплодотворение им позволяет обеспечивать результат с выходом телок не менее 90% [4]. Его производство, в отличие от традиционного, требует более 22 ч времени из-за сложной технологии процесса [5]. На территории

России оно организовано двумя компаниями – «Интерген Рус» и «Коджент Рус» – официальным дистрибьютором компании «Интерген Рус», технологического партнёра STgenetics® на территории Российской Федерации. Этот метод рекомендуется использовать только для искусственного осеменения животных с максимальной фертильностью (здоровые телки и первотелки в стадии оптимальной упитанности), коров и телок, полученных от быков с высокими показателями оплодотворяемости дочерей, в благополучных по инфекционным заболеваниям хозяйствах.

Несмотря на ряд ограничений, сексированное семя использует всё больше хозяйств, предлагаются различные варианты работы с ним. Так, в исследовании [6] методом стохастической имитационной модели для оценки потенциальной экономической выгоды от использования искусственного оплодотворения обычным и сексированным семенем установлено, что комбинированное применение этих технологий дает в среднем большее годовое преимущество в прибыли. Технологии являются взаимодополняющими, совместное их применение позволит достичь генетического улучшения поголовья, повысит прибыль и рентабельность.

Получать значительно больше потомства по сравнению с традиционным искусственным осеменением призваны технологии трансплантации эмбрионов. Они позволяют улучшать генетику стада путем воспроизводства большего количества эмбрионов от элитных коров и имеют преимущество перед экспортом/импортом живого скота из-за отсутствия стресс-факторов.

По заявлениям ряда специалистов, *in vitro*-технологии представляют интерес для бизнеса, так как не нарушают технологический процесс на предприятии. Отбор яйцеклеток можно осуществлять в любой стадии их развития (от состояния стельности до 4-5 месяцев) каждые 2 недели. Несмотря на такие возможности, рынок эмбрионального трансфера в России не развит. Одной из важных причин здесь является технико-технологическое обеспечение эмбриотрансфера. По оценкам экспертов, зависимость от импорта составляет 80% в пределах 20 позиций по инструментам, препаратам и средам.

Для осуществления технологических этапов данной биотехнологии в стране требуется развивать как минимум два направления работ. Это в области усовершенствования и создания оборудования для нехирургического извлечения эмбрионов, оценки их качества и пересадки реципиентам и снижение рисков инбридинга путём учета геномной информации при схемах скрещивания.

В целом формирование современной инфраструктуры – геномные лаборатории, лаборатории для сексирования семени, трансфера эмбрионов и, в первую очередь, проведение поголовной идентификации животных, как заявляет Союзмолоко, позволит создать в России конкурентный и прозрачный рынок племенного материала. Развитие репродуктивных технологий (искусственное осеменение, осеменение сексированным семенем и эмбриотрансфер) обеспечит увеличение количества потомства от животных с высокой продуктивностью и сократит интервал между поколениями.

Наряду с этим исследователи отмечают, что в ближайшей перспективе необходимо активизировать работу по оценке экстерьерных характеристик, а также показателей воспроизводства и длительного продуктивного использования КРС [7]. При этом, по мнению многих авторов, требуют значительной модернизации порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота, так как они

основаны на традиционных методах селекции и не отражают прорывные открытия в генетике – расшифровка генома млекопитающих и человека. В то же время традиционные методы ещё долго будут составлять основу селекционных программ, и основная задача ученых и практиков заключается в их объединении и создании таких способов оценки, которые способствовали бы ускорению селекционного процесса [8]. Немаловажная роль здесь принадлежит применению технических средств механизации и автоматизации процессов в племенном животноводстве.

Цель исследований – провести анализ современных тенденций развития племенного скотоводства и обосновать направления механизации и автоматизации технологических процессов в отрасли.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования использовались классические методы сбора, изучения, систематизации и обработки научной информации, экспертных оценок, методических руководств, рекомендаций, данных специализированных выставок, патентно-лицензионных источников, инновационных разработок ведущих производителей техники и оборудования для скотоводства, опыт применения современных технологий и инновационной техники в передовых хозяйствах России и зарубежных странах.

Племенная работа включает в себя ряд обязательных функций, таких как ежегодная бонитировка скота, требующая больших затрат труда и имеющая многочисленные погрешности из-за человеческого фактора при оценке животных. Для оценки конституции и экстерьера животных традиционно применяется глазомерный (описательный) метод, измерение, прощупывание животных и оценка по шкалам. При сравнении экстерьера животных вычисляют индексы, проводят построение экстерьерного профиля, показывающего отклонения животного от стандарта по тем или другим промерам. Если по индексам можно оценить одно

животное, то для составления экстерьерного профиля требуется много животных. Экстерьерные профили используют для описания особенностей телосложения отдельных групп и типов животных в пределах одной породы.

Результаты исследований и обсуждение

Перспективными направлениями исследований являются создание технологий и технических средств автоматической линейной оценки экстерьерных показателей крупного рогатого скота, технологий автоматического ведения баз данных племенных животных и аналитической обработки собираемых фенотипических данных. Чем больше будет в системе каталога данных о животных, тем он будет лучше и достовернее. Развитие цифровизации признаков качественной генетики, в частности, экстерьера животного, связанных с продуктивностью, и включение этой взаимосвязи в программы и планы повышения генетического потенциала животных будет одним из эффективных методов увеличения его в стадах крупного рогатого скота.

Использование фенотипических данных, собираемых традиционно (удой, жир, белок, соматические клетки, фертильность дочерей, продолжительность продуктивной жизни, экстерьер) позволяет повышать достоверность геномной оценки, которая составляет 73-78% и продолжает расти по мере накопления геномной и фенотипической информации о породном поголовье. В данном направлении учёные накапливают опыт. В частности, имеются исследования, подтверждающие генетические и фенотипические корреляции показателей молочной продуктивности и фертильности коров [9], отмечены взаимосвязи особенностей телосложения с молочной продуктивностью как показатели энергетической потребности и эффективности чистокровных и голштинских помесей [10].

При анализе селекционных признаков выявили присутствие нескольких генов, ответственных за важные производственные признаки

и связанных с плодовитостью, устойчивостью к болезням, но особенно с признаками молочной продуктивности [11]. Появляющиеся новые экспериментальные данные подтверждают, что признаки телосложения наследуются. В работе [12] приведены результаты исследования показателей наследуемости и повторяемости признаков телосложения на популяции голштинского скота японской селекции, определенные методом линейной оценки типа (см. таблицу).

Таким образом, используя признаки экстерьера, можно проводить оценку ожидаемой племенной ценности молодых животных. В настоящее время в России используются мировые публичные индексы TPI или NM (Net Merit) и не разработано единого комплексного индекса для оценки племенной ценности и системы геномной оценки [13], так как для расчета индекса необходимо иметь отечественную референтную популяцию и получить достаточное количество генотипов для создания математической модели расчета геномного индекса.

Это направление заслуживает внимания для масштабирования процессов в отрасли. Так, в исследовании [11] показано, что различные популяции скота четко дифференцированы, имеют разные уровни индексов генетического биоразнообразия и коэффициенты инбридинга, что влияет на эффективность геномного отбора. Результаты исследования также показали, что разные популяции скота отличаются по интенсивности генетического обмена и это определяет различные цели разведения в конкретных условиях окружающей среды и разных системах ведения хозяйства.

Популяции генетически отличаются друг от друга, поэтому анализ признаков отбора может быть отправной точкой для дальнейшего выявления полезных мутаций и будет перспективен в практическом применении. Накопление фенотипических данных о животных в стране и создание собственной системы оценки племенных животных значительно сократят зависимость российского животновод-

Наследуемость и повторяемость признаков телосложения, определенных методом линейной оценки типа

Признак	Наследуемость	Повторяемость
Рост	0,51	0,66
Ширина груди	0,26	0,39
Глубина груди	0,35	0,51
Обмускуленность	0,2	0,3
Угол зада	0,42	0,64
Задние ноги, вид сбоку	0,21	0,36
Угол копыта	0,06	0,13
Прочность прикрепления вымени	0,22	0,4
Высота вымени сзади	0,27	0,45
Ширина вымени сзади	0,21	0,35
Поддерживающая связка вымени	0,2	0,36
Глубина вымени	0,46	0,62
Расположение сосков	0,39	0,52

ства от импортного генетического материала и позволят выбирать его из своих стад, зная родословную.

В России функционируют несколько лабораторий, которые занимаются сбором и обработкой подобных данных. Например, в Республике Удмуртия при поддержке регионального Министерства сельского хозяйства проведено генотипирование более 7 тыс. животных, запланировано поэтапно рассчитать и внедрить собственный индекс племенной ценности к 2024 г. [13]. На этом фоне, проводя анализ современных тенденций в племенном скотоводстве страны, не отмечено развитие системы лабораторий селекционного контроля качества молока. Необходимо обратить внимание на это важнейшее направление для отрасли молочного скотоводства – создание централизованной системы контроля и программы по улучшению молочного стада. Для оснащения лабораторий потребуются разработка наукоёмких приборов (импортозамещение).

В целях возможности анализа и прогнозирования генетического потенциала крупного рогатого скота в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ создана технология бесконтактной оценки экстерьерных показателей крупного рогатого скота. Контрольные точки этих показателей, схемы интеллектуальной системы бесконтактной оценки

с возможностью оценки и прогнозирования их продуктивности, входных и выходных данных разрабатываемого программного обеспечения приведены в исследовании.

Способ бесконтактной оценки экстерьера, позволяющий создавать цифровую копию животного, представлен на рис. 1-2. Одна из вариаций аппаратной части системы, где используются 8 модулей для получения трехмерных изображений животных, а также компоненты, которые отвечают за питание, связь, обработку изображений, передачу их по сети Интернет и вывод полученной информации на экран, показана на рис. 1.

Возможный вариант использования бесконтактного способа оценки экстерьера приведен на рис. 2. Животное передвигается по расколу, который состоит из трех модулей (групп): входного, центрального, где производится сканирование, и выходного, а также накопителя, в котором животные содержатся. Синяя область является зоной сканирования трехмерными камерами, где зона зависит от настроенных апертурных углов камер. В области работы камер показаны точки, которые являются областями интереса для их сканирования и обработки (рис. 2б). Таким образом, находя на цифровой модели животного указанные точки, можно выполнить его линейную оценку.



Рис. 1. Вариант аппаратной части системы, состоящей из 8 модулей для получения трехмерных изображений животных

Указанное оборудование позволяет специалисту иметь цифровую копию модельного животного, предоставляет возможность провести прогноз молочной и мясной продуктивности, оценить экстерьерные признаки и на выходе получить прогноз генетического потенциала животного для ведения селекционной работы.

Выводы

1. Технологии бесконтактной оценки экстерьерных показателей крупного рогатого скота ускорят создание системы определения российского рейтинга животных, в которую будут входить данные о фенотипе потенциально интересных животных.

2. Это позволит создать объективный отечественный индекс племенной ценности животных и при ведении племенной работы выбирать для селекционных целей особей из различных стад, что повысит конкурентоспособность российского животноводства.

Список используемых источников

1. **Ценч Ю.С.** Научно-технический потенциал как главный фактор развития механизации сельского хозяйства // С.-х. машины и технологии. 2022. Т. 16. С. 4-13.
2. **Иванов Ю. А., Сидорова В.Ю., Петров Е.Б.** Использование сенсорных моделей для решения инженерных задач в животноводстве // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т.67. № 1 (38). С. 156-162.
3. **Петров Е.Б.** Информационные технологии в управлении племенными ресурсами в животноводстве // Техника и оборудование для села. 2023. № 10. С. 35-37. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-10-35-37.
4. Разбор. Что такое сексированное семя и кто его производит в России / Milknews – Новости молочного рынка [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/spetsproekty/proekty-nashih-partnerov/kogent-rus/seksirovanное-semya-kodzhen.html?ysclid=ln2tsvxq87131567029> (дата обращения: 28.09.2023).
5. Разбор. Как племпредприятиям соблюсти новые требования и не лишиться племенного статуса и господдержки / Milknews – Новости молочного рынка [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/longridy/novye-trebovaniya-k-plempredpriyatijam.html> (дата обращения: 28.09.2023).
6. **Walsh D. P., Fahey A. G., Lonergan P., and Wallace M.** Economics of timed artificial insemination with unsorted or sexed semen in

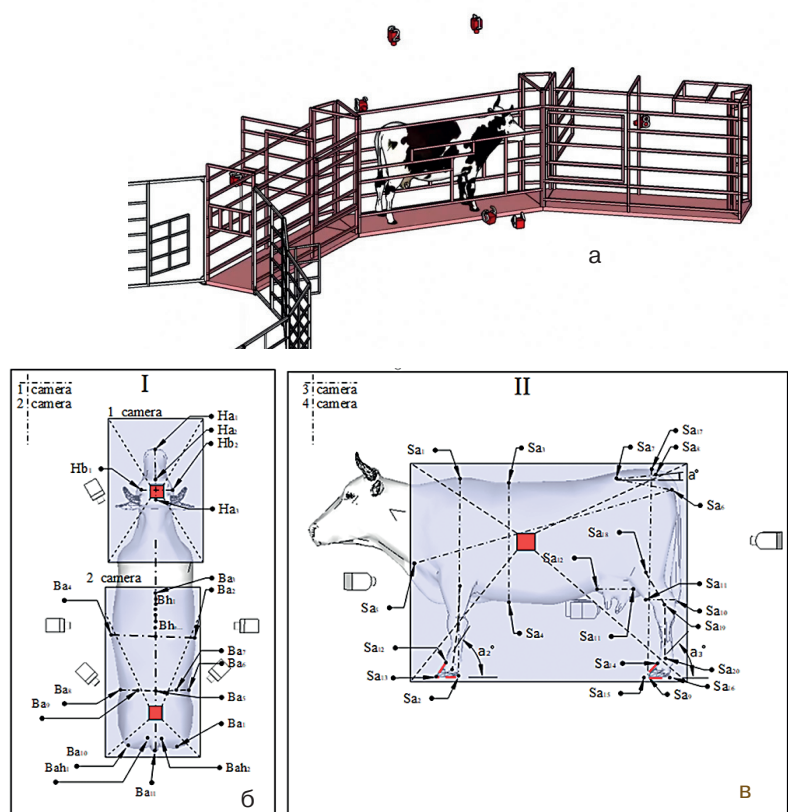


Рис. 2. Бесконтактная оценка экстерьера: размещение животного в центральной группе раскола (а) и области сканирования: вид сверху (б), вид сбоку (в)

a high-producing, pasture-based dairy production system. 2022. J. Dairy Sci. 105:3192–3208 <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21070> (дата обращения: 28.09.2023).

7. **Маринченко Т.Е., Мишулов Н.П., Тихомиров А.И., Чернышова А.А.** Современные технологии и организационно-экономический механизм воспроизводства в скотоводстве молочного направления продуктивности: аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 88 с.

8. **Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д., Канатпаев С.М., Литовченко В.Г.** Эффективность кроссов мясных симменталов // Вестн. мясного скотоводства. 2017. № 4 (100). С. 76-81.

9. **Jayawardana J. M. D. R., Lopez-Villalobos N., McNaughton L. R., and Hickson R.E.** Heritabilities and genetic and phenotypic correlations for milk production and fertility traits of spring-calving once-daily or twice-daily milking cows in New Zealand. 2023. J. Dairy Sci. 106:1910–1924 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22431> (дата обращения: 27.09.2023).

10. **Martina Piazza, Stefano Schiavon, Sudeb Saha, Marco Berton, Giovanni Bit-**

tante, and Luigi Gallo. Body and milk production traits as indicators of energy requirements and efficiency of purebred Holstein and 3-breed rotational crossbred cows from Viking Red, Montbéliarde, and Holstein sires. 2022. J. Dairy Sci. 106:4698–4710 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22830> (дата обращения: 27.09.2023).

11. **Christian Persichilli, Gabriele Senczuk, Salvatore Mastrangelo, Maurizio Marusi, Jan-Thijs van Kaam, Raffaella Finocchiaro, Marika Di Civita, Martino Cassandro, and Fabio Pilla.** Exploring genome-wide differentiation and signatures of selection in Italian and North American Holstein populations. 2023. J. Dairy Sci. 106:5537–5553 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22159> (дата обращения: 25.09.2023).

12. **Takefumi Osawa, Yutaka Masuda, Junichi Saburi, and Keita Hiramachi.** Application of single-step single nucleotide polymorphism best linear unbiased predictor model with unknown-parent groups for type traits in Japanese Holsteins. 2023. J. Dairy Sci. 106:4847–4859 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22541> (дата обращения: 25.09.2023).

13. **Чернышова А.** Племенная ценность за рубежом // Новое сел. хоз-во. 2020. №12 [Электронный ресурс]. URL: <https://nsh.ru> (дата обращения: 10.08.2023).

Development Paths of Technical Means for Mechanization and Automation of Processes in Livestock Breeding

E.B. Petrov, S.S. Yurochka, D.Yu. Pavkin

(FGBNU FNATS VIM)

Summary. The article deals with the analysis of current trends in the development of livestock breeding and the paths of the development of technical means for mechanization and automation of processes in this industry ensuring maximum realization of the genetic potential of animals. Attention is drawn to the phenotypic indicators of the unlocking the genetic potential of cattle, reflecting the important contribution of the genotype and environmental factors. The main technical and technological areas for mechanization and automation of the processes in livestock breeding are identified.

Key words: cattle, digitalization in cattle breeding, livestock breeding, realization of the genetic potential of cattle.

Реферат

Цель исследования – провести анализ современных тенденций развития племенного скотоводства и обосновать направления механизации и автоматизации технологических процессов в отрасли. Развитие АПК в настоящее время имеет тренд в направлении использования цифровых и интеллектуальных технологий для достижения потенциально высоких товарных показателей и улучшений в части использования сельскохозяйственных животных. Получило развитие направление использования сенсорных моделей для решения инженерных задач в животноводстве. Селекционный прогресс обусловлен использованием животных с выдающимися генотипами по интересующим признакам для получения следующего поколения. В целом в стране уже сформирован широкомасштабный вектор осуществления контроля племенных ресурсов животноводческих предприятий. При этом важным условием, которое регламентирует Минсельхоз России, является точность оценки племенных качеств животных, которая напрямую зависит от методов их идентификации, регистрации и контроля продуктивности. Выполнен анализ современных тенденций развития племенного животноводства и рассмотрены направления развития технических средств для механизации и автоматизации процессов в племенном животноводстве, обеспечивающих максимальную реализацию генетического потенциала животных. Сформулированы фенотипические показатели реализации генетического потенциала КРС, отражающие вклад генотипа и факторов среды. Технологии бесконтактной оценки экстерьерных показателей крупного рогатого скота ускорят создание системы определения российского рейтинга животных, в которую будут входить данные о фенотипе потенциально интересных животных. Это позволит сформировать объективный отечественный индекс их племенной ценности и при ведении племенной работы выбирать для селекционных целей особей из различных стад, что повысит конкурентоспособность российского животноводства.

Abstract

The purpose of the study is to analyze current trends in the development of livestock breeding and substantiate the paths of mechanization and automation of technological processes in the industry. The development of the agro-industrial complex currently has a trend towards the use of digital and intelligent technologies to achieve potentially high commercial results and improvements in the use of farm animals. The choice of using sensor models to solve engineering problems in animal husbandry has been developed. Progress in breeding is driven by the use of animals with outstanding genotypes for traits of interest to produce the next generation. In general, large-scale vector for monitoring the breeding resources of livestock enterprises has already been formed in the country. At the same time, an important condition regulated by the Russian Ministry of Agriculture is the accuracy of assessing the breeding qualities of animals, which directly depends on the methods of their identification, registration and productivity control. Analysis of current trends in the development of livestock breeding has been carried out and the paths for the development of technical means for mechanization and automation of processes in livestock breeding which can ensure maximum realization of the genetic potential of animals have been considered. Phenotypic indicators of the realization of the genetic potential of cattle have been formulated based on the contribution of the genotype and environmental factors. Technologies for non-contact assessment of the exterior characteristics of the cattle will accelerate the creation of a system of Russian rating of the cattle, which will include data on the phenotype of potentially interesting animals. This will make it possible to form a reliable domestic index of their breeding value and, when conducting breeding work, to select animal individuals from different herds for breeding purposes which will increase the competitiveness of Russian livestock farming.

ОРГАНИЗАТОРЫ



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ
БАШКОРТОСТАН



МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

ТРАДИЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАУЧНАЯ ПОДДЕРЖКА



Агропромышленный форум



Агро Комплекс

34я международная
выставка

26-29 марта/Уфа 2024



По вопросам выставки:
+7 (347) 246-42-00
agro@bvkexpo.ru

Повопросам форума:
+7 (347) 246-41-81
kongress@bvkexpo.ru

Место проведения:
г. Уфа, ул. Менделеева, 158
ВК «ЭКСПО»

agrobvk.ru

[agrocomplexufa](https://vk.com/agrocomplexufa)

[agrocompufa](https://t.me/agrocompufa)

Реклама
ООО «БВК» ИНН 0278179329

УДК 631.356

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-16-18

Способ возделывания картофеля на тяжелых и каменистых почвах

П.И. Гаджиев,

д-р техн. наук, проф.,

pgadjiev@yandex.ru

Г.Г. Рамазанова,

канд. техн. наук, доц.,

gulbike@yandex.ru

И.П. Гаджиев,

канд. техн. наук,

ст. науч. сотр.,

imgadjiev@mail.ru

(Университет Вернадского)

Аннотация. Современные технологии возделывания картофеля предполагают выполнение полного комплекса работ, включая подготовку полей к механизированной уборке. Уборка картофеля в тяжелых почвенно-климатических условиях негативно сказывается на работоспособности картофелеуборочных машин. Для решения данной проблемы предлагается способ подготовки полей путем рыхления и очистки почвы от комков и камней. Такой технологический подход может упростить применение картофелеуборочных машин на тяжелых и каменистых почвах и повысить их производительность.

Ключевые слова: уборка картофеля, картофелеуборочная машина, способ уборки, выкапывание клубней, сепарация элеваторами.

Постановка проблемы

Продовольственная безопасность является одним из ключевых аспектов обеспечения национальной безопасности России в долгосрочной перспективе.

Благодаря большому количеству углеводов и микроэлементов картофель можно считать исключительным продуктом для здорового питания. Эта культура считается одной из наиболее важных в мире как для продовольственных, так и для кормовых целей. В свою очередь, получение высоких урожаев картофеля возможно только при использовании современных способов поддержания почвенного плодородия.

Значительные площади под выращивание картофеля в Российской Федерации размещены на тяжелосуглинистых и каменистых почвах, что при обычной агротехнике препятствует уборке данной культуры с помощью комбайнов. В этих условиях вся работа, предшествующая уборке, должна быть направлена на создание рыхлой структуры в гребнях и удаление из них прочных комков и камней. Только при выполнении этих мер можно эффективно использовать комбайны и убирать картофель с минимальными потерями и повреждениями клубней [1, 2].

Повышение эксплуатационных и технологических показателей картофелеуборочных машин обусловлено тем, что уборка существенной доли урожая производится в тяжелых условиях, что негативно сказывается на работоспособности самих уборочных машин.

Техническая сложность уборки комбайном определяется следующими факторами: незначительное содержание клубней (до 2%) в подкапываемом пласте и чувствительность к механическим воздействиям; неблагоприятные для сепарации физико-механические свойства почвы (комковатость, пластичность, липкость) и их изменчивость в зависимости от влажности. Наличие камней, комков, корней, сорняков и других примесей в почве.

Цель исследования – повышение эксплуатационных и технологических показателей картофелеуборочных машин на тяжелых и каменистых почвах путем применения технологии освобождения полей от почвенных комков и камней.

Материалы и методы исследования

Анализ результатов испытаний показывает, что комбайновая уборка может быть осуществлена лишь на хорошо сепарируемых почвах, не содержащих твердых примесей. В сложных условиях комбайн не может работать на повышенной скорости из-за перегрузки основного сепаратора [3, 4]. Очевидно, что агротехнические мероприятия, обеспечивающие рыхлое состояние почвы, приведут и к улучшению условий работы комбайнов.

Сравнительный анализ прочности почвенных комков и клубней картофеля показывает возможность их разделения путем разрушения первых. Осенняя нарезка гребней и предпосадочное их рыхление с одновременным формированием гряд облегчает работу уборочных машин и повышает их производительность на 15-20% [5].

В последние годы в Чехии и Великобритании на тяжелых почвах проводят так называемую комплексную осеннюю подготовку под картофель, включающую в себя формирование гряд или гребней. Весной такое поле быстрее подсыхает, что позволяет раньше проводить посадку, даже в дождливую погоду. Хорошая структура почвы, созданная осенью, сохраняется до уборки и благоприятствует работе картофелеуборочных комбайнов [6].

В результате исследований института картофеля в Гросс-Люзевице (Германия), проведенных на тяжелых почвах, рекомендовано обработку почвы проводить не только осенью, но и весной, так как за зиму она сильно уплотняется [7].

Более правильным направлением является подготовка полей путем рыхления и очистки почвенных комков и камней. После такой обработки почва становится очень рыхлой и готовой к посадке, т.е. можно обойтись без весенней вспашки и обычной подготовки ложа для семян.

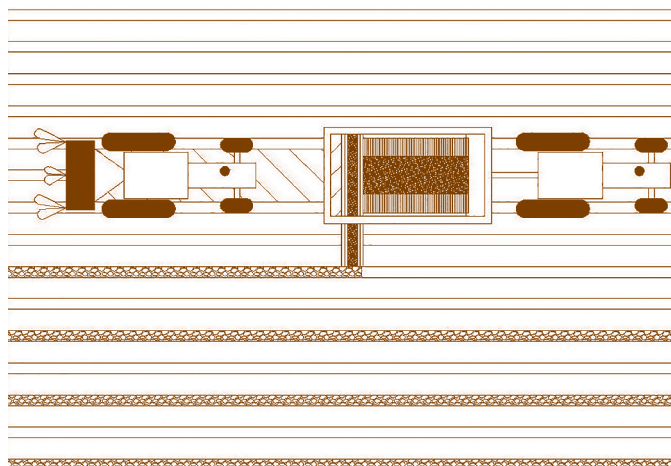


Рис. 1. Метод А

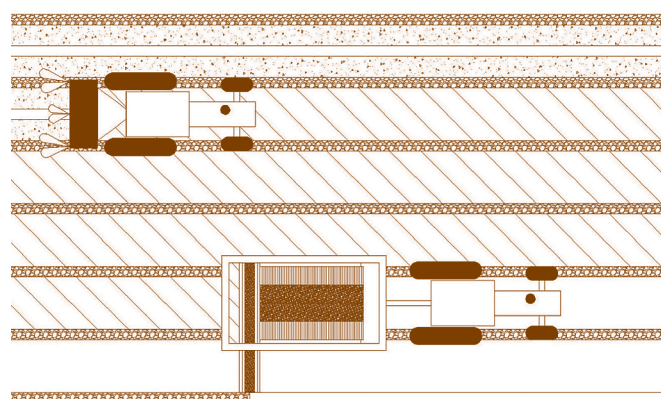


Рис. 2. Метод В

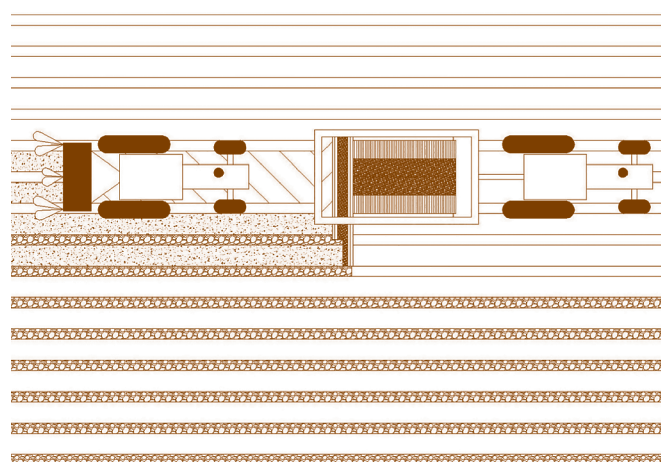


Рис. 3. Метод С

Технология удаления камней и комков с полей вообще и способ сбора камней и устройство борозды при выращивании картофеля на тяжелых и каменистых почвах, в частности, позволяют, не расходуя значительных средств для создания специального картофелеуборочного комбайна, оборудованного дорогостоящими камнеотделителями, достигнуть высоких показателей при возделывании данной культуры. От качества обработки почвы в большей степени зависят равномерность посадки клубней, величина потерь и повреждаемость клубней при механизированной уборке.

Во всех условиях навесным грядообразователем нарезаются глубокие борозды, а затем работает камнеудалитель.

Метод А. Пригоден для почв с высоким содержанием камней. Камни укладываются через каждый второй, уже посаженный ряд (рис.1). Во время работы следом за камнеуборочной машиной идет рядовая картофелесажалка. Камнеудалитель и сажалка должны работать очень близко друг от друга, поскольку следующий проход камнеудалителя зависит от прилегающего ряда, на котором произведена посадка. Метод может считаться идеальным при использовании двухрядных комбайнов, а также при опрыскивании культур в условиях влажной почвы. Все машины, возделывающие урожай, движутся по камням.

Метод В. Предусматривает частичное закапывание камней и комков от предыдущего прохода и применяется на почвах с низким и средним содержанием камней. Камнеудалитель освобождает два ряда от камней и комков и укладывает их через одну грядку (рис. 2). После этого идет двухрядная сажалка, у которой к каждому сошнику присоединена глубокорыхлительная лапа для рыхления дна нарезанной борозды. В последнюю складываются сепарированные камни, комки и прикатываются колесами трактора при следующем проходе.

Преимущество метода заключается в том, что комбайн не захватывает закопанные комки на краях гребней. Этот метод применим к однорядным или двухрядным комбайнам.

Метод С. Применяется для укладки камней и комков на поверхности в каждом междурядье (между насаженными рядами) и пригоден для почв со средним и высоким содержанием камней (рис. 3).

Метод ограничен применением двухрядной картофелесажалки, которая должна быть оборудована окучниками с большими корпусами для формирования борозд достаточной ширины для укладки в них камней.

Результаты исследований и обсуждение

Укладка камней на дно каждого ряда – единственный эффективный путь для обеспечения успешной уборки картофеля однорядными картофелеуборочными комбайнами. Кроме того, данный метод можно применять для удаления камней из тяжелых почв, когда заделка последних непрактична.

Во время ухода за посадками все машины на поле движутся по камням. Это имеет преимущество, когда

необходимо проводить опрыскивание культур во влажных условиях. Наличие камней в ложбинах между рядами уменьшает эрозию при сильных дождях. Оставленные на поверхности камни могут быть заделаны снова в верхний слой почвы после уборки урожая.

Основываясь на отечественном и зарубежном опыте, можно сказать, что проблемы повышения производительности картофелеуборочных машин на тяжелых и каменистых почвах, снижение повреждений клубней остаются еще не до конца решенными и поэтому являются актуальными.

Выводы

1. Способы, предусматривающие предварительное освобождение полей от почвенных комков и камней перед посадкой являются самыми эффективными, поскольку при этом достигается существенное улучшение подготовки почвы для сепарации, упрощаются конструкции картофелеуборочных машин и увеличивается их производительность.

2. Рекомендуемая технология позволит решить проблемы снижения механического повреждения клубней при комбайновой уборке путем минимизации количества почвенных комков и камней.

Список использованных источников

1. **Борычев С.Н.** Совершенствование технологий и машин для уборки картофеля // Вестник КрасГАУ. 2007. № 5. С. 179-185.
2. **Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П., Шершнев Н.С.** Влияние технологических приемов на урожайность картофеля // Наука в центральной России. 2022. № 3(57). С. 41-47.
3. **Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г.** [и др.] Результаты полевых испытаний картофелеуборочного комбайна КПК-2-01, оснащенного интенсификатором // Наука в центральной России. 2022. № 3(57). С. 41-47.

4. **Костенко М.Ю.** Технология уборки картофеля в тяжелых полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин : дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Михаил Юрьевич Костенко. Рязань, 2011. 462 с.

5. **Борычев С.Н.** Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Борычев Сергей Николаевич. Рязань, 2008. 484 с.

6. **Гаджиев П.И., Шемякин А.В., Успенский И.А.** [и др.] Исследование влияния лопастного интенсификатора на полноту сепарации // Техника и оборудование для села. 2023. №1 (307). С. 27-29.

7. **Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г., Гаджиев И.П.** Агрегат для уменьшения потерь урожая картофеля и снижения эрозии почвы // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : матер. нац. науч.-практ. конф., посвященная памяти д-ра техн. наук, проф. Валерия Васильевича Бычкова (28 февраля 2023 г.). Рязань: Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева, 2023. С. 12-19.

Method of Cultivating Potatoes on Heavy and Rocky Soils

P.I. Gadzhiev, G.G. Ramazanova, I.P. Gadzhiev
(Vernadsky University)

Summary. Modern technologies for cultivating potatoes involve performing a full range of work, including preparing fields for mechanized harvesting. Harvesting potatoes on heavy and rocky soil and under difficult climatic conditions negatively affects the performance of potato harvester. To increase the efficiency and productivity of the potato harvesters, a method is proposed for preparing fields by loosening and cleaning the soil from lumps and stones. This technological approach can simplify the use of potato harvesters on heavy and rocky soils and increase their productivity.

Key words: potato harvesting, potato harvester, harvesting method, digging up tubers, separation by elevators.



Защищенный грунт России

«Владимирская первая специализированная выставка»



5 - 7
июня
2024

Москва, ВДНХ
павильон 75,
зал «В»



info@rusteplica.ru
+7 499 178 01 59
+7 495 651 06 39



УДК 631.347.8

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-19-22

Исследование работы пневмогидробура для подпочвенного полива растений многолетних насаждений с использованием гидрогеля

А.А. Давыдов,
аспирант,
i@davydov-1.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Приведены результаты исследования работы пневмогидробура с использованием гидрогеля для устройства подпочвенного минерального питания яблони. Отмечено влияние гидрогеля на уровень влажности почвы и биометрические параметры яблоневых растений.

Ключевые слова: подпочвенный полив, прикорневая зона, минеральное питание, биополимеры, биометрические данные, яблоня.

Постановка проблемы

В результате успешной реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции в России в 2022 г. отмечен значительный рост урожая плодов и ягод. Особенно важным является увеличение объема выращивания продукции в организованном секторе, который достиг более 1,5 млн т. С 2013 г. производство в товарном секторе выросло в 2,3 раза.

С 2013 г. в России было заложено порядка 140 тыс. га многолетних плодовых и ягодных насаждений, в том числе садов интенсивного типа. Это способствует увеличению производства высококачественной продукции и повышению эффективности сельского хозяйства. Кроме того, значительно возрос объем производства посадочного материала [1].

Чаще всего плодово-ягодные насаждения и питомники располагаются в климатических зонах, отличающихся значительным дефицитом влаги в наиболее продуктивные периоды роста и развития растений, т.е. тре-

буется орошение. Для дальнейшего наращивания объемов производства необходимо качественно и своевременно обеспечивать многолетние насаждения и растения в питомниках питательными веществами и влагой.

Проблемы, связанные с неэффективным поливом растений, становятся все более актуальными в условиях изменяющегося климата и увеличивающегося дефицита воды. Для полива многолетних насаждений важно выбрать оптимальный способ, который не только обеспечит растения влагой, но и не навредит почве и растениям. Поверхностное орошение и дождевание, будучи широко применяемыми, имеют существенные недостатки, которые могут негативно сказаться на качестве почвы и здоровье растений.

Внутрипочвенное орошение – наиболее перспективный способ полива, так как позволяет подавать воду точно в корневую зону непосредственно к корням растений, обеспечивая равномерное распределение влаги и защиту от испарения. Благодаря внутрипочвенному орошению можно значительно снизить количество воды, необходимой для полива, повысить коэффициент ее использования, а также создать благоприятные условия для развития полезных почвенных организмов. Это, в свою очередь, способствует улучшению структуры почвы, предотвращению возникновения болезней, снижению распространения сорняков и вредителей [2].

Таким образом, внутрипочвенное орошение является эффективным и устойчивым способом полива, который позволяет сохранить здоровье растений, улучшить качество почвы и уменьшить затраты на воду. Однако

важно помнить, что выбор способа полива должен быть обоснованным и учитывать особенности конкретного участка и видов выращиваемых растений.

Разработка новых технических средств для подпочвенного полива поможет решить и другие проблемы. Например, будет способствовать улучшению микроклимата почвы, обеспечит внесение удобрений непосредственно к корням растений, что позволит сократить общее количество применяемых удобрений в результате более точного дозирования и отсутствия потерь, повышения их питательного уровня. Кроме того, значительно облегчит процесс контроля питания растений.

Технические средства для подпочвенного полива могут использоваться при закладке промышленных садов, что позволит сразу после посадки обеспечить саженцам доступ к влаге для лучшей приживаемости и дальнейшего развития. Поэтому научные исследования в области разработки технических средств для подпочвенного полива многолетних насаждений имеют большое значение и будут способствовать решению актуальных проблем в сельском хозяйстве.

Цель исследования – разработка параметров и определение режимов работы пневмогидробура для внутрипочвенного локального введения питательных смесей на основе гидрогеля для подпочвенного полива многолетних насаждений.

Материалы и методы исследования

Основные задачи, которые ставились при проведении исследований, – отработка режимов работы пнев-

могидробура по расходу гидрогеля, воды и воздуха; установление оптимальных параметров и режимов работы технических средств для внутривиточного локального введения питательных смесей на основе гидрогеля для подпочвенного полива многолетних насаждений; изучение динамики изменения влажности почвы и биометрических данных растений с применением гидрогеля по сравнению с контролем (без гидрогеля).

Теоретической базой являлись лабораторные исследования процесса подпочвенного полива и подкормки плодовых многолетних насаждений с экспериментально-теоретическим анализом разработки и применения специальных технических средств.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторном участке (молодой яблоневый сад 2021 г. посадки площадью 0,25 га со схемой посадки 5×2 м) Центра испытаний инновационных технологий ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Для реализации практической части опытов применялся полевой стенд с пневмогидробуром (рис. 1а) [3]. Для отработки технологии были выбраны по два ряда различных сортов в каждом: Манет, Свежесть, Конфетное, из них первый ряд – для выполнения мероприятий по исследуемой технологии, 2-й ряд – контрольный (рис. 1б).

Предварительно по контрольному варианту была проведена подкормка растений минеральным удобрением азофоска (нитроаммофоска, NPK – комплексное, твердое, сложное, гранулированное азотно-фосфорно-калийное удобрение, содержащее фосфор в полностью водорастворимой форме), которое содержит по 16% азота, фосфора и калия в концентрации 600 г на 120 л воды. Азофоска является универсальным удобрением, которое может использоваться как для допосевного (основного) и припосевного (припосадочного) внесения, так и для подкормки растений на различных типах почв.

В контрольном варианте азофоска использовалась из расчета 3 л питательного раствора под каждое растение поверхностным поливом.



а



б



в

Рис. 1. Опытный участок Центра испытаний инновационных технологий ФГБНУ ФНЦ Садоводства:

а – опытная установка с гидробуром для подпочвенного полива растений многолетних насаждений; б – гидробур в рабочем положении; в – лабораторный участок (1-й ряд – исследуемый; 2-й ряд – контрольный)

Гидрогель готовился в баке насосной станции из расчета 10 г порошкового геля на 1 л воды с добавлением азофоски. В качестве действующего вещества применялся полиакриловый абсорбент на основе соли калия, порошковый гель Аквасин – эффективное и универсальное средство для решения различных проблем с влажностью. Этот полимер обладает способностью превращать жидкость в гель, который легко удерживает ее внутри своей структуры.

Динамика изменения влажности почвы по испытываемой и сравниваемой технологиям определялась в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик» и другими методиками [4-6]. Динамика изменения биометрических данных растений определялась в соответ-

ствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и ореховых культур [7-8].

Результаты исследований и обсуждение

Для хозяйственной проверки общих принципов воздействия гелей на водный режим почвы в исследуемой технологии были заложены следующие варианты опытов, которые представлены в табл. 1.

Опыт № 1. Объект исследования – 10 яблонь сорта Манет. Введение 2 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 15 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 1.1. Объект исследования – 10 яблонь сорта Манет. Введение 2 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 10 г удобрения

в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 1.2. Объект исследования – 10 яблонь сорта Манет. Введение 2 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 5 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 2. Объект исследования – 10 яблонь сорта Свежесть. Введение 3 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 15 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 2.1. Объект исследования – 10 яблонь сорта Свежесть. Введение 3 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 10 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 2.2. Объект исследования – 10 яблонь сорта Свежесть. Введение 3 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 5 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 3. Объект исследования – 10 яблонь сорта Конфетное. Введение 5 л рабочего раствора (гидрогель с удобрением «Азофоска») из расчета 15 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 3.1. Объект исследования – 10 яблонь сорта Конфетное. Введение 5 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 10 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Опыт № 3.2. Объект исследования – 10 яблонь сорта Конфетное. Введение 5 л рабочего раствора (гидрогель с азофоской) из расчета 5 г удобрения в точку при рабочем давлении 4 бар, подача воздуха 6 бар на заданную глубину – 30 см.

Разница в форме обеспечения прикорневой зоны растений гидрогелем, а также уменьшение дозы внесения геля и удобрений рассматривались, с одной стороны, как

оценка технологичности внесения разных форм гелей, с другой, – как оценка эффективности форм и объемов внесения гелей.

Оценка эффективности изучаемой технологии была проведена путем сравнительного анализа двух показателей: изменение влажности почвы при использовании гидрогелей по сравнению с контрольной группой и изменение биометрических характеристик растений при применении гидрогелей по сравнению с контролем.

Пробы почвы (массой до 70 г) для определения содержания влаги отбирались с глубины 10, 20, 30, 40 и 50 см с помощью пробоотборника,

помещались в заранее высушенные, взвешенные и пронумерованные бюксы, которые плотно закрывались крышкой. В лабораторных условиях проводилось высушивание проб, взвешивание и расчет влажности (рис. 2).

В табл. 2 приведены результаты определения влажности почвы по вариантам опытов.

Во время проведения исследований влажности почвы в период с 20 июля по 22 августа 2023 г., 10 октября 2023 было обнаружено повышение влаги на 6,33, 5,6 и 4,8% соответственно, что отличается от контрольной группы.

Таблица 1. Изучение воздействия гелей на водный режим почвы в исследуемой технологии

Опыт № 1			Опыт № 2			Опыт № 3		
гель, г	удобрение, г	раствор, л	гель, г	удобрение, г	раствор, л	гель, г	удобрение, г	раствор, л
20	15	2	30	15	3	40	15	5
20	10	2	30	10	3	40	10	5
20	5	2	30	5	3	40	5	5
Общее количество внесения раствора в каждом опыте, л								
60			90			140		

Таблица 2. Результаты определения влажности почвы по вариантам опытов

Варианты опытов	19.06.2023	20.07.2023	22.08.2023	10.10.2023
	Влажность почвы, %			
Опыт № 1	32,5	30,86	25,02	23,86
Контроль		22,54	20,69	18,65
Опыт № 2	33,10	31,12	30,10	28,60
Контроль		28,36	25,07	20,15
Опыт № 3	34,20	32,64	29,20	30,05
Контроль		38,08	32,87	30,89



Рис. 2. Отбор проб почвы

Таблица 3. Данные прироста растений по вариантам опытов

Вариант опыта	Средний прирост на одно дерево, см	
	центрального побега	боковых побегов
<i>Сорт Манет</i>		
Опыт № 1	16,72	27,4
Контроль	10,15	19,4
Опыт № 1.2	12,15	19,6
Контроль	10	14,5
Опыт № 1.3	12,35	18
Контроль	9,6	12,4
<i>Сорт Свежесть</i>		
Опыт № 2	15,8	20,3
Контроль	11,6	16,2
Опыт № 2.1	16,3	22,2
Контроль	12,2	17,9
Опыт № 2.2	14,3	19,3
Контроль	10,8	15,4
<i>Сорт Конфетное</i>		
Опыт № 3	16,6	21,2
Контроль	13,9	12,2
Опыт № 3.1	12,35	20,6
Контроль	10	14,5
Опыт № 3.2	16,5	21,3
Контроль	9,6	12,4

Изменение биометрических данных растений было изучено в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и ореховых культур [7-8]. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Высоту растений (прирост по центральному побегу) измеряли с помощью переносной мерной рейки с точностью до 1 см. В процессе измерений было обнаружено, что прирост в среднем на 5,2 см превышает показатели контрольной группы.

Кроме того, прирост боковых побегов в среднем на 6 см больше, чем у растений из контрольной группы. Результаты были получены для следующих условий: внесение 2 л рабочей жидкости в точку при давлении до 4 бар и давлении воздуха от 4 до 6 бар по схеме раствора (гель с удобрениями).

Результаты свидетельствуют о целесообразности использования гидрогелей для повышения плодородия почвы и улучшения условий для развития растений. Такие методы ухода за почвой помогут получить более высокий урожай и улучшить качество выращенных растений.

Выводы

1. Благодаря использованию оптимальных параметров внутрипочвенной подкормки и внесения удобрений с гидрогелем для двухлетних саженцев яблонь удалось определить оптимальную дозу жидкости и необходимое давление для полива.

2. В результате проведенных исследований было доказано, что использование гидрогеля и удобрения в прикорневой зоне опытных растений значительно улучшает параметры их развития. Влажность почвы в прикорневой зоне была на 6,33, 5,6 и 4,8% выше, чем у растений, выращенных без внесения в прикорневую зону рабочего раствора. Прирост центрального побега в среднем на 5,2 см, а боковых побегов на 6 см больше, чем в контрольном варианте.

Список

использованных источников

1. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2022 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования

рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 119 с.

2. **Селиванов В.Г., Аристов Э.Г., Краховецкий Н.Н.** Технология и технические средства для реализации инновационного метода посадки и полива виноградников и плодово-ягодных культур // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XI Междунар. науч.-практ. интернет конф. 2019. С. 199-206.

3. **Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Селиванов В.Г., Аристов Э.Г., Краховецкий Н.Н., Давыдов А.А., Золотилов В.А.** Инновационные технологии и технические средства для подпочвенного полива многолетних насаждений: науч. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 156 с.

4. **Коновалов С.Н., Бобкова В.В.** Проблемы экологической безопасности технологий промышленного садоводства // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений: матер. Междунар. науч.-метод. конф. (9-14 июня 2014 г., г. Махачкала, Республика Дагестан). Махачкала: ДагНИИСХ, 2014. Т. 1. С. 66-99.

5. **Лакин Г.Ф.** Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.

6. **Юдин Ф.А.** Методика агрохимических исследований. М.: Колос, 1980. 305 с.

7. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 350 с.

8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.С. Мичурина, 1973. 491 с.

Study of the Operation of a Pneumatic Hydraulic Drill for Subsoil Irrigation of Perennial Plants Using Hydrogel

A.A. Davydov

(FGBNU «Rosinformagrotech»)

Summary. The author presents the results of the study of the operation of a pneumatic hydraulic drill using a hydrogel for providing subsoil mineral nutrition to an apple tree. The influence of the hydrogel on the level of soil moisture and biometric parameters of apple plants was noted.

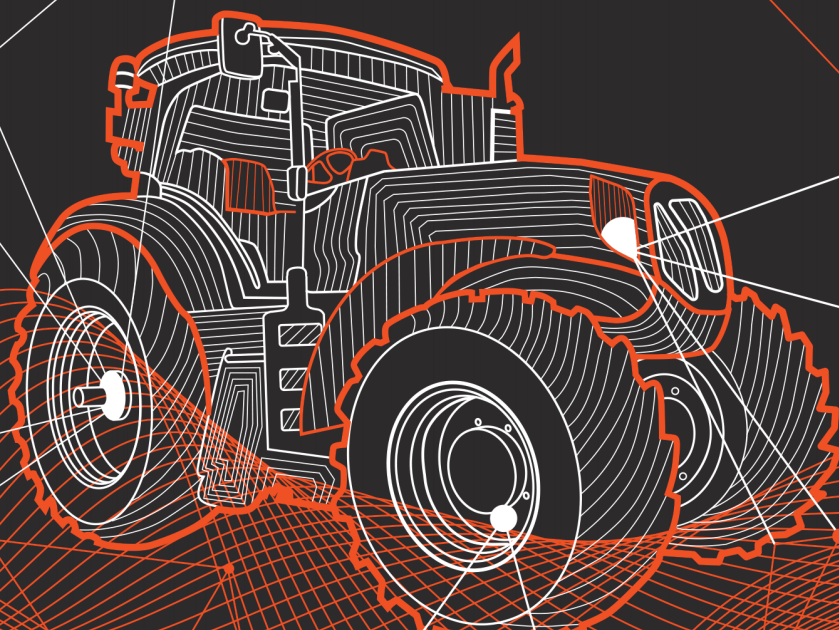
Key words: subsoil irrigation, root zone, mineral nutrition, biopolymers, biometric data, apple tree.



AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

8-11 ОКТЯБРЯ 2024



МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
МОСКВА, РОССИЯ
WWW.AGROSALON.RU



УДК 636.52/.58.033

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-24-27

Реализация подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» ФНТП

Т.Е. Маринченко,науч. сотр.,
94194282@mail.ru**В.Н. Кузьмин,**д-р экон. наук,
гл. науч. сотр.,
kwn2004@mail.ru**Т.Н. Кузьмина,**ст. науч. сотр.,
tnk60@mail.ru**А.П. Королькова,**канд. экон. наук, вед. науч. сотр.,
52_kar@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);**А.В. Скляр,**д-р с.-х. наук,
гл. науч. сотр.,
alexbd2006@mail.ru
(ФНЦ ВНИТИП)

Аннотация. Выявлено, что сохранилось два независимых источника генетического материала мясных кур, обеспечивающих промышленное производство во всем мире, в том числе около 95% мяса бройлеров в России. Для сокращения такой зависимости реализуется подпрограмма ФНТП. Анализ показал, что в рамках реализации подпрограммы уже созданы исходные линии, построен центр для их тиражирования, строятся репродукторы для родительских форм, которые должны обеспечить импортозамещение до 50% от современного уровня.

Ключевые слова: птицеводство, бройлер, состояние, развитие, подпрограмма, ФНТП.

Постановка проблемы

Мясо птицы является оптимальным источником обеспечения человеческого организма полноценным белком, при этом оно более доступно, а его объемы можно нарастить относительно быстро благодаря

последним достижениям в области генетики, ветеринарии, зоотехнии, повышающим эффективность и экологичность на фоне роста объемов производства [1].

Занимая 4-5 место в мире по производству мяса птицы и имея огромный потенциал для роста объемов производства и экспорта, Россия сохраняет импортозависимость по генетическому материалу. Развитие племенного животноводства и птицеводства, в том числе за счет развития их генетического потенциала и внедрения конкурентоспособных отечественных технологий, позволяющих его раскрыть, определяется Доктриной продовольственной безопасности России (далее – Доктрина) в числе национальных приоритетов государства на долгосрочный период. Реализуются мероприятия, обеспечивающие снижение зависимости сельского хозяйства от импорта технологий, машин, оборудования, а также семян основных сельскохозяйственных культур и племенной продукции [2].

В частности, Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы (далее – ФНТП) направлена на развитие научно-технического потенциала сельского хозяйства, которое снизит технологические риски в агропродовольственной сфере, а ее подпрограмма «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» (далее – подпрограмма) – на снижение импортозависимости от племенного материала мясных кроссов кур за счет формирования системы воспроизводства с комплексным технологическим оснаще-

нием процессов производства всех родительских форм [3].

Продукты животного происхождения необходимы для полноценного питания человека. Мясо птицы является наиболее популярным и доступным источником белка, поэтому его валовое производство, а также доля в общем объеме потребляемого мяса растет во всем мире. В 2022 г. в мире было произведено 365 млн т мяса в убойной массе, из которых 37,5%, или 137 млн т, составило мясо птицы всех видов, в том числе 27,7%, или 101 млн т, – мясо кур бройлеров и кур-несушек [3]. Таким образом, наибольшую долю мирового объема производства мяса птицы обеспечивает мясо кур, в 2021 г. – 91%, из которых мясные куры (бройлеры) – 67% [4].

Почти половину мирового объема производства мяса птицы обеспечивают США, Бразилия и Китай. Из них США производят 20% от мирового объема (21 млн т), Бразилия – 14,5 и Китай – 13,9%. По данным Министерства сельского хозяйства США (USDA), Россия занимает пятое место в мире по объемам производства курятины, обеспечивая производство чуть менее 5% от мирового объема (табл. 1) [5, 6].

В настоящее время в мире осталось только два независимых генофонда промышленных линий мясных кур: Aviagen Group (с брендами Ross, Hubbard, Arbor Acres, Indian River и Peterson) и Cobb-Vantress (с брендами Cobb, Avian, Sasso и Hybro), которые продолжают селекцию с исходными линиями, основным поставщиком генетического материала кроссов мясных кур для большинства крупнейших стран-производителей мяса бройлеров являются США [2].

Таблица 1. Производство мяса птицы в мире (без учета куриных лап), по данным USDA, млн т

Страна	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Доля в мировом- производстве в 2022 г., %
США	18,9	19,4	19,9	20,3	20,4	20,8	21,2	20,6
Бразилия	13,6	13,4	13,7	13,9	14,5	14,4	14,9	14,5
Китай	11,6	11,7	13,8	14,6	14,7	14,3	14,3	13,9
ЕС	10,3	10,6	10,8	11	10,9	10,9	11	10,7
Россия	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6	4,8	4,9	4,7
Мексика	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	3,9
Аргентина	2,2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3
Колумбия	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9
Перу	1,5	1,6	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
Япония	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7
Все страны мира	91	92,7	97,3	99,3	100,5	100,9	102,7	100

Сложные внешнеполитические условия, эпидемиологическая обстановка по заболеваниям птицы, множество других сложно прогнозируемых факторов делают такую зависимость критичной для мясного птицеводства России. Например, в 2021 г. птицеводческие предприятия столкнулись со сложностями в обеспечении инкубационным яйцом зарубежного происхождения,кратно выросла стоимость как яиц, так и их доставки. Из ряда стран их импорт был закрыт в связи карантинными мероприятиями. Необходимо отметить, что сохраняется напряженность эпидемиологической обстановки в мире, в 2022 г., например, в 70 государствах мира насчитывалось 7,6 тыс. очагов возникновения птичьего гриппа. Эта ситуация инициировала строительство инкубаторов и репродукторов крупными предприятиями для обеспечения собственных нужд в финальном гибриде.

Цель исследования – изучение состояния и динамики развития мясного (бройлерного) птицеводства России и разработка предложений по активизации развития отрасли.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования были определены эффекты развития мясного птицеводства в Российской

Федерации, возникающие в рамках реализации ФНТП. При проведении исследования использовались данные статистических служб, научных организаций Российской академии наук и Минсельхоза России, публикации ученых и др.

В процессе исследования применялись методы комплексного и структурно-динамического анализа, экспертных оценок, экстраполяции и др.

Результаты исследований и обсуждение

Специфика промышленного производства мяса бройлеров базируется на генетических источниках – чистых линиях, групповой селекции в репродукторах I и II порядков с родительскими и прародительскими формами и эффекте гибридизации, которые позволяют получить больше продукции с меньшими затратами ресурсов и времени, но при этом предполагают содержание и серьезную селекционно-племенную работу с тремя предыдущими поколениями финального гибрида – самого бройлера.

Российские производители мяса бройлеров также закупают племенной материал промышленных линий зарубежной селекции. В 2020 г. доля отечественного кросса «Смена 9» в общем объеме инкубационных яиц финального гибрида составила 2%, остальные 98% (или 614,9 млн инку-

бационных яиц) составили гибриды зарубежной селекции, а также около 20% – родительские формы этих гибридов (31,3 млн яиц) [7].

Производство мяса птицы на уровне 4,5 млн т обеспечат 3,3 млрд суточных цыплят финального гибрида, которых можно получить из 4 млрд заложенных на инкубацию яиц. Это количество на репродукторах II порядка можно получить от 25 млн кур родительских форм (выход – 135 цыплят на начальную несушку и сохранность кур родительских форм в пределах 95%). Необходимое количество родительских форм смогут обеспечить 660 тыс. голов прародительского материнского поголовья (выход – 135 цыплят на начальную несушку) на репродукторах I порядка и поддержание 16 тыс. чистых материнских линий из СГЦ [8, 9]. На каждом уровне воспроизводства ведется работа по совершенствованию чистых линий и родительских форм.

Так, на базе «Алтайского бройлера» ГК «Черкизово» построила шесть новых корпусов для выращивания цыплят, ГК «Элинар» (Московская область) нарастила мощность племенного репродуктора до 29 птичников с 6 первоначальных, а ООО «Мега Юрма» (Чувашская Республика) ввело в эксплуатацию племенной репродуктор II порядка для работы с кроссом «Росс-308» (Aviagen Group). Запланирована реализация около 20 инвестиционных проектов в данном сегменте [2]. Эта деятельность привела к постепенному снижению импорта яиц родительских форм и финального гибрида (рис. 1) [5, 10].

При этом необходимо понимать, что снижения импортозависимости удалось добиться по инкубационному яйцу финального гибрида и прародительских форм, многие предприятия обеспечили себя также родительскими формами, по прародительским формам зависимость сохраняется [2]. Работающие с иностранным племенным материалом репродукторы I порядка сохраняют зависимость и по поставкам исходных форм. Эти и ряд других факторов привели к сни-

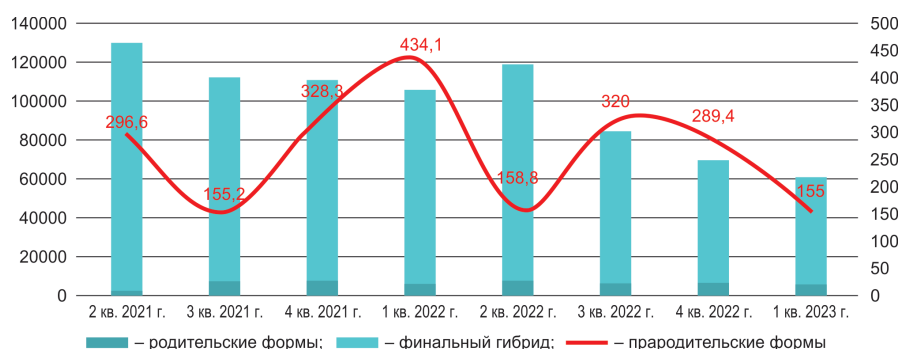


Рис. 1. Динамика и структура импорта в Россию инкубационного яйца, тыс. шт.

Источник: ФГБУ «Центр Агроаналитики».

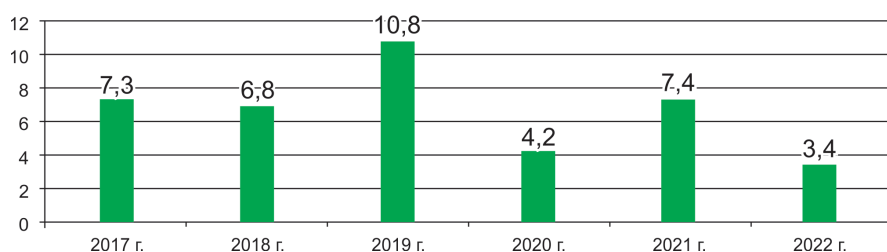


Рис. 2. Рентабельность производства мяса птицы, %

Источник: Минсельхоз России.

жению рентабельности предприятий по производству мяса птицы. По данным Минсельхоза России, в 2022 г. средний уровень рентабельности показал наименьшее значение за последние годы – 3,4% (рис. 2).

Проведенная предприятиями в последние годы работа по модернизации существующих и строительству новых технологических производств позволила мясному птицеводству выйти на качественно новый производственный уровень и обеспечить продовольственную безопасность по мясу птицы [7]. Современные отечественные производственные мощности обеспечили прирост поголовья кроссов мясных кур и объема производства продукции, а также повысили эффективность производства [3].

Основным результатом реализации подпрограммы является создание ФНЦ ВНИТИП РАН и СГЦ «Смена» кросса «Смена 9» с применением современных биотехнологических методов, который зарегистрирован в Госреестре в 2021 г. Уже первые испытания финального гибрида продемонстрировали продуктивность на уровне зарубежных кроссов. Производственные показатели «Смена 9»

позволяют получить более 307 кг мяса на начальную несушку при убое бройлеров в возрасте 35 дней и конверсии корма – 1,66 кг/кг (табл. 2) [2, 11].

Долговременные селекционные программы с кроссом ориентированы, в том числе, на постоянное улучшение производственных показателей. Проводится работа над снижением возраста откорма до 5-6 недель при живой массе 2,6-2,8 кг, улучшением конверсии корма

Таблица 2. Генетический потенциал бройлеров кросса «Смена 9»

Показатели	Кросс «Смена 9»
Возраст убоя, дни	35
Живая масса одной головы в возрасте 5 недель, г	2262
Среднесуточный прирост, г	63,5
Конверсия корма, кг/кг	1,66
Сохранность, %	98,8
Убойный выход, %	73,1
Выход грудных мышц от живой массы, %	23,5

Источник: ФНЦ ВНИТИП РАН.

до 1,5-1,4 кг на 1 кг прироста и повышением сохранности до 97-99% [2, 9].

Производственные испытания кросса «Смена 9» по сравнению с «Росс 308» (Aviagen Group) в разных климатических и производственных условиях, в том числе в Московской и Челябинской областях, Ставропольском крае, а также Чувашской и Адыгейской республиках, выявили высокий его потенциал, обуславливающий высокую конкурентоспособность: показатели по живой массе выше на 4,7%, среднесуточному приросту – на 2,1, сохранности – на 2,2, индексу продуктивности – на 6,8% [2, 3].

Для тиражирования чистых линий нового отечественного кросса мясных кур «Смена 9» и формирования условий для наращивания производства финального гибрида для отечественных производителей в Московской области построен с государственной поддержкой, обеспечен необходимой инфраструктурой, укомплектован современным технологическим оборудованием и уже начал работу селекционно-племенной комплекс. Он позволит увеличить производство прародителей до 1,3 млн голов в год и обеспечить прародительскими формами репродукторы I порядка крупных промышленных птицефабрик в различных регионах России.

Проектируемая производственная мощность обеспечит замену до 50% импортного племенного материала к 2025 г., или около 10-12 млн голов родительских форм [2, 12]. Этот комплекс, во-первых, является одним из мировых источников исходных линий, во-вторых, предоставляет возможность отечественным репродукторам прародительских стад, работающим в настоящее время с зарубежными кроссами, заменить их на отечественный кросс при любых событиях, ограничивающих импорт, таких как конъюнктурные, и сохранить объемы производства родительских стад.

В рамках подпрограммы реализуются пять комплексных научно-технических проектов из Челябинской (ООО «ППР «Челябинский»), Ленинградской (АО «Птицефабрика «Северная»), Нижегородской

(АО «Линдовская птицефабрика – племенной завод») и Московской (ООО «Птицефабрика «Элинар-Бройлер») областей и Чувашской Республики (ОАО «ППФ «Урмарская»). В ходе реализации проектов возводятся репродукторы для родительских и прародительских форм, ведутся испытания кросса «Смена 9» в разнообразных условиях, формируются лаборатории и образовательные программы, реализуются другие мероприятия, направленные на сокращение зависимости от племенного материала зарубежной селекции, формирование отечественной стандартизированной системы получения и выращивания селекционного материала на каждом этапе воспроизводства родительских форм и технологическое оснащение этих процессов [2].

В 2022 г. доля работающих с созданными в рамках подпрограммы новыми отечественными кроссами мясных кур птицефабрик составила 6,3% (запланировано 3%) от общего количества бройлерных птицефабрик.

Выводы

1. Производители мяса бройлеров нуждаются в периодических закупках высокопродуктивного племенного материала. Поскольку в мире сохранилось только два независимых поставщика исходных линий, обеспечивающих высокую эффективность производства мяса бройлеров, то существуют зависимость от зарубежных поставок и риски, связанные с нарушением или ограничением импорта инкубационных яиц.

2. Для обеспечения текущего производства мяса птицы (4,5 млн т) существует потребность в 4 млрд инкубационных яиц финального гибрида, или 3,3 млрд суточных цыплят, которые можно получить от 25 млн кур родительских форм.

3. Основным результатом подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» ФНТП, нацеленной на сокращение зависимости от племенного материала мясных кроссов кур бройлерного типа зарубежной селекции, является

создание чистых линий отечественной селекции кросса «Смена 9», которые могут обеспечить потребность производителей в прародительских и родительских формах и финальном гибриде. Бройлеры кросса «Смена 9» показали высокие производственные показатели.

4. Для тиражирования чистых линий нового отечественного кросса мясных кур «Смена 9» и наращивания производства финального гибрида построен селекционно-племенной комплекс, который позволит к 2025 г. заменить до 50% импортных поставок племенной птицеводческой продукции.

5. В результате реализации подпрограммы будет сформирована технологически оснащенная система получения и выращивания селекционного материала на каждом этапе воспроизводства родительских форм, снижающая зависимость от племенного материала мясных кроссов кур бройлерного типа зарубежной селекции.

Список использованных источников

1. Саммит по продовольственным системам ООН [Электронный ресурс]. URL: https://poultryunion.org/f/fss_2021_ru.pdf (дата обращения: 15.01.2024).
2. Опыт реализации подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» Федеральной научнотехнической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 84 с.
3. **Marinchenko T.** Development of meat poultry farming in Russia within the framework of state programs // E3S Web of Conferences. 2023. 371. P. 03033.
4. Состояние российского рынка оборудования для производства мяса бройлеров / Т.Н. Кузьмина, В.Н. Кузьмин и др. // Птицеводство. 2023. № 3. С. 42-47.
5. **Авельцов Д.** Рынок мяса: результаты 2022 г. // Комбикорма. 2023. № 3. С. 2-3.
6. Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1787/19428846-en> (дата обращения: 02.12.2023).
7. **Кузьмин В.Н., Маринченко Т.Е.** Снижение импортозависимости мясного птицеводства России // Техника и обо-

рудование для села. 2023. № 2 (308). С. 45-48.

8. **Ройтер Я.С.** Организация племенной работы в птицеводстве [Электронный ресурс]. URL: <https://vniiplem.com/wp-content/uploads/2023/04/13.Организация-племенной-работы-в-птицеводстве.pdf> (дата обращения: 09.10.2023).

9. Селекция мясных кур исходных линий пород корниш и плимутрок в СГЦ «Смена» / Ж.В. Емануилова, А.В. Егорова, Д.Н. Ефимов и др. // Птицеводство. 2023. № 5. С. 15-21.

10. Подпрограмма «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» [Электронный ресурс]. URL: <https://specagro.ru/fntp/subprograms/broilers> (дата обращения: 05.09.2023).

11. Руководство по работе с птицей мясного кросса «Смена 9» с аутосексной материнской формой разработано авторским коллективом / Под общ. ред. акад. РАН В.И. Фисинина. Сергиев Посад, 2021. 96 с.

12. Строительство селекционно-генетического центра на базе ФНЦ ВНИТИП РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vnitip.ru/press-center/press/novosti-fnts-vnitip-ran/2.html> (дата обращения: 19.12.2023).

Implementation of the FSTP Subprogram "Creation of a Domestic Competitive Cross of Meat Chickens for the Purpose of Producing Broilers"

T.E. Marinchenko, V.N. Kuzmin, T.N. Kuzmina, A.P. Korolkova (FGBNU "Rosinformagrotech")

A.V. Sklyar (FNTs VNITIP)

Summary. It has been established that two independent sources of genetic material of meat chickens have been preserved, providing industrial production throughout the world, including about 95% of broiler meat in Russia. To reduce such dependence, the subprogram of the FSTP is being implemented. The analysis showed that, as part of the implementation of the subprogram, initial lines have already been created, a center for their replication has been built, the reproducers for parent forms are being built, which should ensure import substitution of up to 50% of the current level.

Key words: poultry farming, broiler, condition, development, subprogram, Federal Scientific and Technical Program (FSTP).

УДК 631.363.25

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-28-31

Повышение эффективности процесса приготовления кормов измельчителем с рабочим органом молотково-сегментного типа

В.Ю. Фролов,*д-р техн. наук,
проф., зав. кафедрой,
frolov_v65@mail.ru***А.В. Бычков,***канд. техн. наук,
доцент,
sanru27@yandex.ru***Н.Ю. Стригунова,***канд. техн. наук,
ассистент,
nadya_15_94@mail.ru
(ФГБОУ ВО КубГАУ)*

Аннотация. На основании анализа существующих измельчающих аппаратов и дробилок было выбрано наиболее перспективное направление в разработке технического средства с рабочим органом молотково-сегментного типа. Выведены аналитические зависимости, которые на стадии проектирования позволяют определить энергоемкость, линейную скорость, а также число рядов молотков.

Ключевые слова: измельчение, корм, рабочий орган, зависимость, аналитические показатели.

Постановка проблемы

Вопрос заготовки кормов на Кубани считается особо важным, поскольку существует проблема обеспечения животноводческой отрасли высококачественными кормами. Хозяйства постоянно совершенствуют процессы приготовления кормов и используют новейшие технологии, рекомендованные научными организациями. Высококачественные корма способствуют повышению продуктивности сельскохозяйственных животных [1].

Фермеры, занятые сельскохозяйственной деятельностью на Кубани, очень активно занимаются животноводством. Их доходность достигает

30%. Администрация края оказывает помощь фермерам субсидиями и при необходимости кредитованием. Однако произведенных в промышленных условиях кормов недостаточно. Поэтому задача строительства комбикормовых заводов, производящих высококачественные корма, остается важной и актуальной для развития малых фермерских хозяйств.

Цель работы – повышение эффективности процесса измельчения кормов путем разработки рабочего органа молотково-сегментного типа и получение аналитических показателей.

Материалы и методы исследования

В задачи исследования входят:

- определение тенденций создания и развития технических способов измельчения зерновых продуктов, применяемых в малых фермерских хозяйствах, и совершенствование перечня оборудования для приготовления кормов с целью повышения продуктивности животных, что позволит выявить оптимальные направления;

- получение аналитических зависимостей для измельчения зерновых кормов измельчителем и рабочим органом молотково-сегментного типа;

- установление практических параметров и методов работы.

В ходе проведения исследований процесса измельчения кормов рабочим органом молотково-сегментного типа изучались аналитическая связь между измельчением и действующими силами в процессе измельчения, а также обоснование измельчения продуктов молотково-сегментным

рабочим органом; проводились исследования по энергоемкости процесса измельчения [2, 3].

Анализ существующих технологий приготовления корма позволил выявить наиболее перспективные направления в разработке технических средств (патент РФ № 2639326).

Характерной особенностью данной технологии (рис. 1) является использование приемного корпуса, оснащенного режущими элементами, которые измельчают продукты в поперечном и продольном направлении за счет гравитационной подачи материала в бункере, а благодаря подпружиненной деке контролируется степень измельчения путем изменения зазора между штифтами. Это позволило снизить энергозатраты, обеспечить воздушный поток в камере измельчителя, повысить качество материала и эксплуатационную надежность.

Результаты исследований и обсуждение

На основе анализа процесса измельчения составляется комбинация рабочих элементов, позволяющая определить конструкцию и технологию измельчителя с наибольшей эффективностью. Основными факторами, влияющими на затраты энергии, являются: скорость резания, которая зависит от сорта и влажности материала тип режущей кромки, а также геометрические параметры режущих элементов.

Мгновенная энергия, приложенная к материалу за очень короткий период времени, имеет очень высокие значения, но конечным значением является импульс, при этом

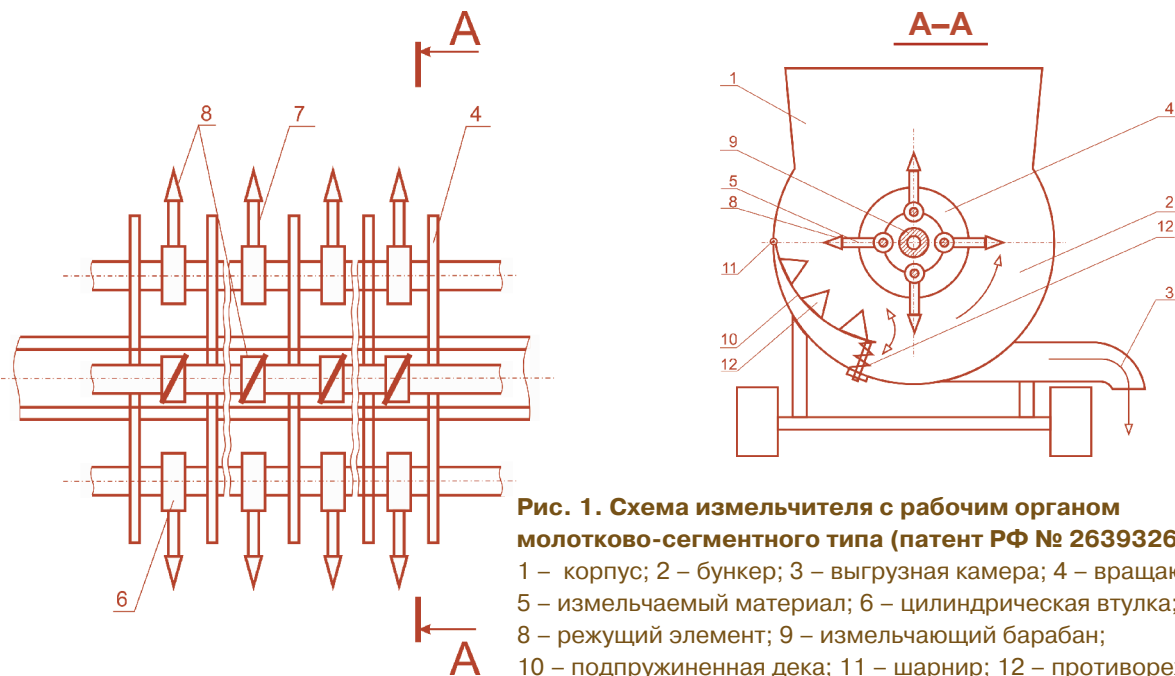


Рис. 1. Схема измельчителя с рабочим органом молотково-сегментного типа (патент РФ № 2639326):

1 – корпус; 2 – бункер; 3 – выгрузная камера; 4 – вращающийся диск; 5 – измельчаемый материал; 6 – цилиндрическая втулка; 7 – стержень; 8 – режущий элемент; 9 – измельчающий барабан; 10 – подпружиненная дека; 11 – шарнир; 12 – противорежущий элемент

значение функции быстро меняется и выражается следующим образом:

$$S = \int_0^{\Delta t} F dt = F \Delta t, \quad (1)$$

где F – средняя (при ударе) мгновенная сила, Н.

Скорость измельчения определяется по выражению [4]:

$$v_c = v - \mu v = v(1 - \mu), \quad (2)$$

где v – составляющая скорости перед ударом, м/с.

μ – коэффициент, определяемый как отношение скорости слоя материала к окружной скорости режущих элементов ($v = 0,450-0,467$);

$$E_1 = \frac{mv^2(1 - \mu)^2}{2}, \quad (3)$$

где m – масса материала, кг.

Сила на первом этапе измельчения затрачивается на процессы упругой и пластической деформации. Сила упругой деформации определяется по выражению

$$E_2 = \frac{mk^2v^2(1 - \mu)^2}{2}. \quad (4)$$

Силы пластической деформации отражают изменения в структуре материала. Получена связь между упругими и пластическими свойствами

ми в зависимости от коэффициента упругости материала k . Увеличение коэффициента k определяет эффективность измельчения. Энергия, затраченная на пластическую деформацию, определяется выражением

$$E_3 = E_1 - E_2 = \frac{mv^2(1 - \mu)^2(1 - k^2)}{2}. \quad (5)$$

Второй этап работы характеризуется изменением скорости подачи, максимальное значение которой определяется выражением

$$v_a = v_1 - (1 + k) \frac{m_1}{m + m_1} (v_1 - v_2), \quad (6)$$

где v_1 – скорость корма до удара, м/с;

v_2 – скорость режущего элемента до удара, м/с;

m – масса корма, кг;

m_1 – масса режущего элемента, кг.

Принимаем, что $v_1 = \mu v$; $v_2 = v$.

Если предположить, что материал имеет массу меньше измельчающих органов, то выражение (6) будет иметь следующий вид:

$$v_a = \mu v - (1 + k) (\mu v - v) = v(k - k\mu + 1), \quad (7)$$

если $\mu = 0$, то

$$v_a = v(1 + k). \quad (8)$$

Выражение для расчета кинетической энергии продукта после удара имеет вид

$$E_4 = \frac{mv^2(k - k\mu + 1)^2}{2}. \quad (9)$$

Энергетические затраты на измельчение выражаются как разница между энергией материала до и после воздействия рабочих элементов и определяется выражением

$$E_4' = \frac{mv^2}{2} [(k - k\mu + 1)^2 - \mu^2]. \quad (10)$$

Суммарная энергия, трансформированная в корм, определяется по формуле

$$E = E_3 + E_4 = \frac{mv^2}{2} (1 - \mu)^2 (1 + k^2) + \frac{mv^2}{2} [(k - k\mu + 1)^2 - \mu^2]. \quad (11)$$

Траекторией движения материала пренебрегаем из-за того, что имеется малая скорость, $\mu = 0$, следовательно выражение (11) примет вид

$$E = mv^2(1 + k), \quad (12)$$

где E – полная энергия, полученная кормом при ударе;

m – масса корма, кг;

v – скорость движения корма, м/с;

k – коэффициент упругости корма.

Полная энергия удара будет зависеть только от упругости материала k и коэффициента μ , который представляет собой отношение скорости материала к линейной скорости измельчающих элементов.

На диаграмме показаны затраты изменения энергии на измельчение (рис. 2).

Начальная скорость движения частицы v на внутренней стороне камеры, радиус которой будет равен R (рис. 3), определяется по уравнению [5]:

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = X \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = Y, \end{cases} \quad (13)$$

где X и Y – проекции на координатные оси равнодействующей

всех приложенных к частице сил.

После ряда изменений:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dv_x}{dt}, \quad Y = 0 \quad \text{и} \quad v_x = v_m,$$

где v_m – скорость частицы.

Дифференциальное уравнение определяется по выражению

$$m \frac{dv_m}{dt} = X, \quad (14)$$

где

$$X = F_{\text{тр}} + F_a. \quad (15)$$

Преобразовав уравнение (14), получим:

$$-\frac{dv_m}{dt} = (a + b)v_m^2, \quad (16)$$

$$\text{где } a = \frac{f}{R_k}; \quad b = \frac{cF\gamma_\beta}{2gm}.$$

В результате преобразований получим

$$v_m = \frac{v_0}{1 + \left(\frac{f}{R_k} + \frac{cF\gamma_\beta}{2gm} \right) tv_0}, \quad (17)$$

где v_0 – начальная скорость;

R_k – радиус рабочей камеры;

f – коэффициент трения;

γ_β – удельный вес воздуха;

c – коэффициент, являющийся функцией числа Рейнольдса (Re);

F – проекция точки на плоскость, перпендикулярную движению.

Из формулы (17) видно, что по некоторым параметрам скорость движения одного и того же объекта уменьшается с уменьшением диаметра самой камеры. Так как эффект удара обусловлен квадратом последующей скорости, чем меньше d , тем больше коэффициент разрушения материала в камере дробления. Кроме того, при уменьшении диаметра камеры дробления существенно уменьшается перемещение частиц по ее рабочей поверхности, что приводит к уменьшению состава мелких частиц типа пыли в измельчаемом материале [6].

Выводы

1. На основе анализа тенденций в применении способов измельчения зерновых кормов, используемых в хозяйствах малых форм собственности, намечены пути разработки технических средств приготовления кормов, что позволило определить перспективное направление в их конструкции и технологии приготовления. Новизна технического решения подтверждена российским патентом на изобретение № 2639326.

2. По результатам анализа технологического процесса измельчения материала рабочим органом молотково-сегментного типа получено аналитическое выражение, позволяющее определить энергоемкость, линейную скорость молотка, диаметр барабана с учетом массы подаваемого материала и коэффициента упругости корма, а также определить число рядов молотков.

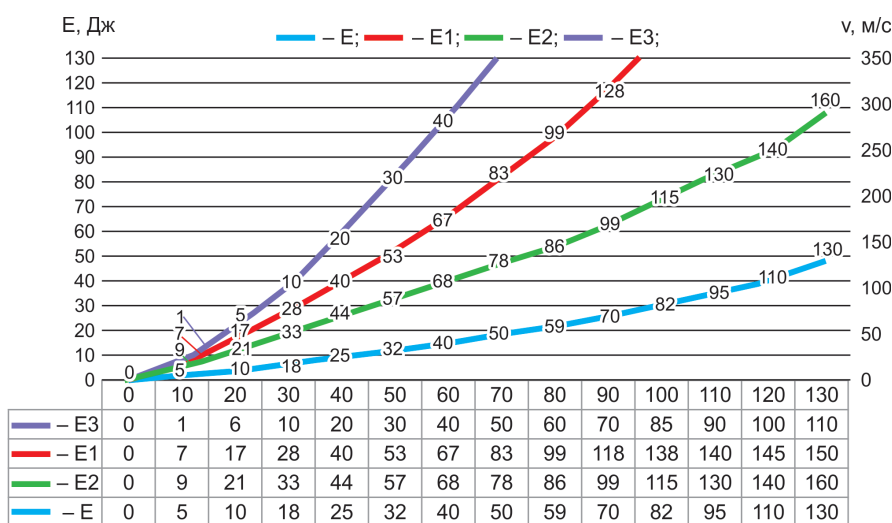


Рис. 2. Зависимость распределения энергии удара

Рис. 3. Схема сил, действующих на подачу материала в камеру измельчения:

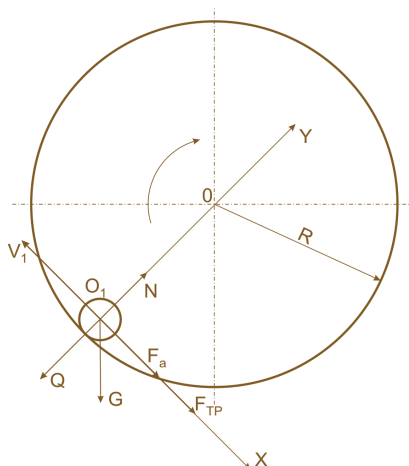
R – радиус барабана, м;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения;

F_a – сила сопротивления воздуха;

Q – центробежная сила;

N – затраты энергии



Список

использованных источников

1. Фролов В.Ю., Морозова Н.Ю.

Подготовка кормов в фермерском хозяйстве // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения : сб. тезисов по матер. IV Нац. конф. 2019. С. 84.

2. Морозова Н.Ю., Хижняков Е.Н.,

Фролов В.Ю. Классификация молотковых дробилок // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: матер. X Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко. Отв. за вып. А.Г. Коцаев. 2017. С. 596-597.

3. **Алешкин В.Г., Мохнаткин В.Г.** Измельчитель грубых кормов // Механизация

и электрификация сельского хозяйства. 1989. № 11. С. 41-42.

4. **Зингагин Б.Г.** Повышение эффективности технических средств приготовления кормов в животноводстве на основе расширения технологических возможностей измельчителей : автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.20.01. Казань, 2004. 33 с.

5. **Мельников С.В.** Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1985. 640 с.

6. **Фролов В.Ю., Сидоренко С.М., Бычков А.В.** Очиститель корнеплодов шнекового типа // Сельский механизатор. 2015. № 2. С. 28-29.

Increasing the Efficiency of the Feed Preparation Process Using a Chopper With a Tool of Hammer-Segment Type

V.Yu. Frolov, A.V. Bychkov,
N.Yu. Strigunova
(FSBEI KubSAU)

Summary. Based on an analysis of existing choppers and grinders, the most promising direction in the development of a technical device with a tool of hammer-segment type was chosen. Analytical dependencies have been derived, which at the design stage make it possible to determine energy intensity, linear speed, and the number of rows of hammers.

Key words: chopping, feed, tool, dependence, analytical indicators.



Би масса

топливо и энергия
Конгресс & экспо

17-18 апреля 2024
Отель «Холидей Инн Лесная»
Москва

Темы конгресса:

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка биотоплив
- Производство пищевого и технического спирта: тонкости технологии, реконструкция заводов, новые виды сырья
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз.
- Биодизель, биокеросин и растительные масла как топливо
- Твердые биотоплива: пеллеты, брикеты, щепа
- Другие вопросы биотопливной отрасли

+7 (495) 585-5167

info@biotoplivo.ru

www.biotoplivo.com



УДК 621.797:629.114.41

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-32-36

Исследование станочного парка предприятий технического сервиса регионального агропромышленного комплекса

В.А. Комаров,д-р техн. наук, проф.,
komarov.v.a2010@mail.ru**Е.А. Нуянзин,**

канд. техн. наук, доц.,

П.А. Аняйкин,

аспирант

(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»);

С.П. Бурланков,

д-р экон. наук, проф.,

spbur1@mail.ru

(ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»)

Аннотация. Установлена возрастная структура групп технологического оборудования на предприятиях технического сервиса. Получены характеристики распределения действующего станочного парка по классам точности, категориям, степеням автоматизации и специализации. Результаты исследований позволят определить направления модернизации производственных участков предприятий технического сервиса и спрогнозировать потребности приобретения современного технологического оборудования.

Ключевые слова: станочный парк, срок эксплуатации, класс точности, категория, степень автоматизации и специализации.

Постановка проблемы

Повышение суверенитета Российской Федерации в условиях настоящей внешнеполитической и экономической ситуации невозможно без ускоренного возрождения станкостроительной отрасли. Для этого необходимо полное обновление морально устаревшего и физически изношенного парка технологического оборудования большинства отечественных машиностроительных и сервисных предприятий [1-3].

Замедление темпов модернизации станочного парка в постсоветское время привело к ускорению старения производственных мощностей сервисных предприятий. Возрождение станкостроительной отрасли на данный момент происходит в результате принятия пяти государственных стратегий и программ (с 1993 г. по настоящее время). Однако объем производства технологического оборудования в стране в 2010 г. по сравнению с 1990 г. снизился в 25 раз, а удельный вес выпуска станочного оборудования на отечественных предприятиях составил около 10% [4, 5].

В СССР осуществлялось комплексное научно-технологическое обеспечение отрасли станкостроения по трем направлениям. Во-первых, путем проведения фундаментальных исследований и создания новых конструктивно-технологических решений на базе отделений Академии наук и ведущих технических вузов. Во-вторых – на основе осуществления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ лабораториями отраслевых научно-исследовательских центров. В-третьих – путем создания узкоспециализированных станкостроительных предприятий и научно-производственных организаций (например, Гипростанок и Оргстанкинпром), осуществляющих разработку и проектирование различных станочных и технологических систем [6].

В настоящее время в России сложилась критическая ситуация полной импортной зависимости некоторых промышленных и сервисных предприятий от технологического оборудования иностранного производства.

Решению данной проблемы посвящена программа Правительства России по импортозамещению. Ее скорейшая реализация позволит обеспечить высокий уровень технологической оснащенности предприятий АПК инновационным станочным парком [7, 8]. При этом целесообразна комплексная оценка технического состояния станочного парка с разработкой плана мероприятий по модернизации или замене технологического оборудования предприятий технического сервиса [9].

Анализ отрасли станкостроения в ведущих зарубежных странах позволил выявить различные варианты направлений ее развития:

- создание государственных компаний (Китай);
- концентрирование и вертикальное интегрирование производства (Япония);
- расширение доли производства на базе малых и средних предприятий (ФРГ);
- кластерное развитие (Тайвань).

При этом эти страны широко применяли набор мер государственной поддержки, осуществляемых на всех этапах производственной деятельности (от научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок до изучения спроса и послепродажного технического сервиса), что явилось главным фактором ускоренного развития станкостроительной отрасли [4-5].

Для обеспечения ускорения развития станкостроительной отрасли в России потребуется регулярное использование инновационных разработок в трех направлениях – в области совершенствования организации производства, при внед-

рении инноваций продуктового и технологического характера [4-5].

Цель исследования – определение основных характеристик станочного парка предприятий технического сервиса, обеспечивающих разработку направлений модернизации производственных участков и прогнозирование потребностей приобретения инновационного технологического оборудования.

Материалы и методы исследования

Необходимость ускоренного технического перевооружения сервисных предприятий в АПК требует разработки методических принципов с целью оптимального обновления станочного парка.

Проблема обновления технологического оборудования включает в себя большое число факторов: технико-технологические параметры оборудования; уровень автоматизации технологического процесса, класс точности станков; показатели надежности узлов и систем, период гарантийной эксплуатации, характеристику используемого режущего и контрольно-измерительного инструмента и др. [10].

Методические принципы оптимизации обновления станочного парка должны основываться на следующих положениях [10]:

- установлен годовой объем работ по восстановлению и изготовлению деталей;

- разработана классификация, которая разделяет восстанавливаемые узлы и системы на категории сложности устранения последствий отказов;

- проведен анализ структуры типовых технологических процессов восстановления и ремонта деталей, узлов и агрегатов. При этом устанавливаются требуемые основные технологические возможности технологического оборудования (класс точности, допускаемая жесткость, быстроходность и показатели производительности);

- путем экспертной оценки определены объемы различных типов и видов технологических операций по изготовлению и восстановлению деталей;

- утвержден перечень обновленного станочного парка с номенклатурой и объемом восстанавливаемых деталей;

- представлены данные аттестации обновленного станочного парка на определение соответствия положениям нормативных документов и производственных характеристик;

- разработана программа модернизации технологического оборудования для повышения точности обработки поверхностей, качества восстановления деталей и агрегатов, производительности оборудования, снижения уровня производственного брака и улучшения техники безопасности.

Для эффективного использования обновленного парка технологиче-

ского оборудования рассчитывается план-схема оптимизации структуры станочного парка, которая основывается на комплексе работ по группировке типов технологического оборудования. При этом особо важным фактором в математической модели оптимизации обновления оборудования является расчетная и фактическая загрузка станочного парка [11].

Результаты исследований и обсуждение

В мировой станкостроительной отрасли существуют показательные примеры развития, ориентированные, с одной стороны, на развитие экспорта, с другой, – на замещение импортной продукции на внутреннем рынке (табл. 1).

Данные табл. 1 характеризуют невысокий объем производства, экспорта и импорта станкостроительной продукции в Российской Федерации по сравнению с ведущими странами мира. Так, например, объем производства станков в нашей стране в 2021 г. составил 2,55% от объемов производства в КНР, 6,99% – в ФРГ и 12,89% – в США.

Аналогичные низкие показатели характеризуют экспорт и импорт станкостроительной продукции в нашей стране. Очевидно, что такие показатели по производству и импорту станкостроительной продукции, с одной стороны, не позволяют своевременно обновлять станочный

Таблица 1. Объемы производства, экспорта и импорта станкостроительной продукции в ведущих странах мира, млрд долл. США

Страна	2019 г.			2020 г.			2021 г.		
	произ-ведено	экспор-тировано	импор-тировано	произ-ведено	экспор-тировано	импор-тировано	произ-ведено	экспор-тировано	импор-тировано
КНР	20,8	3,8	8,1	21,2	4	8,4	22,7	4,2	9
ФРГ	12,3	8,4	2,9	8,8	5,8	1,8	8,3	5,5	1,7
Италия	6,3	3,6	1,6	4,8	2,9	1,1	4,6	2,8	1
Япония	10,6	6,8	0,9	7,1	4,8	0,5	7,3	4,9	0,6
Россия	0,56	0,05	0,9	0,58	0,06	0,65	0,58	0,05	0,86
США	5,1	1,4	4,8	4,3	1,2	4,1	4,5	1,2	4,3
Чехия	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
Швейцария	2,7	2,3	0,6	2,1	2,1	0,5	2	2	0,5
Тайвань	3,3	2,6	0,6	3,4	2,6	0,6	3,6	2,7	0,7
Южная Корея	4,5	2,3	1,1	4,3	2,1	0,9	4,5	2,2	0,9

парк в различных отраслях промышленности и АПК, с другой, – замедляют процесс расширения сети новых современных предприятий в большинстве отраслей производства.

Многочисленные исследования, проведенные ранее, показали, что обеспеченность действующих предприятий технического сервиса АПК основным технологическим оборудованием не превышает 47%, а технологической оснасткой (вспомогательное технологическое оборудование, приспособления и инструмент) производственных участков и оснасткой рабочих мест – соответственно 15 и 40% [12].

В стандартах и технических условиях на конкретные виды станков установлен срок службы до первого капитального ремонта станков серийного производства при двухсменной работе не менее 11-14 лет – для станков с ручным управлением и 7,5-12 лет – для автоматов, полуавтоматов, станков с ЧПУ и гибких производственных модулей [13]. Кроме того, согласно общероссийскому классификатору основных фондов (ОКОФ), код 330.28.4 – «Оборудование металлообрабатывающее и станки» для станоч-

ного парка (пятая группа) установлен срок полезного использования от 7 до 10 лет.

Однако данные исследований станочного парка в региональном АПК (на примере Республики Мордовия), приведенные в табл. 2, показали, что в большинстве своем станочные группы не соответствуют требованиям по нормативным срокам эксплуатации [14, 15].

Так, например, в группах фрезерного и токарного оборудования соответственно у 98,07 и 96,34% станков срок эксплуатации превышает 30 лет, а более половины имеют период использования свыше 50 лет. Наиболее современной является группа наплавочного оборудования. В данной группе у более 50% оборудования срок эксплуатации составляет менее 30 лет.

Большинство станочного оборудования (от 79,41 до 100%) различных групп, используемых на предприятиях технического сервиса в АПК республики, по классам точности относятся к классу Н (нормальная точность). Исключение составляет шлифовальное, заточное и полировальное оборудование, в котором более 50 % станков имеют более высокие классы точности (табл. 3).

По степени автоматизации станочный парк характеризуется следующим образом. Большинство групп технологического оборудования имеют ручное управление – от 77,29 до 92,68% станков, а в группе пресов и молотов – 100%. Наиболее высокую частичную степень автоматизации имеют группы расточного и сверлильного оборудования, а также шлифовального, заточного и полировального.

В табл. 4 представлены характеристики распределения различных групп станков по категориям и степени специализации. Большинство основных групп станочного парка (68,22-96,69%) относятся к средней категории с массой оборудования от 1 до 10 т, а для токарной группы этот показатель равен 100%.

По степени специализации значительная часть технологического оборудования рассматриваемых групп является универсальной (от 66,90 до 89,68%). И только у двух групп «Шлифовальное, заточное и полировальное» и «Наплавочное» степень специализации представляет высокий уровень (специализированный и специальный) и имеет значения соответственно 68,22 и 75,07%.

Таблица 2. Распределение станочного парка по срокам эксплуатации, %

Группа (назначение) оборудования	Марки (обозначение)	Срок эксплуатации, лет			
		до 10	от 10 до 30	от 30 до 50	свыше 50
Токарное	1K62, 1K62Б, 1K63Д, 16K20, 16K25, 1A62, 1A62Г, 1A616, 16Б16П, 16Б20П, 1В62Г, 1В621, 1Д63А, 16Е16КВ, 1Е61ПМ, 16ЗН5, 1Л62, 1М61, 1М63, Т135В, У198, 163, Кусон-3, МК6722	1,22	2,44	42,68	53,66
Расточное и сверлильное	2A112, 2A125, 2A135, ВСН-1Р-20, ВС-415, ВС-416, 2Г125, 2Е52, 2Е78П, 2М112, 2К135Ф2, 2532Л, 2Н118, 2Н125Л, 2Н135, НС-12А, 2М55, СС-13/400, JET JDR-17, JET JDP-17F, JET JOP-10JRILL press, ZJ 5125B, WEBO E1375, AZ VV-80, ТК6513	8,62	15,52	44,83	31,03
Шлифовальное, заточное и полировальное	3A423, 3Б634, 3В423, 3Д4230, 3М131, ОПР-823, ПТ-823, СШК-3, ХШЗ-33, AZ Spa CG 270-2000, AZ Spa SP-1600, AZ Spa SP2000Y, Kwik-Way SVS Series II DELUXE	12,65	20,68	25,00	41,67
Фрезерное	6Н81, 675П, 676П, 6Р11, 6Р12, 6Р82, ОФ-55, 6Т13, 6Т80, ТК6516, ПИ-634, FHU3, FHU5А	0,64	1,29	39,16	58,91
Строгальное, долбежное и протяжное	7Б35, 7Е35, 7305Т, 7305ТД, 7307ГТ, 7307ТД, SH 350	1,38	2,76	44,16	51,70
Прессы и молоты	ОКС-1671М, П6022, П6330, П414, НГ-4/2,5, С229А, Nordberg N3612	10,32	18,25	42,86	28,57
Наплавочное	ОКС-1252, ОКС-6569, А-409, А-580М, ПШ-54, ПДШМ-500, У-651, У-652, У-653, У-654, БИГ-2, БИГ-3, БИГ-5	15,81	36,39	28,56	19,24

Таблица 3. Характеристика распределения классов точности и степени автоматизации станочного парка, %

Группа (назначение) оборудования	Класс точности					Степень автоматизации управления			
	нормальная	повышенная	высокая	особо высокая	особо точная и прецизионная	с ручным	полуавтомат	автомат	с ЧПУ
Токарное	91,46	7,32	1,22	–	–	92,68	3,66	2,44	1,22
Расточное и сверлильное	89,67	5,17	3,44	1,72	–	87,95	3,44	3,44	5,17
Шлифовальное, заточное и полировальное	45,46	22,73	18,18	9,09	4,54	77,29	13,63	4,54	4,54
Фрезерное	79,41	11,77	5,88	2,94	–	88,24	5,88	2,94	2,94
Строгальное, долбежное и протяжное	90,08	9,92	–	–	–	90,08	9,92	–	–
Прессы и молоты	100	–	–	–	–	100	–	–	–
Наплавочное	88,88	11,12	–	–	–	88,88	11,12	–	–

Таблица 4. Характеристика распределения оборудования по категориям и степени специализации станочного парка, %

Группа (назначение) оборудования	Категория					Степень специализации			
	легкое	среднее	крупное	тяжелое	уникальное	универсальное	широкого назначения	специализированное	специальное
Токарное	–	100	–	–	–	80,48	14,64	3,66	1,22
Расточное и сверлильное	17,20	79,36	1,72	1,72	–	89,68	5,16	3,44	1,72
Шлифовальное, заточное и полировальное	27,24	68,22	4,54	–	–	18,16	13,62	31,78	36,44
Фрезерное	5,88	88,24	2,94	2,94	–	79,42	14,70	2,94	2,94
Строгальное, долбежное и протяжное	3,31	96,69	–	–	–	66,90	33,10	–	–
Прессы и молоты	18,73	81,27	–	–	–	81,27	18,73	–	–
Наплавочное	24,93	75,07	–	–	–	8,31	16,62	33,24	41,83

Выводы

Обобщение особенностей использования технологического оборудования и долгосрочных перспектив развития предприятий технического сервиса в региональном агропромышленном комплексе позволило получить следующие выводы.

1. Анализ возрастной структуры основных групп оборудования показал, что более половины из них исчерпали назначенный срок службы. При этом более 90% станков находятся за пределами срока полезного использования. Поэтому необходимо приобретение технологического оборудования широкого функционального назначения и невысоких ценовых

сегментов, таких, например, как токарное станочное оборудование, универсальные обрабатывающие центры с возможностью автоматизации ряда технологических операций и процессов.

2. Выявлено, что большая часть номенклатуры исследуемых основных групп станочного парка относится к низшему классу точности – «нормальный». Однако обслуживание и ремонт современной высокотехнологичной техники требует достаточной степени точности обработки восстанавливаемых поверхностей деталей, а следовательно, приобретения оборудования более высоких классов точности.

3. Установлено, что основное количество обследованных станков имеет низкий уровень автоматизации и является оборудованием с ручным приводом. Этот фактор приводит к снижению качества обработки восстанавливаемых деталей и снижению производительности вследствие необходимости соблюдения жестких требований, предъявляемых к квалификации обслуживающего персонала.

4. Определено, что значительная часть групп станочного парка по уровню специализации является универсальной. Данное обстоятельство, с одной стороны, позволит обрабатывать детали разных типов и размеров с использованием разнообразных технологических процессов, с другой – погрешности изготовления и восстановления деталей более высокие, чем при использовании специального и специализированного оборудования.

Список

использованных источников

1. Миллер А.Е., Давиденко Л.М. Оценка текущей и перспективной технической/технологической оснащенности в соотношении с ресурсной базой предприятий // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2020. Т. 18, № 1. С. 5-13.
2. Толстых Л., Гора С. О модернизации станочного парка промышленных предприятий // Станкоинструмент. 2016. № 1. С. 30-38.
3. Толстых Л.П. Программа модернизации станочного парка группы маши-

ностроительных предприятий // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2012. № 1. С. 4-6.

4. **Тихонова С.В.** Оценка импорто-зависимости и эффективности политики импортозамещения в отечественном машиностроении // Московский экономический журнал. 2020. № 7. С. 17.

5. **Алиев А.Т.** Развитие станкоинструментальной промышленности России в современных условиях геостратегических изменений // Экономические системы. 2022. Т. 15, № 3. С. 56-65.

6. **Файзрахманов Р.А., Федоров А.Б., Шаябаров Н.Ф.** Информационная система мониторинга станочного парка предприятия // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. Т. 13, № 9. С. 9-18.

7. **Гришин В.М., Смирнова И.Ю.** Актуализация методов технологического обслуживания и ремонта станочного парка // Русский инженер. 2017. № 1. С. 36-41.

8. **Смирнова И.Ю., Феоктистова Д.А.** Актуализация методов технологического обслуживания и ремонта станочного парка // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 96-98.

9. **Самчук-Хабарова М.Я., Гапонов В.Л.** Анализ станочного оборудования

как сегмент управления рисками // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 11. С. 64-68.

10. **Тарасов В.А., Полухин Н.В., Боярская Т.О.** Применение симплекс-метода для обоснования решений по техническому перевооружению станочного парка промышленных предприятий // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2010. № 2. С. 106-115.

11. **Макарик М.М.** Методические основы оптимизации станочного парка машиностроительного предприятия // Вестник Саратовского социально-экономического университета. 2008. № 2. С. 34-36.

12. **Мишина З.Н.** Организационно-технологические принципы формирования инновационных центров // Технический сервис машин. 2020. № 4. С. 40-46.

13. ГОСТ 7599-82. Межгосударственный стандарт. Станки металлообрабатывающие. Общие технические условия [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022686> (дата обращения: 20.09.2023).

14. **Комаров В.А.** Исследование предприятий технического сервиса для обеспечения показателей надежности машин (на примере агропромышленного комплекса Республики Мордовия) // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28, № 2. С. 222-238.

15. **Комаров В.А., Курашкин М.И.** Оценка уровня технологической оснащенности предприятий технического сервиса в Приволжском федеральном округе // Инженерные технологии и системы. 2022. Т. 32, № 3. С. 338-354.

Research of the Machine-Tool Fleet of Technical Service Enterprises of the Regional Agro-Industrial Complex

V.A. Komarov, E.A. Nuyanzin, P.A. Anyaykin

(MSU named after N.P. Ogarev)

S.P. Burlankov

(REU named after G.V. Plekhanov)

Summary. The age structure of groups of technological equipment at technical service enterprises has been established. Characteristics of the distribution of the existing machine-tool fleet by accuracy classes, categories, degrees of automation and specialization were obtained. The research results will make it possible to determine the paths of modernizing the production areas of technical service enterprises and predict the needs in modern technological equipment.

Key words: machine-tool fleet, service life, accuracy class, category, degree of automation and specialization.




ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА НАШ
TELEGRAM-КАНАЛ
@AGRORUS1

33-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



АГРОРУСЬ

28-30 АВГУСТА 2024



МЕЖДУНАРОДНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКСПОЗИЦИИ

ЦЕНТР ДЕЛОВЫХ
КОНТАКТОВ

ДЕЛОВАЯ, ФЕСТИВАЛЬНАЯ
И КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

AGRORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ.: +7 (812) 240-40-40, ДОБ. 2980, 2427



6+

УДК 621.316

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-37-42

Обоснование применения солнечных электростанций на предприятиях АПК

С.В. Оськин,*д-р техн. наук,
проф., зав. кафедрой,
kgaueu@yandex.ru***О.В. Григораш,***д-р техн. наук,
проф., зав. кафедрой,
grigorasch61@mail.ru***А.Э. Коломейцев,***аспирант,
kolomeitsev415@mail.ru
(ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ»)*

Аннотация. Разработана методика расчета производственного и технологического ущерба с использованием коэффициента готовности трансформаторных подстанций, находящихся на сельских территориях. Совмещение графиков относительных затрат на техническое обслуживание и коэффициента вынужденного простоя позволяет получить значения оптимального периода проведения профилактики. Приведено обоснование применения солнечных электростанций для предприятий АПК на примере птичника на 6000 голов.

Ключевые слова: солнечная электростанция, коэффициент готовности, электроснабжение.

Постановка проблемы

При электроснабжении предприятий АПК России существует несколько важных проблем, решение которых является актуальной задачей. Электроснабжение сельских территорий имеет ряд особенностей: распределенность потребителей на широкой территории, часто большая удаленность от центральных подстанций, затруднена транспортная доступность для оперативных бригад, высокая степень износа оборудования трансформаторных подстанций и воздушных линий электропередачи.

При перерывах электроснабжения для предприятий АПК возникают серьезные последствия, связанные, с одной стороны, с порчей и недопуском продукции, с другой, – со значительным ущербом от отрицательного воздействия на биологические объекты. При этом вторая составляющая может намного превосходить первую. Так, в результате аварии на электроподстанции «Чагино» (2005 г.) были отключены потребители в четырех областях, более 7 млн человек остались без света, а предприятия понесли убытки в размере 5 млрд руб. При этом наибольший ущерб был нанесен сельскохозяйственным предприятиям пострадавших областей, птицеводческие комплексы потеряли более 1 млн кур [1].

В соответствии с нормативной документацией (РД 34.46.501.) во время эксплуатации трансформаторов необходимо поддерживать номинальный режим работы оборудования. Обеспечение потребителей бесперебойным и надежным электропитанием является одним из главных принципов создания экономических отношений. При этом в энергетической сфере страны эксплуатируется довольно много электроустановок, которые уже выработали свой нормативный срок службы в 1,5–2 раза. Доля силовых трансформаторов, срок службы которых превысил нормативные значения более чем на 20 лет, составляет 40% [10].

В Краснодарском крае работают более 800 аграрных предприятий [6], которые получают электроэнергию от подстанций ПАО «Кубаньэнерго». Для электроснабжения сельхозпредприятий в основном используются районные трансформаторные подстанции, обеспечивающие пониже-

ние напряжения сети с 35–110 кВ до 6–10 кВ, на долю подстанций ТП 6–10/0,4 кВ приходится 98%. По данным ПАО «Кубаньэнерго», оборудование этих подстанций имеет высокую степень износа: трансформаторы – 86%, коммутационная аппаратура – 84% [7, 8]. С каждым годом ситуация ухудшается, что приводит к возрастанию количества повреждений силовых трансформаторов, у которых более 50% отказов вызвано старением изоляции и повреждениями комплектующих узлов [2, 9].

Длительность перерыва электроснабжения потребителей измеряется десятками тысяч часов, а средняя длительность отключения электроснабжения каждого технологического нарушения находится в интервале 4–5,5 ч. Нагрузка на оперативный персонал электротехнических служб постоянно растет и возникают случаи, когда время на профилактические работы отсутствует и приходится заниматься только ликвидацией аварий. Энергосистема этого региона исторически всегда была дефицитна, а объемы потребления ежегодно увеличиваются. В настоящее время электроснабжение предприятий края только на 35 % обеспечивается собственными источниками, остальная часть электроэнергии поступает из соседних регионов. При этом в Краснодарском крае наблюдается рост числа потребителей, что сказывается на увеличении нагрузки на энергосистему ежегодно в среднем на 4%.

В Краснодарском крае в последние годы активно внедряется возобновляемая энергетика. При реализации потенциала использования альтернативных источников в регионе можно получать до 1,3 ГВт электрической энергии. В то же время степень использования ВИЭ в энергобалансе

края не достигает и 2%. Существенным потенциалом возобновляемых источников энергии является возможность создавать резервные станции электроснабжения для повышения надежности функционирования потребителей.

Так как предприятия АПК имеют значительные потери продукции при срывах производства, то для них использование ВИЭ в резервном виде может быть экономически выгодным. Следовательно, необходимо иметь методику обоснования применения солнечных электростанций для разработки соответствующих проектов.

Цель исследования – разработка методики применения солнечных электростанций на предприятиях АПК.

Материалы и методы исследования

Оценку уровня работоспособности оборудования можно провести путем определения его коэффициента готовности, который показывает вероятность готовности рассматриваемой системы выполнить свои функции. В научных публикациях [4, 5] предлагается проводить оптимизацию уровня надежности установок по коэффициенту готовности с учетом затрат на периодическую профилактику и обслуживание оборудования.

Определять стоимость профилактических осмотров трансформаторных подстанций за год как функцию зависимости от периода технических обслуживаний (ТО) можно по формуле:

$$S(t_{TO}) = S_0 \cdot z = 8\,760 \cdot \frac{S_0}{t_{TO}}, \quad (1)$$

где S_0 – стоимость одного технического обслуживания, руб/ед.;

z – число проводимых ТО в году, ед.

t_{TO} – время между очередными ТО, ч/ед.

Выразим стоимость ТО в относительных единицах:

$$s_{omn}(t_{TO}) = \frac{S(t_{TO})}{S_{max}}, \quad (2)$$

где S_{max} – максимальные затраты на техническое обслуживание, которые требуются на поддержание коэффициента готовности, близкого к единице.

При высоком значении коэффициента готовности время между очередными ТО будет минимальным и максимальные затраты составят

$$S_{max} = 8\,760 \cdot \frac{S_0}{t_{min}}. \quad (3)$$

Произведем соответствующие подстановки и получим выражение для относительных затрат на ТО:

$$s_{отн}(t_{TO}) = \frac{S(t_{TO})}{S_{max}} = \frac{8760 \cdot S_0 \cdot t_{min}}{t_{TO} \cdot 8760 \cdot S_0} = \frac{t_{min}}{t_{TO}}. \quad (4)$$

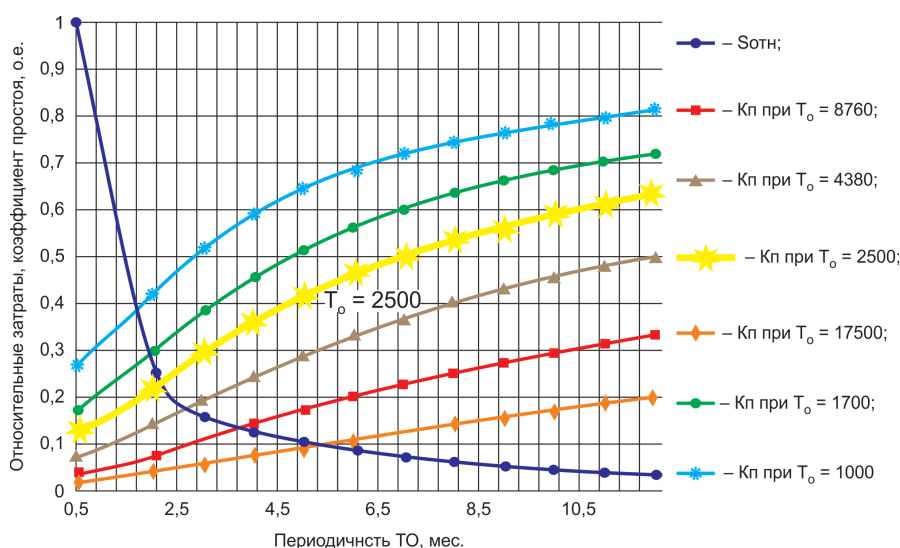
Исследования коэффициента готовности в работах [4, 5] показали, что для электротехнического оборудования он в основном связан со скрытыми отказами, которые обнаруживаются при очередных технических обслуживаниях. Если принять равными вероятности перехода скрытого отказа в явный на следующий день после ТО и непосредственно перед ТО, то среднее время обнаружения скрытого отказа будет равно половине времени между очередными ТО. Следовательно, коэффициент готовности будет зависеть от периодичности ТО:

$$k_z(t_{TO}) = \frac{T_o}{T_o + T_{восст}} = \frac{T_o}{T_o + \frac{t_{TO}}{2}} = \frac{1}{1 + \frac{t_{TO}}{2T_o}}, \quad (5)$$

где T_o – средняя наработка на отказ, ч;

$T_{восст}$ – среднее время восстановления работоспособного состояния, ч.

Таким образом, имеем две функции – $k_z(t_{TO})$ и $s_{omn}(t_{TO})$, зависящие от периодичности ТО. Для их совместного построения возьмем необходимую минимальную периодичность ТО, равную 0,5 месяца, что соответствует рекомендациям для особо ответственных установок. В качестве переменной будет периодичность ТО от 1 до 12 месяцев (один раз в год). Коэффициент готовности будем рассчитывать при разных наработках на отказ и определим коэффициент вынужденного простоя как $k_{п} = 1 - k_z$. Совместное графическое построение будем вести $k_{п}(t_{TO})$ и $s_{omn}(t_{TO})$. Результаты представлены на рисунке в виде соответствующих графиков, из которых видно, что коэффициент вынужденного простоя зависит от средней наработки на отказ. Точки пересечений графиков $k_{п}(t_{TO})$ и $s_{omn}(t_{TO})$ дают значение



Графики зависимостей относительных затрат на ТО и коэффициентов вынужденного простоя при разных наработках на отказ

оптимальной периодичности ТО. Так, при средней наработке на отказ 8 760 ч (один год) оптимальная периодичность ТО составляет четыре месяца, коэффициент готовности – 0,85.

Если рассмотреть системы электроснабжения сельских предприятий, то по имеющимся статистическим данным можно рассчитать коэффициенты готовности, например, трансформаторных подстанций. Далее необходимо сопоставить полученные коэффициенты готовности и простоя с относительными затратами на обслуживание и определить оптимальный период ТО. Если службы ТО не могут понести такие затраты на рекомендованную периодичность, тогда следует искать другие пути повышения надежности, например замена оборудования, резервирование. Полученные данные по периодичности ТО касаются только служб эксплуатации электрических сетей, при этом трансформаторные подстанции будут находиться на балансе именно этих организаций.

У части предприятий АПК сети 10 кВ и трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ находятся на балансе. При этом допустимый уровень надежности электроснабжения необходимо определить через установление последствий отключений потребителей электроэнергии. Учитывая особенности работы сельскохозяйственных предприятий, ущерб от приостановки их функционирования можно определить по соответствующим формулам.

Так, определить производственный ущерб, связанный с недовыпуском продукции, можно по выражению [4]

$$Y_{np} = nm\Pi t_{откл}, \quad (6)$$

где n – поголовье животных;

m – продуктивность на одну голову, кг/ч (может даваться в час, сутки или год);

Π – отпускная цена продукции, руб/кг (л);

$t_{откл}$ – продолжительность отключения, ч (сутки, годы).

Данное выражение можно представить через коэффициент готовности как изменение величины производственного ущерба:

$$\Delta Y_{np} = nm\Pi (k_{zn} - k_{zб}) t_{pn}, \quad (7)$$

где k_{zn} , $k_{zб}$ – коэффициенты готовности соответственно нового и базового вариантов;

t_{pn} – продолжительность рабочего периода, ч.

Эксплуатация оборудования включает в себя периодические чередования наработки до отказа и время восстановления. Учитывая, что время рабочего периода в году t_{pn} равно времени работы в год (обозначим этот параметр $t_{zод}$), то формула (7) при соблюдении размерностей выглядит следующим образом:

$$\Delta Y_{np} = nm\Pi (k_{zn} - k_{zб}) t_{zод}. \quad (8)$$

Используется в экономических расчетах также формула для определения технологического ущерба, возникающего от простоя определенного технологического процесса или всего объекта производства сельскохозяйственной продукции [4]:

$$Y_{mexn} = y_{mexn} n t_{zод} (1 - k_z), \quad (9)$$

где n – поголовье животных;

y_{mexn} – удельный технологический ущерб от срыва производственного процесса на одну голову, руб/ч.

Изменения технологического ущерба при изменении уровня надежности определяются как

$$\begin{aligned} \Delta Y_{mexn} &= \\ &= y_{mexn} n t_{zод} (k_{zn} - k_{zб}). \end{aligned} \quad (10)$$

В качестве исходных данных для расчета удельного ущерба по ценам на продукцию и продуктивности обычно пользуются соответствующей информацией, имеющейся в открытом доступе. Пример усредненных данных по некоторым производствам АПК представлен в табл. 1 и 2.

После определения технологических ущербов от перерывов электроснабжения проводится оценка допустимости таких вероятных убытков. Если производителя продукции не устраивают полученные значения, то необходимо найти другой способ повышения надежности. Это можно осуществить путем резервирования линиями электропередачи с дополнительными трансформаторными подстанциями, подключением резервных источников энергии в виде дизельных электростанций. Также можно использовать генерацию электроэнергии от возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В связи с возросшими предложениями на рынке солнечных и гибридных электростанций следует рассмотреть и такой вариант.

Установка солнечной электростанции на предприятии позволит повысить надежность электроснабжения, довести коэффициент готовности практически до 0,99, а также будет снабжать электроэнергией отдельных потребителей по отдельно установленному тарифу. Производители такого оборудования предлагают разработки для ферм и предприятий различной мощности (табл. 3).

Таблица 1. Средний удельный ущерб на сельскохозяйственных предприятиях от перерывов в электроснабжении (данные по состоянию на 01.01.2023)

Предприятия	Средний удельный ущерб за 1 ч перерыва, руб.	
	на одну голову	на 1 м ²
Комплексы и фермы молочного направления	72,7	
Фермы КРС	23	
Свиноводческие комплексы	239,3	
СТФ	17,2	
Птицефабрики яичного направления на 100 тыс. кур-несушек, на 1000 голов	248,8	
Птицефабрики мясного направления на 1 млн бройлеров в год	5,7	
Теплицы весенние, парники		9,6
Теплицы зимние		70,8

Таблица 2. Продуктивность в расчете на одну голову животных (птицы) и цена продукции на сельскохозяйственных предприятиях (данные по состоянию на 01.01.2023)

Предприятия, вид продукции	Продуктивность животных (птицы)	Цена продукции (кг, л, десяток), руб.
Комплексы и фермы молочного направления, молоко, л в год	9000	60
Фермы по выращиванию и откорму КРС, привес в сутки, кг	1,2	320
Свиноводческие комплексы, привес в сутки, кг	0,9	220
Свинотоварные фермы, привес в сутки, кг	0,9	220
Птицефабрики яичного направления на 100 тыс. кур-несушек, яйценоскость в год, шт.	250	70
Птицефабрики мясного направления на 1 млн бройлеров в год, привес в сутки, кг	0,058	160

Таблица 3. Параметры солнечных электростанций

Марка электростанции	Мощность, кВт	Цена, тыс. руб.	Суточная выработка, кВт·ч
C3-3HD	5	403,89	20,7
C4-HD	10	664	40
C5-HD	15	974,99	61
C6-HD	20	1261,59	81
C7-HD	25	1586	100
C8-HD	30	1835,89	121
C9-HD	50	2952,59	202
C11-HD	80	4547,69	320
C12-HD	100	5674	400
CФ100-450M SILA	100	9690	808

При работе солнечной электростанции часть ее энергии будет поступать на технологические процессы, поэтому необходимо иметь данные для расчета отпущенной электроэнергии. Часть информации по этим параметрам можно брать укрупненно из справочника [3]. В табл. 4 приведены данные по сельскохозяйственным потребителям, взятые из этого справочника. Для расчетов по использованию электроэнергии от солнечной электростанции следует брать только треть норматива, так как полученная сгенерированная энергия поступает только в дневное время суток.

Результаты исследований и обсуждение

На основе проведенного исследования можно рекомендовать следующую методику определения рационального периода технических обслуживаний ТП. Предлагаемая методика представляется в виде поэтапных расчетов отдельных эксплуатационных показателей.

В Краснодарском крае был проведен мониторинг трансформаторных подстанций на предмет определения видов отказов (исследовано 22 450 ТП) [9]. На основании полученных данных по отказам отдельных составляющих трансформаторных подстанций можно определить существующий коэффициент готовности.

Таблица 4. Данные по потреблению электроэнергии сельскохозяйственными объектами

Производство, вид продукции	Удельный годовой расход электроэнергии на единицу продукции, кВт·ч
Комплексы по выращиванию и откорму свиней	55-115
Комплексы по выращиванию и откорму крупного рогатого скота	110-130
Площадки по откорму крупного рогатого скота	25-50
Комплексы по производству молока	550-700
Комплексы по выращиванию нетелей	215-265
Птицефабрика по производству яиц	20-25
Птицефабрики мясного направления	15-20
Фермы по выращиванию и откорму свиней	100-190
Фермы по откорму свиней	60-85
Свиноводческие репродуктивные фермы	95-100
Фермы крупного рогатого скота	380-430
Откормочный пункт крупного рогатого скота	75-175
Ферма по производству молока	550-700
Птицеферма по производству яиц	10
Птицеферма мясного направления	2
Теплицы, м ²	50

При использовании данных табл. 5 оказывается, что в среднем на каждую ТП приходится 6,3 отказов. Исследования [9] показывают, что половину этих отказов можно принять явными (восстанавливаются в течение 6 ч), а другая половина – скрытые, которые обнаруживаются при очередном ТО. Таким образом, средняя наработка по скрытым отказам составляет 2780 ч.

По данным обследований наблюдаемых ТП, периодичность ТО составляла 3 месяца (среднее время

восстановления – 1080 ч). Следовательно, коэффициент готовности будет равен 0,72, а коэффициент вынужденного простоя – 0,28. По графикам (см. рисунок) видно, что оптимальное значение коэффициента вынужденного простоя равно 0,22 (утолщенная кривая при $T_0 = 2500$ ч) и тогда коэффициент готовности будет равен 0,78. Значение оптимальной периодичности ТО составит 2 месяца, и такая периодичность оптимальна для служб эксплуатации электрических сетей.

Предлагается следующая методика расчета производственного и технологического ущерба для предприятий АПК, на балансе которых находятся ТП низкого напряжения. Полученная методика представляется в виде поэтапных расчетов для конкретного объекта.

Определим значения производственного ущерба, например, для птичника при такой надежности электроснабжения. Возьмем птичник на 6 тыс. кур, у которого средняя активная мощность потребления 5 кВт, максимальная – 20 кВт.

Снижение производственного ущерба от повышения коэффициента готовности с 0,72 до 0,78 вычислим по формуле (7):

$$\Delta Y_{np} = nm\Pi(k_{zn} - k_{z6})t_{pn} = 6000 \cdot 250 \cdot 7 \cdot (0,78 - 0,72) \cdot 1 = 630 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, повышение надежности позволит получить вероятностный дополнительный доход от снижения производственного ущерба в размере 630 тыс. руб. на один корпус птицефабрики.

Определим снижение технологического ущерба по формуле (10):

$$\Delta Y_{техн} = y_{техн} n t_{zod} (k_{zn} - k_{z6}) = 248,8 \cdot 6000 \cdot 8760 \times (0,78 - 0,72) / 1000 = 784 \text{ 615 руб.}$$

Как видно, результаты схожи и имеют вероятностный характер. Однако можно определить и технологический ущерб от рекомендованного коэффициента готовности по формуле (9):

$$Y_{техн} = y_{техн} n t_{zod} (1 - k_z) = 248,8 \cdot 6000 \cdot 8760 \cdot \frac{1 - 0,78}{1000} = 2877 \text{ тыс. руб.}$$

При таком значении коэффициента готовности ущерб достигает 2,9 млн руб. Товарное предприятие могут не устраивать такие вероятные потери. Первый путь улучшения ситуации – пойти на дальнейшее учащение профилактических осмотров, т.е. довести до периодичности каждые 0,5 месяца. Тогда коэффици-

Таблица 5. Статистические данные по отказам элементов ТП

Составляющие элементы ТП	Отказы	
	ед.	%
Изоляторы	29 685	21,01
Силовые трансформаторы	13 655	9,66
Масляные выключатели	13 061	9,24
Шины сборные	6 531	4,62
Разъединители	6 531	4,62
КРУ и КРУН	4 750	3,36
Разрядники	4 750	3,36
Предохранители	3 562	2,52
Измерительные ТТ	2 968	2,10
Реле защиты и автоматика	49 871	35,29
Измерительные ТН	1 781	1,26
Цепи управления выключателями	1 781	1,26
Вакуумные выключатели	1 187	0,84
Ограничители перенапряжения	594	0,42
Отделители	594	0,42
ИТОГО	141 300	100

ент готовности станет равным 0,89 и вероятный технологический ущерб составит

$$Y_{техн} = y_{техн} n t_{zod} (1 - k_z) = 248,8 \cdot 6000 \cdot 8760 \cdot \frac{1 - 0,89}{1000} = 1435 \text{ тыс. руб.}$$

При таком значении технологический ущерб снизится в 2 раза, что также может не устроить производителя. Дальнейшее увеличение количества периодичности ТО уже трудновыполнимо. Второй путь – замена ТП на новую, более надежную, что требует различных согласований и материальных затрат. Третий – создание резервного электроснабжения.

Определим возможность для данного примера использовать солнечную электростанцию. Так как потребляемая максимальная мощность 20 кВт, то будет приобретаться солнечная электростанция СЗ-ЗНД (мощность 20 кВт) стоимо-

стью 1,262 млн руб. Общая потребляемая электроэнергия птичником составит

$$W_{nom} = \omega \cdot n = 23 \cdot 6000 = 138000 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где ω – удельное потребление электроэнергии (см. табл. 4).

В соответствии со средней ценой на электроэнергию в 2023 г. для юридических лиц (9,8 руб/кВт·ч) за потребленную электроэнергию данным птичником птицефабрика заплатит следующую полную сумму:

$$\Pi_{эл полн} = W_{nom} \cdot c = 138000 \cdot 9,8 = 1,35 \text{ млн руб.}$$

Тогда затраты на покупку и монтаж солнечной электростанции за вычетом третьей части стоимости потребленной электроэнергии составят

$$З_{сэ} = \Pi_{сэ л} k_m - \Pi_{эл полн} \cdot 0,33 = 1,262 \cdot 1,5 - 1,35 \cdot 0,33 = 1,5 \text{ млн руб.}$$

где k_m – коэффициент монтажа, связанный с затратами на монтаж и модернизацию вводных ячеек, принимаем равным 1,5.

Так как годовой вероятностный ущерб составляет 2,9 млн руб., то затраченные финансовые средства окупятся менее чем за один год. Такая эффективность капиталовложений на сегодняшний день будет приемлема производителями сельскохозяйственной продукции.

Выводы

1. Надежность электроснабжения предприятий АПК России имеет низкий уровень, что наносит значительный ущерб производству продукции. В Краснодарском крае в ПАО «Кубаньэнерго» на долю трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0,4 кВ приходится 98%. Амортизационный срок большинства ТП закончился, и они работают с низкой надежностью. По статистическим данным, средняя наработка на отказ оборудования ТП составляет 2 780 ч.

2. Разработана методика определения рационального периода технических обслуживаний ТП

с использованием относительных затрат на ТО и коэффициента вынужденного простоя. С применением этой методики установлено, что для обследуемых ТП коэффициент готовности составляет 0,72. Данный показатель можно повысить до 0,78, если уменьшить периодичность между ТО линий электроснабжения и ТП, которое выполняется специализированными предприятиями.

3. Получена методика расчета производственного и технологического ущерба для предприятий АПК, на балансе которых находятся ТП низкого напряжения. Расчеты по данной методике показали, что при такой надежности предприятия АПК несут значительный ущерб. Например, для птичника с курами-несушками на 6000 голов ежегодный ущерб составляет около 3 млн руб. Доведение периодичности ТО до рекомендуемого значения позволит сократить ущерб на 0,5 млн руб.

4. Значительно увеличить надежность электроснабжения можно, установив резервирование на основе солнечной электростанции. Применение генерации от ВИЭ позволяет получить двойной эффект: повысить коэффициент готовности до 0,99 и снизить затраты на потребляемую энергию. Экономическое

обоснование установки солнечной электростанции на примере птичника на 6000 голов показало, что затраты можно окупить за 0,5 года.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/27.

Список

использованных источников

1. Авария в энергосистеме Москвы 25 мая 2005 г. Досье [Электронный ресурс]. URL: <http://tass.ru/info/1992764>, дата обращения: 19.02.2023).
2. **Аксенов Ю.П.** Мониторинг технического состояния высоковольтной изоляции электрооборудования энергетического назначения в эксплуатации и ремонтах. М.: Научтехиздат, 2002. 338 с.
3. **Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М.** Справочник по проектированию электрических сетей. М.: ЭНАС, 2012. 376 с.
4. **Оськин С.В.** Методы и средства повышения качества функционирования асинхронных нерегулируемых электроприводов для кормоцехов и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.02 / Оськин Сергей Владимирович. Челябинск, 1998. 368 с.
5. **Оськин С.В., Тарасенко Б.Ф.** Надежность технических систем и экологи-

ческий, экономический ущерб в сельском хозяйстве // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101 (07). 20 с.

6. **Парамонова П.Ф.** Эффективность использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве. Краснодар: КубГАУ, 2014. 244 с.

7. **Пронь В.В., Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г.** Анализ проблем и возможностей эксплуатации изношенного электрооборудования // Мировая наука и образование в условиях современного общества : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. в 4 ч. Часть. II. М.: «АР-Консалт», 2014. С. 145-147.

8. **Пронь В.В., Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г.** Методологические аспекты эксплуатации изношенных силовых трансформаторов // Механизация и электрификация и сел. хоз-ва. 2015. № 5. С. 18-22.

9. **Пронь В.В.** Повышение надежности трансформаторных подстанций сельских электрических сетей, эксплуатирующихся сверх нормативного срока: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Пронь Вадим Валерьевич; ФГБОУ ВО КГАУ им. И.Т. Трубилина. Краснодар, 2017. 174 с.

10. **Хлыстиков А.В., Игнатьев И.В.** Проблемы надежности работы силовых трансформаторов // Системы. Методы. Технологии. Братский государственный университет, 2013. № 3(19). С. 117-120.

ДОРОГИЕ АБИТУРИЕНТЫ!

ФГБНУ «Росинформагротех»
объявляет прием на обучение
по образовательным программам –
программ подготовки научных
и научно-педагогических кадров
в АСПИРАНТУРЕ на 2024-2025 учебный год по специальностям:

- ✓ **4.3.1** Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса;
- ✓ **5.2.3** Региональная и отраслевая экономика (3. Экономика сельского хозяйства и АПК)

Прием документов – с 3 июня по 16 августа 2024 г.



Подробная информация о сроках приема документов, проведения вступительных испытаний и условиях поступления размещена на сайте ФГБНУ «Росинформагротех»
<https://rosinformagrotech.ru>
Тел. (495) 594-99-41



Rationale for the Use of Solar Power Plants at Agricultural Enterprises

**S.V. Oskin, O.V. Grigorash,
A.E. Kolomeitsev**

(Kuban State Agrarian University)

Summary. The article deals with the method for calculating production and technological damage using the availability factor of transformer substations located in the rural areas. Combining graphs of relative maintenance costs and the forced outage factor allows us to obtain the values of the optimal period for preventive maintenance. The rationale for the use of solar power plants for agricultural enterprises is given using the example of a poultry house for 6000 birds.

Key words: solar power plant, availability factor, power supply.

УДК 621. 436. 2

DOI: 10.33267/2072-9642-2024-2-43-47

Вероятностно-статистические методы при выявлении дефектов топливной аппаратуры дизеля по виброакустическим спектрам

Н.В. Грунтович,

д-р техн. наук, проф.,
gruntovich@tut.by
(ГГТУ им. П.О. Сухого);

Д.В. Кирдищев,

ст. преподаватель,
pupkin_hate@mail.ru

Д.Н. Кирдищева,

канд. экон. наук, доц.,
kirdishcheva@bk.ru
(ФГБОУ «Брянский ГАУ»)

Аннотация. Рассмотрены практические результаты технического диагностирования топливной аппаратуры дизеля с использованием виброакустических характеристик. На основе заданной диагностической матрицы, методов Байеса и последовательного анализа выполнены расчеты по определению влияния снижения упругости пружины форсунки на эффективность работы топливной форсунки и взаимосвязи диагноза «увеличена затяжка пружины форсунки» с признаком «высокая амплитуда на частоте 115 Гц».

Ключевые слова: топливная аппаратура, диагностирование, дизельный двигатель, метод Байеса, виброакустические характеристики.

Постановка проблемы

Эффективное развитие сельского хозяйства в условиях импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны, в том числе региона, предполагает создание определенных условий по оснащению сельскохозяйственных организаций машинно-тракторным парком. В свою очередь, от наличия, качественного состава и интенсивности использования парка основных видов техники зависит уровень механизации хозяйственных работ и, как следствие, увеличение объема произведенной сельскохозяйственной продукции, а также повышение производительности труда [1]. Однако в сельскохо-

зяйственных организациях Российской Федерации, в том числе Брянской области, в последние десятилетия (2005-2022 гг.) сохраняются традиционные проблемы с оснащенностью, обновлением и рациональным использованием техники (рис. 1).

За анализируемый период (2005-2022 гг.) в сельскохозяйственных организациях России количество тракторов сократилось в 2,2 раза. Особенно резкое снижение тракторного парка отмечается в 2015 г. – на 46,9% по сравнению с 2005 г. Отрицательная динамика наблюдается и в разрезе регионов. В 2022 г. в сельскохозяйственных организациях Центрального федерального округа (ЦФО) насчитывалось 46773 трактора различных модификаций, что в 2,3 раза меньше уровня 2005 г. Сельскохозяйственные организации Брянской области также столкнулись с сокращением тракторного парка за период 2005-2022 гг. – с 4784 до 2829 ед.

Проблемы с оснащенностью тракторами в сельскохозяйственных организациях привели к значительному увеличению нагрузки пашни на один трактор как в целом по России, так и по Брянской области. Приведенный динамический ряд свидетельствует о росте данного показателя в России в 2,1 раза, в ЦФО – почти в 2 раза, в Брянской области – на 30,1%. В отчетном периоде нагрузка на единицу техники в целом по России

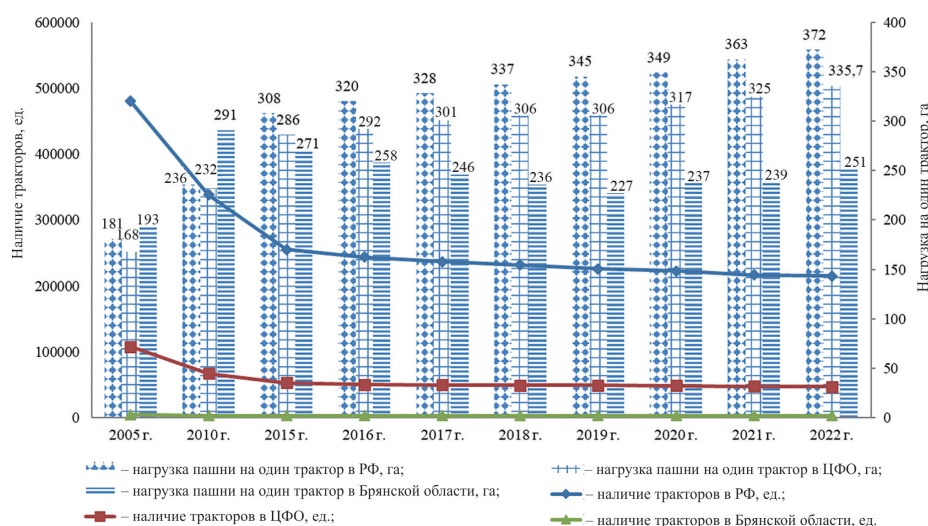


Рис. 1. Наличие тракторов и обеспеченность ими сельскохозяйственных организаций

составила 372 га, в ЦФО – 335,7, Брянской области – 251 га при нормативной нагрузке 74 га [2].

Снижение уровня оснащённости техническими средствами и повышение нагрузки на сельскохозяйственную технику приводит к преждевременному износу машин и оборудования, увеличению эксплуатационных издержек [2-4]. Так, в целом по России на 2020 г. доля тракторов, с года выпуска которых прошло более 10 лет, составляла 68,3% [5].

Немаловажным вопросом в исследовании современного состояния тракторного парка является оценка степени его обновления и выбытия техники в сельскохозяйственных организациях Брянской области (рис. 2).

Коэффициент выбытия в базовом периоде значительно опережал коэффициент обновления тракторов в сельскохозяйственных организациях региона в отчетном периоде. С 2015 г. наблюдается значительное превышение показателя обновления над показателем выбытия. Однако данная тенденция не позволяет судить о решении проблемы обновления и модернизации машинно-тракторного парка, так как за анализируемый период показатель движения техники снижается (коэффициент обновления – на 36,1%). Таким образом, устойчивая тенденция снижения прироста парка тракторов свидетельствует о том, что значительный объем поставок идет на замену выбывающих машин, ремонт которых оказывается экономически нецелесообразным, и только небольшая часть поставок направляется на расширение парка. Имеющаяся в распоряжении сельскохозяйственных организаций техника морально устарела и находится за пределами сроков физической амортизации, что препятствует проведению сезонных полевых работ в оптимальные агротехнические сроки [6].

Низкая эффективность эксплуатации тракторов и дальнейшее ее снижение отражается и на годовой выработке. Во время ремонта техники затраты на покупку запасных частей составляют 11-28% общего объема материальных затрат (табл. 1).

Анализ показывает, что в основном в сельскохозяйственных организациях Брянской области затраты на запасные части и материалы для ремонта основных средств и их доля в структуре материальных затрат за последние три года имеют тенденцию роста. Так, в ООО СП «Дружба» (Погарский район) удельный вес

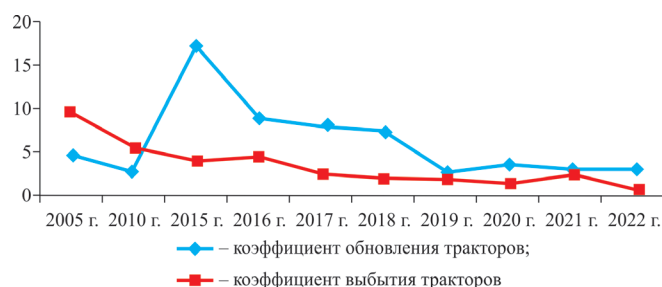


Рис. 2. Показатели движения тракторов в сельскохозяйственных организациях Брянской области

затрат на запасные части увеличился с 10,7% (2020 г.) до 22,2% (2022 г.).

Основные объемы ремонтных работ в течение последних 20 лет хозяйства выполняют собственными силами, используя в основном детали списанных машин. Однако этот резерв себя уже исчерпал, о чем свидетельствуют уменьшение числа таких машин, стабилизация и повышение объемов ремонтных работ с использованием покупных запасных частей, агрегатов и ремкомплектов [7].

Средством, повышающим качество и эффективность технического обслуживания, ремонта и эксплуатации топливной аппаратуры, является техническое диагностирование. Большинство методов диагностирования топливной аппаратуры предполагает частичную разборку двигателя, что увеличивает себестоимость работ. Поэтому разработка новых методов диагностирования является актуальной задачей.

Цель исследований – выявление дефектов топливной аппаратуры с применением вероятностно-статистических методов по виброакустическим спектрам.

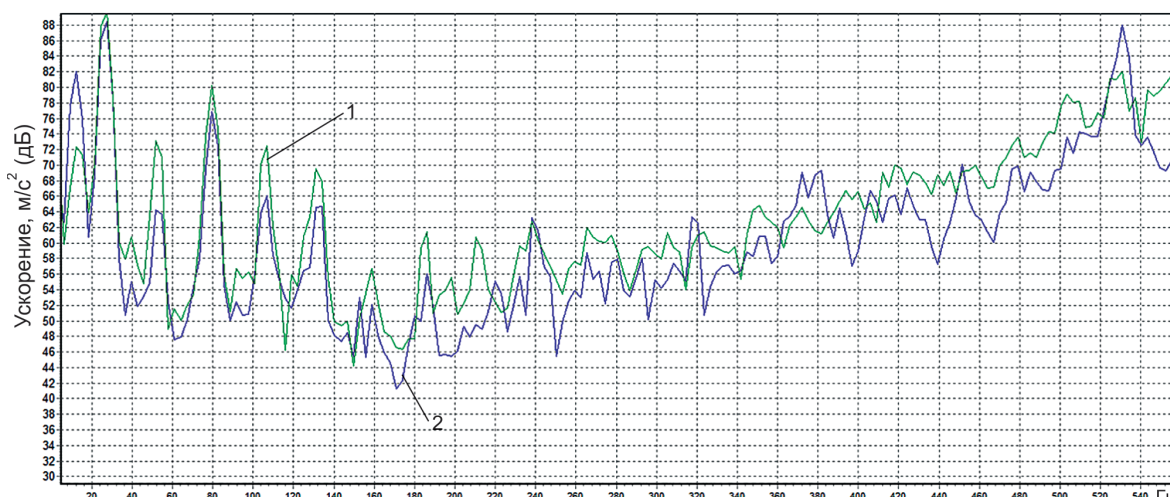
Материалы и методы исследования

Для выявления дефектов топливной аппаратуры используются как детерминированные, так и вероятностно-статистические методы принятия решений. Вероятностно-статистические методы применяют в тех случаях, когда необходимо определить одно из состояний – «исправное» или «неисправное». Суть методов заключается в применении вероятностных моделей на основе оценивания и проверки гипотез с помощью выборочных характеристик [8].

Таблица 1. Удельный вес затрат на запасные части для ремонта основных средств в общем объеме материальных затрат в растениеводстве Брянской области

Предприятия	Материальные затраты				Затраты на запасные части и материалы для ремонта основных средств			
	2020 г.		2022 г.		2020 г.		2022 г.	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
ООО «Сельхозник» (Брянский район)	500484	100	687855	100	140174	28	112852	16,4
ООО СП «Дружба» (Погарский район)	36517	100	74131	100	3893	10,7	16422	22,2
АО УОХ «Кокино» (Выгоничский район)	20059	100	18239	100	2923	14,6	2117	11,6
ТНВ «Дружба» (Унечский район)	28407	100	31640	100	4245	14,9	4588	14,5

Рис. 3.
Пример
спектра
вибрации
дизельных
форсунок
Д-240
с наработкой
518 мото-ч
на 700 мин⁻¹:
1 – одна
форсунка;
2 –
три форсунки



Основное преимущество вероятностно-статистических методов распознавания состоит в возможности одновременного учета признаков различной физической природы или механизмов формирования, так как эти методы оперируют безразмерными величинами – вероятностями их появления при возникновении различных состояний системы [9]. На практике используются следующие статистические методы распознавания ситуации: метод Байеса и метод последовательного анализа (Вальда).

В ремонтных мастерских, гаражах предприятий и на поле во время работы были проведены исследования большого числа тракторов с дизельным двигателем Д-240 с различным временем наработки (новый двигатель – 8425 мото-ч).

Вибродатчик с помощью магнита крепится на форсунку работающего дизеля к месту измерения виброакустического сигнала. В том случае, когда из-за плохого доступа закрепить магнит нельзя, к вибродатчику крепится стальной штырь длиной 10-20 см. В этом случае штырь с датчиком прижимают рукой к месту измерения сигнала вибрации. Предварительно необходимо определить величину возможной погрешности измерения. Для этого в одной и той же реперной точке измеряют вибрацию при креплении датчика с помощью магнита и штыря. После этого двигатель выводится в режим 700 мин⁻¹ и с форсунки снимаются спектры вибрации (рис. 3).

Основываясь на теории вибродиагностирования топливной аппаратуры, изложенной в статье [10], разработан алгоритм определения степени износа ее элементов по методам Байеса и последовательного анализа (Вальда). Научная новизна выполненных исследований подтверждена патентом РФ № 2667738.

Метод Байеса основан на следующем подходе: если имеется диагноз D_i и простой признак X^* , встречающийся при этом диагнозе, то вероятность совместного появления события выражается как

$$P(D_i / X^*) = \frac{P(D_i) \cdot P(X^* / D_i)}{\sum_{s=1}^n P(D_s) \cdot P(X^* / D_s)} \quad (1)$$

Таблица 2. Диагностическая матрица топливной аппаратуры по методу Байеса

Диагноз D_i топливной аппаратуры	Признак				$P(D_i)$
	низкая амплитуда на частоте 49 Гц, x_1	низкая амплитуда на частоте 73 Гц, x_2	высокая амплитуда на частоте 115 Гц, x_3	низкая амплитуда на частоте 137 Гц, x_4	
	$P(x_1 / D_i)$	$P(x_2 / D_i)$	$P(x_3 / D_i)$	$P(x_4 / D_i)$	
D_1	0,66	0,5	0,16	0,22	0,25
D_2	0,33	0,5	0,16	0,22	0,16
D_3	0,33	0,5	0,16	0,44	0,5
D_4	0,6	0,9	0,5	0,55	0,75

При этом сумма вероятностей всех возможных реализаций признака равна единице.

Для определения вероятности диагнозов по методу Байеса необходимо составить диагностическую матрицу топливной аппаратуры (табл. 2), которая формируется на основе предварительного статистического материала, полученного при анализе вибродиагностических спектров (см. рис. 3).

Результаты исследований и обсуждение

Для составления диагностической матрицы определим по статическим данным вероятность $P(D_i)$ диагноза D_i . Так, если предварительно обследовано N объектов и у N_i объектов имелось состояние D_i , то вероятность $P(D_i)$ постановки диагноза D_i определяется как

$$P(D_i) = N_i / N,$$

т.е., если исследовано $N = 12$ форсунок, из которых у трех снижение упругости пружины ($N_1 = 3$), то вероятность диагноза «снижение упругости пружины» $P(D_1) = 3/12 = 0,25$.

Далее определяем $P(x_j / D_i)$ – вероятность появления признака x_j у объектов с состоянием D_i . Если среди N_i объектов, имеющих диагноз D_i , у N_{ij} проявился признак x_j , то

$$P(x_j / D_i) = \frac{N_{ij}}{N_i},$$

т.е., если у трех форсунок с диагнозом «снижение упругости пружины» ($N_1 = 3$) две форсунки имеют низкую амплитуду на частоте 49 Гц ($N_{1j} = 2$), то вероятность появления признака «низкая амплитуда на частоте 49 Гц» у форсунок со снижением упругости пружины составляет $P(x_1/D_3) = 2/3 = 0,66$.

Применяя обобщенную формулу Байеса и числовые значения из табл. 2, определим вероятность D_1 – «снижение упругости пружины», D_2 – «закоксованность сопловых отверстий», D_3 – «увеличенная затяжка пружины» и D_4 – «износ ТНВД».

Пример 1. Определим, с какой вероятностью наступит снижение упругости пружины при низкой амплитуде на частоте 49 Гц.

$$P(D_1 / x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4) = \frac{P(D_1) \cdot P(x_1 / D_1) \cdot P(\bar{x}_2 / D_1) \cdot P(\bar{x}_3 / D_1) \cdot P(\bar{x}_4 / D_1)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}.$$

$$A_1 = P(D_1) \cdot P\left(\frac{x_1}{D_1}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_2}{D_1}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_3}{D_1}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_4}{D_1}\right);$$

$$A_1 = 0,25 \cdot 0,66 \cdot 0,5 \cdot 0,84 \cdot 0,78 = 0,054.$$

$$A_2 = P(D_2) \cdot P\left(\frac{x_1}{D_2}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_2}{D_2}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_3}{D_2}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_4}{D_2}\right);$$

$$A_2 = 0,16 \cdot 0,33 \cdot 0,5 \cdot 0,84 \cdot 0,78 = 0,017.$$

$$A_3 = P(D_3) \cdot P\left(\frac{x_1}{D_3}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_2}{D_3}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_3}{D_3}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_4}{D_4}\right);$$

$$A_3 = 0,5 \cdot 0,33 \cdot 0,5 \cdot 0,84 \cdot 0,36 = 0,024.$$

$$A_4 = P(D_4) \cdot P\left(\frac{x_1}{D_4}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_2}{D_4}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_3}{D_4}\right) \cdot P\left(\frac{\bar{x}_4}{D_4}\right);$$

$$A_4 = 0,75 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 0,01.$$

$$P(D_2 / x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4) = \frac{0,25 \cdot 0,66 \cdot 0,5 \cdot 0,84 \cdot 0,78}{0,054 + 0,017 + 0,02 + 0,01} = 0,51.$$

Из расчетов видно, что снижение упругости пружины (диагноз D_1) при низкой амплитуде на частоте 49 Гц наступает с вероятностью 0,51.

Поясним сущность метода последовательного анализа на следующем примере (см. табл. 2). Пусть при диагнозе D_1 простой признак x_1 встречается с вероятностью $P(x_1 / D_1) = 0,66$, для диагноза D_2 соответственно $P(x_1 / D_2) = 0,33$. Если у объекта с комплексным признаком X^* наблюдается признак x_1 и при диагнозе D_1 он встречается чаще, чем при D_2 , то можно сделать вывод в пользу диагноза D_1 при

$$\frac{P(x_1 / D_1)}{P(x_1 / D_2)} > A, \quad X^* \in D_1,$$

где A – верхняя граница принятия решения.

В противоположном случае, когда признак x_1 значительно чаще встречается при диагнозе D_1 , принимается решение в пользу диагноза D_2 при

$$\frac{P(x_1 / D_1)}{P(x_1 / D_2)} < B, \quad X^* \in D_2,$$

где B – нижняя граница принятия решения.

Отношение вероятностей

$$B < \frac{P(x_1 / D_1)}{P(x_1 / D_2)} < A$$

называют отношением правдоподобия. Если полученное выражение больше некоторого порогового значения A , то ставится диагноз A , если меньше некоторого порогового значения B , то ставится диагноз B .

Пороговые значения рассчитывают исходя из вероятностей ошибок первого α и второго β рода, которые считаются заданными. В практических расчетах обычно принимают $\alpha = \beta = 0,05-0,1$.

$$A \leq \frac{1-\beta}{\alpha} = \frac{1-0,1}{0,1} = 9, \quad (2)$$

$$B \geq \frac{\beta}{1-\alpha} = \frac{0,1}{1-0,1} = 0,111. \quad (3)$$

Если в результате первой проверки данное условие не выполняется, то необходима следующая проверка, тогда отношение правдоподобия:

$$B < \frac{P(x_1 / D_1)}{P(x_1 / D_2)} \cdot \frac{P(x_2 / D_1)}{P(x_2 / D_2)} < A.$$

Для упрощения вычислений отношений правдоподобия формулы (2), (3) представляют в виде логарифмов отношений, и тогда условия принятия гипотез записывают следующим образом [11]:

$$\ln(A) = 2,19,$$

$$\ln(B) = -2,19.$$

Условие продолжения испытаний:

$$-2,19 < \ln\left(\frac{P_1}{P_0}\right) < 2,19 \quad \text{или} \quad (4)$$

$$-2,19 < \ln(L_i) < 2,19.$$

Если использована вся имеющаяся в распоряжении информация и ни один из порогов так и не достигнут, то делается заключение, что информации недостаточно для постановки диагноза.

Все выбранные форсунки имеют какой-либо признак $P(x_i / D_i)$, поэтому необходимо определить вероятность наступления одного из диагнозов при последовательном появлении каждого из признаков.

Пример 2. Определим вероятность наступления диагноза D_3 – «увеличена затяжка пружины» или диагноза D_4 – «износ ТНВД» в зависимости от каждого признака x_1, x_2, x_3, x_4 .

$$\ln(L_1) = \ln \left(\frac{P\left(\frac{x_1}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_1}{D_4}\right)} \right) = \ln \left(\frac{0,33}{0,6} \right) = 0,59,$$

что не удовлетворяет условию (3). Поэтому продол-
жаем расчет:

$$\ln(L_2) = \ln \left(\frac{P\left(\frac{x_1}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_1}{D_4}\right)} \cdot \frac{P\left(\frac{x_2}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_2}{D_4}\right)} \right) = \ln \left(\frac{0,33}{0,6} \cdot \frac{0,5}{0,9} \right) = 1,2.$$

Продолжаем расчет, условие (3) не выполнено.

$$\ln(L_3) = \ln \left(\frac{P\left(\frac{x_1}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_1}{D_4}\right)} \cdot \frac{P\left(\frac{x_2}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_2}{D_4}\right)} \cdot \frac{P\left(\frac{x_3}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_3}{D_4}\right)} \right) =$$

$$= \ln \left(\frac{0,33}{0,6} \cdot \frac{0,5}{0,9} \cdot \frac{0,16}{0,5} \right) = 2,3.$$

Результат удовлетворяет условию (4), превышает
верхнюю границу принятия решения и уходит в область
диагноза D_3 (рис. 4), т.е. признак «высокая амплитуда
на частоте 115 Гц» свидетельствует о наличии диагноза
 D_3 – «увеличена затяжка пружины».

$$\ln(L_4) = \ln \left(\frac{P\left(\frac{x_1}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_1}{D_4}\right)} \cdot \frac{P\left(\frac{x_2}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_2}{D_4}\right)} \cdot \frac{P\left(\frac{x_3}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_3}{D_4}\right)} \cdot \frac{P\left(\frac{x_4}{D_3}\right)}{P\left(\frac{x_4}{D_4}\right)} \right) =$$

$$= \ln \left(\frac{0,33}{0,6} \cdot \frac{0,5}{0,9} \cdot \frac{0,16}{0,5} \cdot \frac{0,44}{0,45} \right) = 2,4.$$

Точка $\ln(L_3)$ выходит за пределы порогового значения
 $\ln(A)$ и попадает в область диагноза D_3 , что иллюстриру-
ет вероятность наступления диагноза «увеличена затяж-
ка пружины» при наличии признака «высокая амплитуда
на частоте 115 Гц», x_3 .

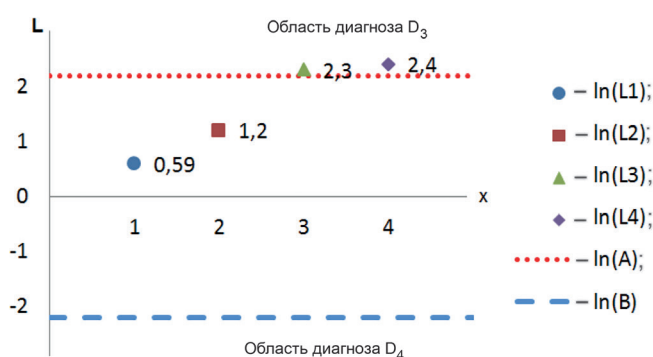


Рис. 4. Вероятность наступления диагноза

Выводы

1. Результаты расчетов, основанных на вероятност-
но-статистических методах, показали, что снижение
упругости пружины при низкой амплитуде на частоте
49 Гц наступает с вероятностью 0,51, а высокая амплиту-
да на частоте 115 Гц является признаком неисправности –
увеличена затяжка пружины топливной форсунки.

2. Наличие статистики дефектов топливной аппара-
туры позволяет использовать вероятностно-статистиче-
ские методы, повышающие достоверность диагностиро-
вания.

Список использованных источников

1. Кирдишева Д.Н., Хохрина О.М. Статистический сценарий
развития производительности труда в молочном скотоводстве Брян-
ской области // Аграрная наука. 2022. № 12. С. 154-159.
2. Развитие АПК и сельских территорий: проблемы и перспективы:
коллективная монография / А.О. Храмченкова, Е.П. Чирков, Т.В. Иваню-
га и др.; под общ. ред. А.О. Храмченковой. М.: ООО «Первое экономи-
ческое издательство», 2022. 268 с.
3. Хохрина О.М. Состояние и организация использования ма-
шинно-тракторного парка в условиях Брянской области // Вестник
ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2011. № 6 (51). С. 74-77.
4. Нефедов Б.А., Хохрина О.М. Рациональная организация и
эффективность форм использования техники в сельскохозяйственном
производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2010.
№ 6 (45). С. 69-73.
5. Алтухов А.И. Техничко-технологический потенциал сельско-
го хозяйства и необходимость его модернизации // Зернобобовые
и крупяные культуры. 2021. № 2 (38). С. 28-37.
6. Дадаева К.Т. Состояние эксплуатации техники в аграрном про-
изводстве и повышение эффективности эксплуатации тракторов // Вестник
ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2021. № 19-2 (195). С. 73-77.
7. Петрищев Н.А., Саяпин С.Н. Универсальное контрольно-диа-
гностическое оборудование // Сел. механизатор. № 11. 2012.
8. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение,
1978. 240 с.
9. Кирдищев Д.В. Применение методов Байеса при выявлении
дефектов топливной аппаратуры по виброакустическим характери-
стикам во время работы дизеля // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого: научно-
практический журнал. 2021. № 1. С. 92-99.
10. Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В. Техническое диагностирова-
ние дизельных двигателей по спектрам вибрации корпуса для обеспе-
чения долговечности, безотказности и экономичности // Современные
проблемы освоения новой техники, технологий, организации техни-
ческого сервиса в АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Бела-
гро-2018» (г. Минск, 7-8 июня 2018 г.). Минск: БГАТУ, 2018. С.131-146.
11. Вальд А. Последовательный анализ. М.: Государственное
изд-во физико-матем. лит-ры, 1960. 328 с.

Probabilistic and Statistical Methods for Identifying Defects in Diesel Fuel Equipment Using Vibroacoustic Spectra

N.V. Gruntovich

(GSTU named after P.O. Sukhoi)

D.V. Kirdishchev, D.N. Kirdishcheva

(Bryansk State Agrarian University)

Summary. The article deals with the practical results of technical
diagnostics of diesel fuel equipment using vibroacoustic characteris-
tics. The authors used given diagnostic matrix, Bayesian methods and
sequential analysis to calculate the effect of reducing the elasticity of the
injector spring on the performance of the fuel injector and the con-
nection of the diagnosis "increased injector spring tension" with the sign
"high amplitude at a frequency of 115 Hz".

Key words: fuel equipment, diagnostics, diesel engine, Bayesian
method, vibroacoustic characteristics.

Agros
2024 expo

Выставки АГРОС-2024 и «Картофель и Овощи Агротех»:

мощный заряд энергии для аграрной отрасли в начале года

С 24 по 26 января 2024 г. в Москве в МВЦ «Крокус Экспо» при активном участии Минсельхоза России и ведущих отраслевых объединений страны состоялись сразу две выставки для профессионалов АПК: АГРОС-2024 и «Картофель и Овощи Агротех». В совокупности 713 компаний из России и 23 стран мира представили на своих выставочных стендах самые современные решения 18 640 профессионалам в сфере АПК из 86 регионов России и ещё 30 стран. В рамках 80 деловых мероприятий выступило рекордное количество экспертов отрасли – 574.

Юбилейная, пятая по счету **выставка АГРОС** в 2024 г. снова подтвердила статус ключевой выставки российского АПК и свою востребованность среди профессионалов животноводства, птицеводства и свиноводства, ветеринарии, кормопроизводства, комбикормовой промышленности и зернохранения. Значимость АГРОС отметил в рамках официальной церемонии открытия выставки заместитель Председателя Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации **Алексей Гордеев**. Он также отметил широкое участие в выставке зарубежных партнёров, что является залогом интеграции страны в мировые тренды.

«Выставка АГРОС В 2024 году совершила настоящий прорыв в развитии таких тематик, как «Генетика и оборудование для птицеводства и свиноводства», «Корма и ветеринария», «Оборудование для производства комбикормов и хранения зерна». Они увеличились в 2 раза и более. Разделы «Генетика и оборудование для молочного и мясного животноводства» и «Техника для кормопроизводства», которые стояли у истоков выставки, также продолжили динамично развиваться», – рассказала Анастасия Панфилова, новый руководитель проекта АГРОС.

Все три выставочных дня на семи дискуссионных площадках выставки проводились деловые мероприятия. **Ключевая тема** деловой программы АГРОС 2024 – «Повышение эффективности и конкурентоспособности предприятий АПК в существующих условиях». Спонсором зоны проведения деловой программы стала компания ООО «ВЕТ ЮНИОН».

Главным мероприятием стала панельная дискуссия «Животноводство в России. Возможности для технологического суверенитета», организованная компанией «Иннопрактика» и Национальной мясной ассоциацией (НМА).

Большой интерес вызвали мероприятия, организованные Департаментом ветеринарии Минсельхоза России. Директор Департамента Мария Новикова отметила важность выставки АГРОС и высоко оценила значимость проведённых мероприятий, посвящённых проблемам ветеринарии.

В третий день выставки, 26 января, проходил **Федеральный фермерский форум (ФФФ)** для представителей малого и среднего агробизнеса. В центре внимания были вопросы кооперации, кормления и ухода за животными и с.-х. птицей, темы развития пчеловодства и аквакультуры в условиях фермерских хозяйств. Важным мероприятием дня стал Всероссийский форум содействия развитию предпринимательства в сфере агропромышленного комплекса России **«АгроСтарт: от идеи до успеха»**, организованный Ассоциацией «Народный фермер».

Первая Международная выставка **Potato Horti AgriTech** («Картофель и Овощи Агротех»), проходившая совместно с АГРОС, вызвала огромный интерес у производителей и переработчиков картофеля и овощей – более 8 000 из общего числа посетителей обеих выставок проявили интерес к ее экспозиции и мероприятиям деловой программы.

Приветствуя участников выставки «Картофель и Овощи Агротех», председатель комитета Государственной Думы по аграрным вопросам, академик РАН Владимир Кашин подчеркнул важность развития и повышения рентабельности картофелеводства и овощеводства в общей стратегии развития отечественного АПК, а также предложил «расширить картофельную и овощную тематику выставки».

Экспозиции современных селекционных, технических и технологических решений выставки «Картофель и Овощи Агротех» дополнялись обсуждением самых важных вопросов отрасли в рамках **27 деловых**

Картофель и Овощи
2024 **агротехэкспо**


мероприятий с выступлениями 230 экспертов отрасли.

Главным мероприятием деловой программы стало **пленарное заседание «Стратегия развития отрасли картофелеводства и овощеводства»**, в работе которого принял участие председатель комитета Государственной Думы по аграрным вопросам, академик РАН Владимир Кашин.

Особой точкой притяжения на выставке стал **«Картофельный дом»**, организованный Картофельным Союзом – генеральным партнёром выставки. Здесь функционировала специальная дегустационная зона сортов картофеля и овощей российской селекции, проводились презентации книжных новинок о картофеле и кулинарии, а шеф-повара Международного альянса профессиональных кулинаров проводили мастер-классы по приготовлению разнообразных блюд из картофеля и овощей.

Большой интерес профессионалов отрасли вызвал круглый стол на тему: «Торговые сети: взаимодействие в новом формате торговли», в ходе которого обсуждались проблемы изменения потребностей современного покупателя, как избежать «качелей» перепроизводства и дефицита картофеля и овощей и многое другое. Также в этот день работала «Биржа контактов с торговыми сетями», в которой приняли участие **26 представителей известных торговых сетей**.

26 января на площадке «Картофель и Овощи Агротех» собрались представители хозяйств малых и средних форм собственности на Федеральный фермерский форум, в рамках которого проводились тематические круглые столы, посвященные особенностям ведения агробизнеса в разных отраслях сельского хозяйства, а также вопросам кооперации.

До новых встреч
22-24 января 2025 года
в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо»!