

Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН;
зам. главного редактора – **Мишуев Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Апатенко А.С., д-р техн. наук;
Виноградов А.В., д-р техн. наук;
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.;
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН;
Завражнов А. И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук;
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.;
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН;
Папцов А.Г., д-р экон. наук, проф., академик РАН;
Полухин А.А., д-р экон. наук, проф. РАН;
Сторчевой В.Ф., д-р техн. наук, проф.;
Тихомиров Д.А., д-р техн. наук,
проф. РАН, чл.-корр. РАН;
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН;
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Шогенов Ю.Х., д-р техн. наук,
чл.-корр. РАН

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Apatenko A.S., Doctor of Technical Science;
Vinogradov A.V., Doctor of Technical Science;
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor;
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian Academy
of Sciences;
Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences;
Kuzmin V.N., Doctor of Economics;
Levshin A.G.,
Doctor of Technical Science, professor;
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Papstov A.G., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Polukhin A.A., Doctor of Economics, professor
of the Russian Academy of Sciences;
Storchev V.F., Doctor of Technical Science,
professor;
Tikhomirov D.A., Doctor of Technical Science,
professor
of the Russian Academy of Sciences;
corresponding member of the Russian Academy
of Sciences;
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences;
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Shogenov Yu.H., Doctor of Technical Science,
corresponding member
of the Russian Academy of Sciences

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Верстка

Речкина Т.П.

Художник Лапина Т.Н.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА
MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Результаты научных исследований агроинженерных научных организаций по развитию цифровых систем в сельском хозяйстве (окончание) 2
Морозов Н.М., Федоренко В.Ф., Кирсанов В.В., Мишуев Н.П., Гелетий Д.Г. Прогнозирование периодичности среднесрочных и длинных циклов развития техники и технологий на примере молочного животноводства 8

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Новое время – новые помощники 14

Технологии, машины и оборудование для АПК

Дорохов А.С., Никитин Е.А., Павкин Д.Ю. Колесные роботизированные технические средства: опыт и перспективы использования на животноводческих комплексах 16
Фомин А.И., Сенин П.В., Кудряков М.С., Баранов И.А., Кулягин А.М. Восстановление коленчатых валов на ремонтных предприятиях Республики Мордовия.. 22
Катаев Ю.В., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Молибоденко К.К. Повышение уровня технического обслуживания энергонасыщенной техники 27
Комаров В.А., Курашкин М.И., Якушев И.В. Исследование мероприятий по обеспечению качества автотранспортных средств 32

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение АПК

Борычев С.Н., Каширин Д.Е., Симдянкин А.А., Успенский И.А., Юхин И.А. Электрическое устройство для поддержания микроклимата в пчелином улье 36
Кондратьева Н.П., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Ахатов Р.З. Использование цифровых технологий для эффективного управления электротехнологическими облучательными установками 40

Аграрная экономика

Чернышева К.В., Королькова А.П., Афанасьева С.И., Карпузова Н.В. Использование хранилищ данных в экономике и менеджменте АПК 44

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:
05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).



141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 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», 2022
Отпечатано в ФГБНУ «Росинформгротех»
Подписано в печать 22.04.2022 Заказ 76

УДК 931.3:633.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-2-6

Результаты научных исследований агроинженерных научных организаций по развитию цифровых систем в сельском хозяйстве

Ю.Ф. Лачуга,

акад. РАН, д-р техн. наук,
академик-секретарь ОСХН РАН,
akadema1907@mail.ru
(ФГБУ РАН);

А.Ю. Измайлов,

акад. РАН, д-р техн. наук,
директор,
vim@vim.ru

Я.П. Лобачевский,

акад. РАН, д-р техн. наук,
первый зам. директора,
lobachevsky@yandex.ru
(ФНАЦ ВИМ);

Ю.Х. Шогенов,

чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,
зав. сектором ОСХН РАН,
yh1961s@yandex.ru
(ФГБУ РАН)

Окончание. Начало в № 3-2022

Аннотация. Представлены основные научно-технические достижения и результаты НИР за 2021 г. научных учреждений агроинженерного профиля Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, которые находятся под научно-методическим руководством Отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук (РАН) по секции механизации, электрификации и автоматизации, в области разработки новых машинных технологий, энергонасыщенной сельскохозяйственной техники, мобильных энергетических и роботизированных технических средств, цифровых систем для производства основных видов конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, развития эффективных систем энергообеспечения с использованием искусственного интеллекта, возобновляемой энергетики и современного технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, электрификация, возоб-

новляемая энергетика, мобильные энергетические средства, цифровизация, технический сервис, автоматизация.

По направлению 4.1.5.3. Программы «Технологии и автоматизированные средства технического сервиса, восстановления и повышения надежности техники, создание и применение нанотехнологий, поликомпозиционных и наноматериалов» исследования выполняли бюджетные учреждения, подведомственные Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и Министерству сельского хозяйства Российской Федерации.

Результаты фундаментальных исследований, проведенных в 2021 г. по данному направлению с использованием наработок предыдущих лет, позволили разработать следующую научно-техническую продукцию:

□ ФГБУ ФНАЦ ВИМ:

- плужный корпус с отвалом из ABS-пластика, снижающего силы трения и энергоемкость процесса вспашки;

- установка для мониторинга технического состояния энергонасыщенных тракторов для онлайн-контроля соблюдения правил эксплуатации тракторов, обеспечивающая увеличение наработки на отказ до 10-15%;

- счетчик-индикатор контроля технического состояния валов и гидравлических насосов по амплитудно-фазовому методу для оперативной оценки технического состояния агрегатов при подготовке техники к полевым работам, сокращения времени простоев на 8-9% и снижения в 1,5 раза трудоемкости технического обслуживания;

- счетчик-индикатор для вычисления объемного расхода картер-

ных газов промышленных дизельных двигателей, обеспечивающий контроль технического состояния цилиндро-поршневой группы дизельных двигателей (при эксплуатации, техническом обслуживании, проведении обкатки) по расходу газа с возможностью передачи предупреждающего сигнала оператору или терминалу онлайн-мониторинга в случае превышения предельных или допускаемых предустановленных значений. Оперативное получение цифровых и аналоговых данных о расходе картерных газов необходимо для прогнозирования ресурса, а также безразборного экспресс-контроля цилиндро-поршневой группы дизельных двигателей до и после ремонта, что в целом позволяет повысить эффективность использования техники на 15-20%;

- счетчик-индикатор для оценки общего технического состояния коробки перемены передач (КПП) с гидравлическим управлением. Позволяет определять время восстановления давления в гидравлической системе управления КПП, соответствие измеренных значений номинальным, допускаемым и предельным значениям; оперативно оценивать параметры технического состояния ведущего вала КПП с целью недопущения эксплуатации техники на уровне его предельного технического состояния; сократить трудовые и экономические затраты на 20-25%;

- контроллер буксования трактора. Предназначен для определения буксования колесного трактора при прямолинейном движении с учетом поворотов, разгонов, торможений при выполнении сельскохозяйственных или транспортных работ. Обе-

спечивает онлайн-передачу данных о текущем, длительном превышении допускаемых и предельных значений буксования, повышение топливной экономичности на 8-10% при проведении сельскохозяйственных работ, недопущение нарушений агротехнических требований, правил эксплуатации и высоких нагрузок на трактор;

- автоматический тахометр-акселерометр для безразборного экспресс-контроля скорости и ускорения вращения валов силовых машин и тракторных (промышленных) дизельных, бензиновых, электрических двигателей и общепромышленных установок при их эксплуатации, техническом обслуживании, проведении обкатки, обеспечивающий снижение затрат при проведении ресурсного диагностирования силовых установок на 15-20 %;

- аппаратный программно-информационный комплекс для получения и анализа данных о техническом состоянии сельскохозяйственной техники от диагностических устройств и бортовых систем в непрерывном режиме для последующего прогнозирования неисправностей;

- способ изготовления деталей сложной формы для сельскохозяйственной техники из композита на основе 3D-печатных каркасов, позволяющий сократить продолжительность изготовления (в 2-4 раза) и стоимость (до 25-30 %) деталей;

- способ изготовления диафрагмы мембранно-поршневого насоса из дисперсно-упрочненного композита на основе литьевого полиуретана для повышения стойкости к воздействию циклических нагрузок и потоков воды с абразивными частицами, проходящими через насос в процессе работы;

- способ изготовления распылителей сельскохозяйственных опрыскивателей из дисперсно-упрочненного композита на основе термопластичного полимера, обеспечивающий повышение стойкости к абразивному износу;

□ **ФГБНУ ВНИИТН:**

- пластичная смазка для тяжело-нагруженных узлов трения и технологический процесс получения смазок с

наноструктурированными добавками графенов и модифицированной смазки для увеличения сроков службы сельскохозяйственной техники и снижения затрат на ремонт узлов трения на 20-30%. Патент РФ на изобретение № 2743695;

- параметры эксплуатационно-технологических показателей зерноуборочных комбайнов, мониторинга качества технологического процесса уборки сои различными типами зерноуборочных комбайнов и жаток в условиях ЦЧР и компьютерная программа, обеспечивающие максимальную эффективность уборки сои зерноуборочными комбайнами с экономической эффективностью 1000-1500 руб/га. Заявка на патент № 2021661281 от 08.07.2021;

- технологический процесс получения биодизельного топлива с использованием ферментативного катализа, способ этерификации и переэтерификации жирового сырья, параметры технологического процесса получения биодизельного топлива из жирового сырья с использованием биокатализаторов, обеспечивающие повышение качества топлива, снижение токсичности выхлопных газов, улучшение экологической обстановки, включая зоны районирования сельскохозяйственных культур. Патент РФ на изобретение № 2751698;

- навесной агрегат для консервации сельхозмашин в полевых условиях, включающий в себя модернизированную навесную компрессорную установку производительностью 250 л/мин, специальные грунты и отвердители для объемно-пропорционального дозирования компонентов. Позволяет повысить эффективность противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники до 25 %. Патент РФ на изобретение № 2752928;

□ **ФГБНУ СибИМЭ СФНЦ РАН:**

- конструкция прибора и методика оценки дефектов для идентификации и сканирования дефектов (несплошностей) структуры металлов от 0,2 мкм до 0,1 мм на горизонтальных и вертикальных поверхностях деталей машин и оборудования на площади от 0,01-1 мм² с точностью

до $\pm 0,15$ мкм, линейной скоростью измерения 0,2 мм/с и относительной погрешностью до 1%;

- испытательное оборудование для определения усталостно-фрикционных свойств материалов, способствующее повышению достоверности определения технических параметров в присутствии смазочных жидкостей в условиях повышенных/пониженных температур и давлений в расширенном диапазоне нагрузочных, температурных и скоростных режимов. Патент РФ на изобретение № 2743496;

- способ испытания рабочих органов почвообрабатывающих машин, преимущественно вычесывающего агрегата, и устройство для его осуществления, обеспечивающие повышение точности, достоверности, однозначности, повторяемости и уменьшение трудоемкости испытания рабочих органов почвообрабатывающих машин. Патент РФ на изобретение № 2759633;

□ **ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»:**

- технологии и технические средства консервации сельскохозяйственной техники для защиты узлов и агрегатов от коррозионного разрушения, снижения затрат на ее ремонт;

- высокоэффективная присадка к смазочным материалам. Патент РФ на изобретение № 2021115219;

- эффективный способ получения смазочной композиции и маслорастворимый ингибитор коррозии. Патенты РФ на изобретение № 20211152198, 2021121318;

- высокопрочная хромомолибденовая сталь. Патент РФ на изобретение 2021133384;

□ **ФГБОУ ВО ДГТУ:**

- программа для расчета упругих характеристик материалов по параметрам ультразвукового метода диагностики и определения остаточного ресурса детали. Патент РФ № 2021666831;

□ **ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ»:**

- новая технология и опытный образец оборудования для повышения полярного переноса металла электрода на обрабатываемую поверхность изделия, увеличения

на 20-40% толщины электроискровых покрытий, восстановления и упрочнения деталей машин за счет дополнительного постоянного потенциала электростатического поля. Патент РФ № 2020132668;

- экспериментальная установка для определения содержания воды, механических и жидких примесей в дизельном топливе на ранней стадии и предотвращения выхода из строя топливной системы;

- методика рационального перевода сельскохозяйственной техники на альтернативное топливо (метан и биотопливо), обеспечивающая снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции до 5% путем замены части дизельного топлива природным газом и биотопливом на основе рапсового масла.

По направлению механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства продолжены работы по исследованию процессов энергообеспечения, энергоресурсосбережения и возобновляемых источников энергии, разработке интенсивных машинных технологий, робототехники, цифровых систем в АПК, технологий и автоматизированных средств технического сервиса, созданию и применению поликомпонентных и наноматериалов. По результатам фундаментальных и прикладных научных исследований, проведенных в 2021 г. в завершающем цикле выполнения прикладных исследований научно-исследовательскими учреждениями, получена научно-техническая продукция, не уступающая мировым аналогам. К важнейшим разработкам можно отнести следующие:

- интеллектуальная система управления биологизированными технологиями производства органической продукции растениеводства. Предназначена для комплексного мониторинга текущего состояния окружающей среды, почвы и растений в целях принятия оперативных управленческих решений по проведению своевременных технологических операций в органическом севообороте, обеспечивающая получение актуаль-

ной информации об агробиоценозе органического полевого севооборота, проведение круглосуточного мониторинга в любых погодных условиях (ливневые дожди, ветер до 15 м/с и температура до 35 °С), диагностику заболеваний и определение площади листовой поверхности с фиксацией координат измерений. Патенты РФ на изобретения № 2021663634, 2021666701, заявка на изобретение № 2021127545 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- агрегат льноуборочный с фронтальным теребильным аппаратом и автоматизированным контролем технологического процесса АЛФ-1,9. Предназначен для теребления льна в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве, а также технологии раздельной уборки и подготовки проходов и поворотных полос при комбайновой уборке. Обеспечивает повышение производительности и качества уборки льна, экологически безопасное производство, упрощение в использовании и комфортабельность. При этом потери семян не превышают 1,4%, чистота теребления – выше 99%, коэффициент надежности выполнения технологического процесса – более 93%, что удовлетворяет агротребованиям. С помощью датчиков и видеокамер контролируется весь технологический процесс, в том числе процессы теребления и расстила ленты стеблей, что обеспечивает повышение производительности в 1,2-1,3 раза. Патенты РФ на изобретения № 2086090, 2321203, 64011, 64582, 65339, 67384, 70611. Разработка отмечена золотой медалью XXIII Российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2021» (ФГБНУ ФНЦ ЛК);

- двухступенчатые плющилки зерна (ПЗД-3.1, ПЗД-10, ПЗД-6, ПЗД-6, ПЗД-М) для получения зернового корма плющением в одну или две ступени из влажного или сухого зерна, обеспечивающие более высокое качество получаемого продукта и отличающиеся от существующих аналогов более низким энергопотреблением (от 2,8 кВт·ч/т). Патенты РФ на изобретения № 2371262, 2511308, 2557778, 2557780, 2647916 (ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока»).

К разработкам мирового уровня относятся:

- комплекс мобильных роботизированных средств для возделывания овощных культур, включающий в себя роботизированные средства с электроприводом, машинное зрение, круглосуточный режим работы за счет использования возобновляемой энергии аккумуляторных батарей. Комплекс обеспечивает повышение эффективности и качества выполнения технологических операций возделывания овощных культур, внесения средств защиты растений, удобрений, удаления сорной растительности и транспортировки сельскохозяйственной продукции. Опубликованы две статьи в международной базе Scopus. Патенты РФ на изобретения № 2020662034; 2020662580; 2021611684; 2727831. Получены золотая и бронзовая медали на агропромышленной выставке «Золотая осень-2021» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- навесная комбинированная сеялка СДК-2,8М полосного посева семян трав в дернину производительностью до 1,2 га/ч, шириной захвата 2,8 м, рабочей скоростью до 1,2 км/ч для тракторов тягового класса 14 кН, осуществляющих полосную обработку почвы и прямой посев семян трав (в дернину лугов и пастбищ) с одновременным внесением стартовой дозы минеральных удобрений, обеспечивающая норму высева семян 2,5-140,4 кг/га, повышение продуктивности и улучшение ботанического состава кормовых угодий без использования гербицидов, требуемую глубину обработки и заделки семян. Патенты РФ на изобретения № 2641073 и 2742436 (ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока»);

- интеллектуальная система управления выращиванием растений в закрытых экосистемах. Формирует эколого-физиологический микроклимат для выращивания растений и получения продукции с заданными свойствами на основе комплекса оптических и контактных датчиков, обеспечивающих обратную связь от растений. Осветительные приборы на основе светодиодных источников позволяют поддерживать необхо-

димый спектральный состав света, интенсивность и режимы освещения индивидуально для разных культур. Интерфейс с пользователем осуществляется посредством сенсорной панели оператора с интуитивно понятным графическим отображением режимов работы. Опубликовано три научные работы, в том числе две статьи в журналах WoS и одна – в журнале Scopus (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

В целом по секции МЭиА ОСХН РАН повышение уровня научно-методической работы по обеспечению проведения научных исследований позволило в 2021 г. разработать 21 машинную технологию, 41 новую и усовершенствованную технологию, 45 технологических способов и приемов, 109 машин, рабочих органов, приборов и оборудования. В целях совершенствования проведения исследований разработано 59 методов и методик, а также 61 комплект нормативной документации. Научная и техническая новизна разработок защищена 164 патентами и авторскими свидетельствами. Передано для освоения в производство 20 технологий, 36 разработок.

По результатам научных исследований учеными в 2021 г. изданы 21 книга и монография, опубликовано 1069 статей и размещено в базе данных РИНЦ, в том числе 496 – в рецензируемых журналах ВАК, 73 – в реферативной базе научных публикаций Web of Science и 139 – в реферативной базе данных Scopus.

В 2021 г. на 18 международных, российских и региональных выставках-ярмарках научная продукция НИУ награждена 24 медалями (из них 11 золотых, 8 серебряных, 5 бронзовых), 15 дипломами, почетными грамотами и сертификатами. Ученые НИУ в отчетном году принимали участие в работе 62 международных (в том числе 13 зарубежных), 7 всероссийских и 5 региональных конференций, конгрессов, симпозиумов, 9 семинаров и вебинаров, в том числе в режиме онлайн-конференции.

Выводы:

1. Анализ научной и научно-технической продукции, разработан-

ной научными центрами и научно-исследовательскими институтами Минобрнауки России (находящимися под научно-методическим руководством Отделения сельскохозяйственных наук РАН) по направлению механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства в условиях развития цифровых систем в сельском хозяйстве, свидетельствует о том, что проведенные научные исследования по направлениям ПФНИ: развитие энергообеспечения, энергосбережения, возобновляемой и альтернативной энергетики в агропромышленном комплексе Российской Федерации (4.1.5.1); энергоресурсосберегающие экологически безопасные машинные технологии, роботизированная техника и цифровые системы для производства высококачественной сельскохозяйственной продукции (4.1.5.2); технологии и автоматизированные средства технического сервиса, восстановления и повышения надежности техники, создание и применение нанотехнологий, поликомпозиционных и наноматериалов (4.1.5.3) соответствуют реализации плана НИР на 2021 г. и направлены на выполнение задания на оказание государственных услуг.

2. Для получения научно-технической продукции, не уступающей мировым аналогам, и повышения уровня научно-методической работы проводятся комплексные фундаментальные исследования с привлечением ведущих ученых других отделений РАН, в том числе по цифровым системам и созданию роботизированной техники сельскохозяйственного назначения. Востребованность современной научно-технической продукции в аграрной отрасли свидетельствует об актуальности новых разработок.

3. Для подготовки высококвалифицированных кадров и специалистов для научных организаций следует поддержать опыт ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в развитии уникальной целостной системы высшего профессионального образования как фактора подготовки и воспитания нового поколения молодых исследователей на основе

триединства в преемственности (магистратура – аспирантура – докторантура). С целью обеспечения АПК современными инженерными кадрами необходимо разработать новую образовательную программу и профессиональный стандарт «Инженер по организации сельскохозяйственного производства», аккумулирующий организационно-трудовые инженерные функции в сфере механизации, электрификации, автоматизации, логистики, цифровых информационно-коммуникационных технологий в сельскохозяйственной отрасли.

Список

использованных источников

1. **Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х.** Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2017. № 7(241). С. 2-6.
2. **Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х.** Научно-технические достижения агроинженерных научных учреждений для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2021. № 4 (286). С. 2-11.
3. **Гарист А.В., Алферов А.А., Бугрим Л.Н.** и др. Отчет Отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2020 г. М.: ОСХН РАН, 2021. 437 с.
4. **Завражнов А.И., Измайлов А.Ю., Завражнов А.А., Ланцев В.Ю., Лобачевский Я.П.** и др. Импортзамещение специализированной сельскохозяйственной техники для садоводства // Техника и оборудование для села. 2019. № 1. С. 2-6.
5. **Шогенов А.Х., Стребков Д.С., Шогенов Ю.Х.** Аналоговая, цифровая и силовая электроника: учеб. пособ. под ред. акад. РАН Д.С. Стребкова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 416 с.
6. **Морозов Н.М., Рассказов А.Н.** Животноводство: перспективы цифрового развития отрасли // Техника и оборудование для села. 2020. № 10 (280). С. 2-5.
7. **Стребков Д.С., Шогенов Ю.Х., Бобовников Н.Ю.** Повышение эффек-

тивности солнечных электростанций // Инженерные технологии и системы (Web of Sciences). 2020. Т.30. № 3. С. 480-497. DOI: 10.15507/2658-4123.029.201904.

8. Черноиванов В.И., Денисов В.А., Катаев Ю.В., Соломашкин А.А. Новая стратегия технического обслуживания и ремонта машин // Техника и оборудование для села. 2021. № 9 (291). С. 33-36.

9. 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.

10. Попов В.Д., Федоренко В.Ф., Брюханов А.Ю. Приоритеты экологического развития животноводства России и пути их реализации // Техника и оборудование для села. 2020. № 12 (282). С. 2-5.

11. Бородин И.Ф., Шогенов Ю.Х., Романовский Ю.М. Адаптация растений к локальному монохроматическому электромагнитному излучению // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1999. № 6. С. 46-49.

12. Ivanov Y., Novikov N. Digital intelligent microclimate control of livestock farms. / В сборнике: E3S Web of Conferences. 13. Сер. «13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020», 2020. С. 11012.

13. Shogenov Y.K., Shogenov A.K. Drying induction motor windings with zero-sequence current // Russian Electrical Engineering. 2021. Т. 92. № 4. С. 217-220.

14. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 гг.). Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р. М., 2022. 149 с. Режим доступа: skz00DEvyFOIBtXobzPA3zTyC71cRAOi.pdf (government.ru) (дата обращения: 14.02.2022).

15. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР) (Указ Президента России от 1 декабря 2016 г. № 642). М.: 44 с. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/ (дата обращения: 01.12.2016).

16. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996. Режим доступа: <http://mcx.ru/activity/state-support/programs/technical-program/> (дата обращения: 18.09.2017).

17. ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: ФГУП «Стандартинформ» - ИД «Юриспруденция», 2017. 28 с.

The Results of Scientific Research of Agro-engineering Scientific Organizations on the Development of Digital Systems in Agriculture

Yu.F. Lachuga

(RAS)

A.Yu. Izmaylov, Ya.P. Lobachevsky

(VIM)

Yu.Kh. Shogenov

(RAS)

Summary. Scientific institutions of agro-engineering profile of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, which are under the scientific and methodological guidance of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences (RAS) in the section of mechanization, electrification and automation, have presented the main scientific and technical achievements and research results for 2021 of in the field of developing new machine technologies, energy-saturated agricultural machinery, mobile energy and robotic technical means, digital systems for the production of the main types of competitive agricultural products, development of efficient energy supply systems using artificial intelligence, renewable energy and modern technical service in the agribusiness.

Keywords: agricultural machinery, electrification, renewable energy, mobile energy tools, digitalization, technical service, automation.



ФГБНУ «Росинформагротех» – 55 лет!

В рамках проведения юбилейных мероприятий

с 7 по 9 июня 2022 г. в режиме on-line

состоится XIV Международная научно-практическая Интернет-конференция «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК» (ИнформАгро-2022)

В РАБОТЕ КОНФЕРЕНЦИИ ПРЕДУСМОТРЕНЫ СЕКЦИИ:

1. Научно-информационное обеспечение создания и внедрения конкурентоспособных технологий по реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы;
2. Развитие приоритетных подотраслей АПК: опыт и перспективы;
3. Цифровые технологии в сельскохозяйственном производстве, научной, образовательной и управленческой деятельности;
4. Инновационные технологии и технические средства для АПК.

По итогам работы конференции электронный сборник материалов будет включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Заявки на участие в конференции и доклады принимаются до 13 мая.

Более подробная информация представлена на сайте <https://rosinformagrotech.ru>

☎ Тел. (495) 594-99-73

✉ E-mail: inform-iko@mail.ru

Приглашаем принять участие

КормВет **экспо** **2022**

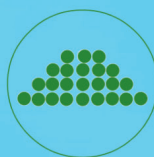
**МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК,
ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ**



ПРОВОДИТСЯ ПОД ПАТРОНАТОМ НАЦИОНАЛЬНОГО КОРМОВОГО СОЮЗА



КОРМА



КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ



ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ



ОБОРУДОВАНИЕ



feedvet-expo.ru

25 - 27 октября

г. Москва, МВЦ Крокус ЭКСПО, павильон 2

Организатор выставки
ООО "ДЕКАРТС СИСТЕМ"
119049, г. Москва,
Ленинский проспект, 2/2А, офис 326

Тел.: +7 (499) 236-72-20
Тел.: +7 (499) 236-72-50
Тел.: 8-800-100-72-50
E-mail: info@feedvet-expo.ru

УДК 637.115

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-8-13

Прогнозирование периодичности среднесрочных и длинных циклов развития техники и технологий на примере молочного животноводства

Н.М. Морозов,

акад. РАН, гл. науч. сотр.,
vim@vim.ru

В.Ф. Федоренко,

акад. РАН, зам. директора,
vim@vim.ru

В.В. Кирсанов,

д-р техн. наук,
проф., зав. отделом,
kirvv2014@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

Н.П. Мишуров,

канд. техн. наук,
врио директора,
mishurov@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);

Д.Г. Гелетий,

канд. с.-х. наук, науч. сотр.,
geletiyd@gmail.com
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

циклов: краткосрочные Китчина (2-3 года), среднесрочные Жюгьяра (6-13 лет), ритмы Кузнеця (15-20 лет), длинные циклы Кондратьева (50-60 лет). В циклах деловой активности выделяются четыре относительно четко различимые фазы: пик, спад, дно (или «низшая точка») и подъем, при этом в наибольшей степени эти фазы характерны для циклов Жюгьяра [1].

В сельскохозяйственном производстве, являющемся неотъемлемой и важной составляющей экономики, также можно обнаружить и проанализировать соответствующие циклы развития, основанные на внутри- и межукладной смене технологий в связи с изменением форм хозяйствования, развитием научно-технического прогресса и др. [2]. Так, например, период ротаций технологий привязного и беспривязного содержания в 1960-1980 гг. и «нулевые» годы XXI в. составил около 20 лет, а между строительством крупных животноводческих комплексов в 1970-1980 и 2000-2020 гг. прошло около 35-40 лет. В настоящий момент идет строительство крупных комплексов на 1200-3000 голов и более (холдинг «ЭкоНива» и др.) [3].

Наблюдаемой тенденцией является также цикличность интереса к малотоннажной переработке с периодами всплеска активности в 1960-е, 1990-е и 2020-е годы. Первый опыт приходился на 1960-е годы – молочная ферма «Котово» (Истринский район Московской области) с законченным циклом производства (пастеризация, производство цельномолочной продукции, упаковка молока в треугольные пакеты «Тетра Пак») [4]. В 1990-е годы разрабатываются типовые проекты создания мини-молокоцехов для разных хозяйств Московской, Рязанской, Владимирской, Ярославской областей и др.

Однако в 2000-е годы эта тенденция приостановилась, а переработка вновь стала развиваться в основном на крупных предприятиях: Лианозовский молочный комбинат (более 1000 т в смену), Данон, Эрман и др. Из-за монополизации молочной отрасли плечо перевозок сырого молока возрастало в отдельных случаях до 400-500 км.

В 2020-е годы фирма Lely предлагает вернуться к переработке молока в самих хозяйствах (проект Орбита) на роботизированных фермах [5]. Возникает интерес к персонализированным продуктам питания от отдельных животных, идет господдержка строительства 100 роботизированных ферм в Калужской области и др.

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы соответствующие циклы развития, основанные на внутри- и межукладной смене технологий в связи с изменением форм хозяйствования, научно-техническим прогрессом и др. В настоящее время снова возник интерес к кормоцехам для крупных автоматизированных комплексов (свыше 1000 голов) и кормокухням для роботизированных молочных ферм, напоминающим по структуре кормоцехи 1980-х годов. Проведенный анализ позволил установить определенные закономерности технического и технологического развития, связанные с формированием новых технологий в рамках среднесрочных (20-25 лет) и длинных циклов (45-50 и 100-110 лет) в соответствии с основными экономическими моделями циклического развития.

Ключевые слова: сельское хозяйство, цикл Жюгьяра, животноводство, роботизированные фермы, автоматизация, механизация.

Постановка проблемы

Экономическая теория изучает колебания экономической активности, состоящие в периодически повторяющихся циклах сжатия (экономический спад, рецессия, депрессия) и расширения экономики (экономический подъем). Как правило, выделяют четыре основных вида

Однако из-за высокой стоимости роботов зарубежного производства (12-16 млн руб.) и их сервисного обслуживания (600-700 тыс. руб. в год) внедрение передовых технологий тормозится. С 2017 г. начинают активно проводиться НИОКР в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ по созданию доильного робота собственного производства, создан экспериментальный образец, проходящий испытания.

Еще один пример – силосные башни производства Vitkovice (Чехия), активно строились в 1960-1970 гг. в разных регионах России на крупных комплексах, но практически не использовались из-за трудностей эксплуатационного характера в зимний период [6]. В 2020 г. у дилеров фирмы Lely – инжиниринговой компании «Фермы Ясногорья» снова возник интерес к проектам башен фирмы «Харвестер» (США) для создания полностью автоматизированных ферм молочного направления нового поколения [7].

Однако доминирующей тенденцией развития молочной отрасли на современном этапе остается строительство и ввод в эксплуатацию, прежде всего, крупных молочных комплексов на 1,2-3 тыс. голов и более с доением на автоматизированных доильных установках «Карусель» (на 36-72 доильных места). Аналогичные молочные комплексы на 2 тыс. голов были построены в 1970-1980-е гг. (Щапово, Наро-Осановский в Московской области и др.).

В 2020-е годы снова возникает интерес к кормоцехам для крупных автоматизированных комплексов (свыше 1000 голов) и кормокухням для роботизированных молочных ферм, напоминающим по структуре кормоцехи 1980-х годов типа КОПК-15, только со стационарным емкостным смесителем кормов (на базе мобильного раздатчика-смесителя). А кормокухни представляют собой прифермскую складскую площадку с подвижным из хранилищ оперативным запасом кормов для кормораздающего робота ограниченной мобильности [8, 9].

Цель исследования – изучение периодичности среднесрочных и длинных циклов развития машинных технологий в сельскохозяйственном производстве на примере молочного животноводства для прогнозирования их социально-экономической адаптации и внедрения в производство.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований в данной работе являются среднесрочные (25-30 лет) и длинные циклы (45-50 и 100-110 лет) развития основных машинных технологий в животноводстве, связанные с определенным уровнем производительных сил, доминирующим влиянием отдельных макроэкономических факторов, достижениями НТП, конъюнктурой мировых цен на рынках, привлекательностью тех или иных производств для инвесторов, лоббированием интересов крупных транснациональных корпораций и др.

Основные задачи исследований:

- изучение основных факторов, определяющих цикличность развития и смены машинных технологий в животноводстве;
- выявление факторов и кризисных явлений, связанных с внедрением отдельных передовых технологий, не соответствующих общему уровню развития производительных сил и производственных отношений в отрасли;
- проведение графоаналитической оценки развития технологий на примере машинного доения за 100-летний период с выявлением аномальных и эффективных циклов и путей их развития;
- обоснование продолжительности среднесрочных и длинных циклов смены машинных технологий в животноводстве для прогнозирования их успешной социально-экономической адаптации в молочной отрасли.

Методологической основой послужили труды по экономической теории, изучающей циклические явления в экономике (циклы Китчина, Жюгляра, ритмы Кузнеца и длинные циклы Н.Д. Кондратьева). Проведенный анализ основных тенденций развития машинных технологий в животноводстве показал их периодическую повторяемость и воспроизводимость на новом технологическом уровне.

Результаты исследований и обсуждение

Проведенный анализ развития машинных технологий в животноводстве за последние 50-60 лет показал наличие определенных тенденций, связанных с общими закономерностями циклического развития.

Так, в Республике Беларусь, сохранившей инфраструктуру и животноводческие фермы на 400-600 голов еще советского периода, идет их плановая модернизация с расширением, позволяющая существенно сократить капиталовложения в развитие молочного животноводства. При этом республика занимает лидирующие позиции в мире по производству молока на душу населения в год (около 720 л) и третье место по импорту сливочного масла, параллельно интенсивно развивая отрасль машиностроения для производства оборудования для животноводства и кормопроизводства. Характерно, что до 1990-х годов в Беларуси не было своих мощностей по производству доильного оборудования, а сегодня республика является основным поставщиком в Россию этого и другого технологического оборудования (кормораздатчики-смесители «Хозяин») для ферм на 200-1000 голов [10].

В Российской Федерации имеются собственные мощности, оставшиеся от бывшего СССР, в частности, заводы «Кургансельмаш» и Челно-Вершинский, которым сегодня трудно конкурировать с зарубежными компаниями и развиваться без государственной поддержки. К тому же в отдельных регионах налаживается локализованное производство машин зарубежных фирм или их крупноузловая сборка. В результате растет себестоимость продукции животноводства, а отрасль остается мало доходной. С середины 2000-х годов сильное влияние на развитие агротехнологий в России оказывают зарубежные компании, которые утвердились на российском рынке,

в молочной отрасли. Это, прежде всего, фирмы DeLaval, GEA Farm Technologies, Lely и др. Аналогичная ситуация наблюдалась и 100 лет назад, когда в России преобладала зарубежная техника для животноводства. Однако в начале 1930-х годов В.Ф. Королевым и другими специалистами был создан трехтактный доильный аппарат, и с этого момента началась эпоха освоения первых отечественных машинных технологий в животноводстве. А в настоящее время происходит демонтаж созданных в СССР технологий и замена их импортным оборудованием. Таким образом, весьма негативно проявляется фактор столетней цикличности, когда вместо плановой модернизации и развития своего машиностроения для животноводства пытаются адаптировать зарубежные технологии, закупая не только оборудование, но и скот, что, конечно, негативно сказывается на развитии отрасли.

Этих и других примеров вполне достаточно, чтобы сделать вывод о периодически повторяющихся явлениях в развитии агротехнологий и отраслях производства в целом, которые определяются более общими законами макроэкономического развития, достижениями НТП в создании новых машинных технологий, конъюнктурой мировых цен на рынках, привлекательностью тех или иных производств для инвесторов, лоббированием интересов крупных транснациональных корпораций и др.

Для инжиниринговых компаний крайне важным является анализ конъюнктуры рынка с целью продвижения своих технологий и оборудования. При этом ключевым фактором вначале является смена технологий, а затем под эту технологию предлагается и соответствующий парк машин, что обеспечивает более прочное закрепление на рынке. Так, в молочном животноводстве развернулась борьба за развитие агротехнологий по роботизированному и автоматизированному сценариям. Первый предлагает всем без исключения: и малым, и большим хозяйствам переходить на доильные роботы, не считаясь с затратами, и таким образом сразу совершить «прыжок» в будущее, а второй – остановить распространение данной технологии, увеличивая размеры ферм, где роботы пока не конкурентны. Из-за высоких процентных ставок по кредитам слабо развивается сектор К(Ф)Х, который мог бы составить конкуренцию крупным производствам, прежде всего, по качеству производимой продукции, на основе систем органического земледелия и животноводства.

Следующим фактором ограничения могут стать экологизация производства и снижение углеродного следа, который оно оставляет. Молочных коров относят к «большим загрязнителям» климата из-за якобы значительного количества выделяемых органами пищеварения и дыхания парниковых газов (оксид углерода и метан). Ученые пытаются приучить животных ходить по нужде в одном месте, чтобы снизить площадь эмиссии вредных газов [11]. С другой стороны, надо развивать проектное дело и системы микроклимата с климатическими установками, обеспечивающими задержку и утилизацию вредных газов. За этими технологиями перспектива и будущее. Работы по очистке воздуха для животноводче-

ских помещений получили своё развитие в 1980-е годы, а в настоящий момент возникает потребность к их возврату, дальнейшему совершенствованию.

Аналогичный пример с Монреальским (1985 г.) и Киотским (1997 г.) протоколами [12], когда были запрещены некоторые хладагенты из-за якобы вредного воздействия на озоновый слой, а фактически произошел передел рынка холодильных установок с переходом на новый хладагент, изобретенный компанией «Дюпон». Примерно в тот же период разворачивается работа по использованию термоэлектрических модулей, которые по холодопроизводительности существенно уступают парокомпрессионным холодильным машинам, но являются более экологичными и бесшумными. Коллективом авторов [13] был разработан опытный образец термоэлектрической пастеризационно-охладительной установки мощностью до 1000 л/ч. Однако малотоннажная переработка тогда не получила широкого применения.

В настоящее время с вводом в эксплуатацию роботизированных ферм с относительно малыми часовыми потоками молока от доильных роботов (90-120 л/ч) снова возникает интерес к малотоннажной линии тепловой обработки молока, непосредственно подключенной к роботу, с возможностью производства персонализированных продуктов питания, получаемых из молока отдельных коров. И здесь возможность применения термоэлектрических модулей в качестве источника холода и тепловой энергии снова становится актуальной задачей.

Какие перспективы ждут молочную отрасль, безусловно, покажет будущее, но уже сегодня очевидно, что это путь дальнейшей автоматизации и роботизации, внедрения интеллектуальных технологий управления производством, систем приема-передачи и обработки информации от биологических объектов (животные, корма, продукция и др.), отслеживание качества выполнения технологических процессов и материальных потоков, развитие системы видеоаналитической информации с системами технического зрения и др.

Эволюционную схему смены технологий на примере процессов доения коров в молочном животноводстве для наглядности можно представить в виде ориентированного графа (см. рисунок).

В данном графе следует выделить несколько ключевых путей развития. Первый путь – классический (P_1) – развитие машинных технологий от ручного способа до автоматизированного доения в залах (Елочка, Тандем, Параллель, Карусель), последние начали внедряться в России с 1980-х годов, условно ограничим вершину «а» графа началом века – 1900 г., тогда запишем

$$P_1 = (a, b, c, d). \quad (1)$$

Продолжительность этого пути будет равна

$$T_1 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m1} + t_{cd}^{p2} \approx 30+20+20 = 80 \text{ лет}, \quad (2)$$

где t_{ab}^{p1} , t_{bc}^{m1} , t_{cd}^{p2} – соответственно продолжительности пути первого революционного перехода от ручного доения к механизированному в ведре, первого модерни-

**Структурный ориентированный
нагруженный граф развития средств
механизации доения
от ручного способа**

до роботизированного доения:

a – ручное доение;

b – механизированное доение в ведро;

c – механизированное доение
в молокопровод;

c' – доение в модернизированный
стеклянный молокопровод (АДМ-8А);

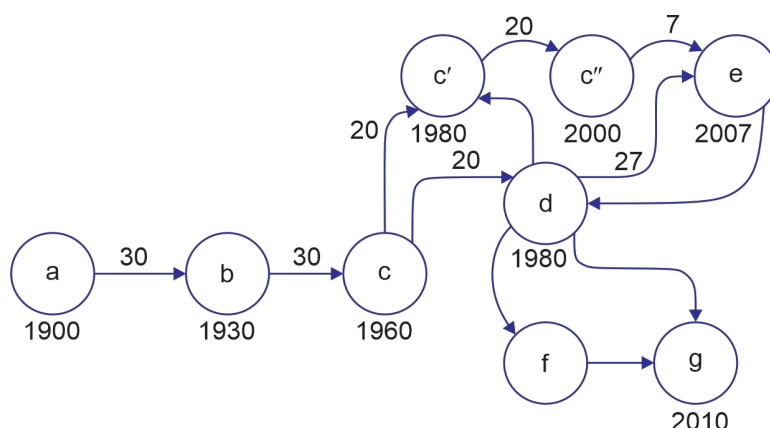
c'' – доение в модернизированный
молокопровод из нержавеющей стали УДМ-200;

d – автоматизированное доение
в залах (Елочка, Параллель, Карусель);

e – роботизированное почтчетвертное доение в индивидуальных (групповых) роботах;

f – автоматизированное почтчетвертное доение в залах (Елочка, Параллель, Карусель);

g – роботизированное почтчетвертное доение в залах типа Карусель (фирмы DeLaval, GEA Farm Technologies)



зационного перехода от доения в ведро к молокопроводу и второго революционного перехода от молокопровода к доильному залу.

Второй путь представляет собой первый вариант перехода от ручного доения к роботизированному, минуя доильные залы:

$$P_2 = (a, b, c, c', c'', e). \quad (3)$$

$$T_2 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m1} + t_{cc'}^{m2} + t_{c''e}^{m3} + t_{c'e}^{p3} \approx 30 + 30 + 20 + 20 + 7 = 107 \text{ лет}, \quad (4)$$

где $t_{cc'}^{m2}$ – продолжительность второго пути модернизации доильных установок с молокопроводом (от «Даугавы» и АДМ-8 до АДМ-8А-1-2, 1960-1980 гг.);

$t_{c'e}^{m3}$ – продолжительность третьего пути модернизации доильных установок с молокопроводом в «нулевые» годы (от АДМ-8А-1-2 со стеклянным молокопроводом до молокопровода УДМ-100-200 из нержавеющей стали. 1980-2000 гг.);

$t_{c'e}^{p3}$ – продолжительность третьего революционного пути перехода некоторых хозяйств с молокопроводов на доение роботами (2000-2007 гг. получение первого опыта).

Последняя составляющая представляет собой революционный переход от технологии привязного содержания к доению в роботах, минуя доение в залах. Такой вариант реалистичен. Поскольку коровники привязного содержания рассчитаны на 100-200 коров и вариант их реконструкции с беспривязным содержанием потребует установки небольшого количества доильных роботов-монобоксов (2-4 шт.). При этом возможен поэтапный переход от реконструкции одного коровника к другому, а не сразу, как на крупных новых фермах с беспривязным содержанием, когда требуется внедрять до нескольких десятков роботов одновременно.

Рассмотрим третий путь P_3 , представляющий собой второй вариант перехода от ручного доения к роботизированному в монобоксах через доильные залы с много-

кратной сменой технологий привязного и беспривязного содержания:

$$P_3 = (a, b, c, d, c', c'', e). \quad (5)$$

$$T_3 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m1} + t_{cd}^{p2} + t_{dc'}^{p01} + t_{c'e}^{m3} + t_{c''e}^{p3} \approx 30 + 30 + 20 + 00 + 20 + 7 = 107 \text{ лет}, \quad (6)$$

где $t_{dc'}^{p01}$ – продолжительность первого реверсного обратного перехода от доения в залах к доению в стойлах.

Особенностью конструкции данного пути является наличие реверсного обратного перехода от доильного зала (беспривязного содержания) к стойловому молокопроводу (привязному содержанию) $t_{dc'}^{p01}$, происшедшему из-за обезличивания животных при беспривязном содержании по причине отсутствия в то время систем идентификации, программ управления стадом и др. Это резко ухудшало показатели ферм, и был осуществлен практически одномоментно повсеместный обратный переход в 1980-е годы к привязи с демонтажем доильных залов [2]. Этот путь наиболее затратный, поскольку связан как минимум с трёхкратной затратной революционной сменой технологий, двукратной модернизационной заменой оборудования и одним нежелательным реверсным обратным переходом от доения в залах к доению в стойлах с последующим третьим революционным переходом ($t_{c'e}^{p3}$) от доения в стойловом молокопроводе к доению в роботах.

Четвертый путь P_4 представляет собой вариант развития систем машинного доения по классическому пути с переходом в конце на доильные роботы:

$$P_4 = (a, b, c, d, e). \quad (7)$$

$$T_4 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m2} + t_{cd}^{p2} + t_{de}^{p4} \approx 30 + 30 + 20 + 27 = 107 \text{ лет}. \quad (8)$$

Однако последняя составляющая t_{de}^{p4} также предполагает четвертую революционную смену технологий (от доильных залов к роботам).

Пятый путь предполагает второй капиталоемкий, чрезвычайно затратный реверсный обратный пе-

реход t_{ed}^{po2} от доения в индивидуальных роботах к доению в автоматизированном роторном зале. Данный вариант является вынужденной мерой, которая может возникнуть при расширении фермы с возвратом к доильным залам с одновременным снижением текущих затрат в результате демонтажа роботов.

$$P_5 = (a, b, c, d, e, d). \quad (9)$$

$$T_5 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m2} + t_{cd}^{p2} + t_{de}^{p4} + t_{ed}^{po2} \approx \\ \approx 30 + 30 + 20 + 27 + 00 = 107 \text{ лет.} \quad (10)$$

P_6 – шестой, пока в единичных случаях применяемый в России прямой путь перехода к роботизированному доению в залах:

$$P_6 = (a, b, c, d, g). \quad (11)$$

$$T_6 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m2} + t_{cd}^{p2} + t_{dg}^{m4} \approx \\ \approx 30 + 30 + 20 + 30 = 110 \text{ лет.} \quad (12)$$

Особенность пути – четвертый модернизационный переход от традиционного автоматизированного доильного зала к роботизированному t_{dg}^{m4} в соответствии с предложенными концептами роторных залов DeLaval и GEA Farm Technologies.

И наконец, наименее затратный и капиталоемкий, более физиологичный переход P_7 [14] вначале на автоматизированное почтчетвертное доение в залах t_{dg}^{m4} , по функциональности не уступающее доению в роботах, с последующим постепенным модернизационным переходом на роботизированное доение в зале путем поэтапной замены автоматизированных манипуляторов доения, управляемых оператором, на полностью роботизированные манипуляторы без участия человека:

$$P_7 = (a, b, c, d, f, g). \quad (13)$$

$$T_6 = t_{ab}^{p1} + t_{bc}^{m2} + t_{cd}^{p2} + t_{df}^{m5} + t_{fg}^{m6} \approx \\ \approx 30 + 30 + 20 + 30 + \text{н.вр.} = 122 \text{ года.} \quad (14)$$



Выводы

1. Проведенный анализ машинных технологий позволяет установить определенные закономерности их развития, связанные с формированием новых технологий в рамках среднесрочных (20-25 лет) и длинных циклов (45-50 и 100-110 лет) в соответствии с основными экономическими моделями циклического развития (Н.Д. Кондратьев, С.Ю. Глазьев и др.).

2. Проанализированы семь основных путей развития системообразующих технологий, связанных со способом доения животных, позволившие выявить качественное положительное влияние отдельных революционных переходов на производительность труда, например, при переходах от ручного доения к механизированному и от механизированного в стойлах к автоматизированному в залах.

3. Отмечается наличие отдельных аномальных капиталоемких путей развития с наличием реверсных обратных переходов от беспривязного содержания к привязному (1980-е годы), от доения в залах к роботам, и наоборот, происходящее в настоящее время, и возможностью повторения в будущем, что негативно отразится на отраслевой экономике и вызовет существенный рост издержек производства и себестоимости продукции.

4. Предложены оптимальные пути автоматизации и роботизации, включающие в себя преимущественно модернизационные пути развития с сохранением базовой части технологий (например, доильных залов) для средних и крупных ферм, а также не исключающие возможность прямого переоборудования (в отдельных случаях) коровников привязного содержания (на 100-200 голов) в сельхозорганизациях и К(Ф)Х под доильные роботы.

5. Создается теоретическая основа для формирования наиболее доступных перспективных машинных технологий с технико-экономическим обоснованием основных путей и вариантов модернизации молочных ферм.

Список литературных источников

1. Экономические циклы. Вавилен. Режим доступа – <https://smart-lab.ru/my/samogon/blog/page3> (дата обращения: 15.02.2022).
2. Лачуга Ю.Ф., Кирсанов В.В. Анализ цикличности развития техники и технологий в различных технологических укладах на примере молочного животноводства // Российская с.-х. наука. 2021. № 2. С. 54-58.
3. Ляшко С. М. Инновационное развитие молочного скотоводства в интегрированных структурах АПК // Московский экон. журнал 2020. № 8. С. 244-253.
4. Бейлис М.Е., Карев В.Ф., Радько В.А. Истринское опытное хозяйство: молочный комплекс «Котово». М.: Московский рабочий, 1975. 18 с.
5. Fourth Lely Orbiter mini dairy factory installed / International Livestockhousing Guide. 24.11.2021 <https://www.ugaatbouwen.com/news/fourth-lely-orbiter-mini-dairy-factory-installed> (дата обращения: 15.02.2022).
6. Притчин Г.Н. Совершенствование технологического процесса измельчения провяленных трав и нижнего способа

разгрузки сенажных башен: автореф. дис. ... канд. техн. наук, 05.20.01. 2005. 11 с.

7. **Королькова А.П., Маринченко Т.Е., Горячева А.В.** О господдержке роботизации молочных ферм // Техника и технологии в животноводстве. 2019. № 2 (34). С. 134-139.

8. Система DeLaval Optimat™. Комплексное решение, использующее автоматизацию для повышения эффективности кормления. <https://www.delaval.com/ru/explore/feeding/delaval-optimat> (дата обращения: 15.02.2022).

9. **Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Никитин Е.А., Довлатов И.М.** Методика оптимизации параметров машинного кормления крупного рогатого скота // Агроинженерия. 2021. № 1 (101). С. 10-14.

10. **Христинин Н.М., Казанский Д.В.** Сравнительный анализ измельчителей-смесителей кормораздатчиков зарубежного и российского производства по результатам испытаний ФГБУ «Подольская МИС» // Вестник ВНИИМЖ. 2013. № 3 (11). С. 152-156.

11. Принятие Парижского соглашения по Рамочной конвенции об изменении климата. Соглашение подписано Российской Федерацией 22 апреля 2016 г. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/109r.pdf> (дата обращения: 15.02.2022).

12. Рамочная конвенция организации объединенных наций об изменении климата, Рио-де-Жанейро, 1992 г. https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_russian_for_posting.pdf (дата обращения: 15.02.2022).

13. **Кирсанов В.В., Кравченко В.Н., Филонов Р.Ф.** Применение термозолектрических модулей в пастеризационно-охладительных установках для обработки жидких продуктов: монография. М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. 88 с.

14. **Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Рузин С.С., Цымбал А.А.** Сравнительная технико-экономическая оценка автоматизированных и роботизированных доильных установок // Агроинженерия. 2020. № 3 (97). С. 39-43.

Forecasting the Periodicity of Medium-term and Long Cycles of Development of Machinery and Technologies Using the Example of Dairy Farming

N.M. Morozov, V.F. Fedorenko, V.V. Kirsanov
(VIM)

N.P. Mishurov
(Rosinformagrotekh)

D.G. Geletiy
(VIM)

Summary. Respective development cycles based on intra- and inter-lay technology changes due to changes in business forms, scientific and technical progress, etc., are considered and analyzed. Currently, interest has again arisen in feed rooms for large automated complexes (over 1000 heads) and forage kitchens for robotic dairy farms, resembling the structure of feed rooms of the 1980s. The analysis made it possible to establish certain patterns of technical and technological development related to the formation of new technologies within the framework of medium-term (20-25 years) and long cycles (45-50 and 100-110 years) in accordance with the main economic models of cyclic development.

Keywords: agriculture, Juglar cycle, animal husbandry, robotic farms, automation, mechanization.



**АССОЦИАЦИЯ
ТЕПЛИЦЫ РОССИИ**

XXIX Специализированная выставка

Защищенный грунт России

1-3

июня

2022

Москва, ВДНХ,
павильон 57







(495) 651 08 39, (499) 178 01 59, info@rusteplika.ru

Новое время – НОВЫЕ ПОМОЩНИКИ



Платформа агроменеджмента и контроля операций РСМ Агротроник от компании Ростсельмаш активно внедряется в деятельность сельхозпредприятий.

РСМ Агротроник – продукт для менеджеров сельхозпредприятий, сочетающий в себе технологии спутниковой и мобильной связи. Платформа позволяет удаленно контролировать технологические процессы, оптимизируя режимы эксплуатации техники, а также планировать и эффективно управлять парком. Программное обеспечение РСМ Агротроник может быть интегрировано в системы финансового учета. Возможна и ретрансляция данных телеметрии в другие учетные системы.

Пользователь платформы получает максимально подробную информацию об агромашине, позволяющую принимать оперативные управленческие решения. С помощью дополнительных сервисов, предоставляемых платформой, можно формировать и анализировать карты урожайности, вести учет расходуемых ресурсов, контролировать эксплуатацию техники, выстраивать оптимальные маршруты ее движения в поле и применять сформированные задания для бортовых систем автовождения. При этом все электронные системы могут работать и как отдельные элементы, и как единое целое в составе платформы.

Информация о текущих параметрах технологического процесса позволяет инженерам и агрономам в режиме реального времени оперативно давать рекомендации механизаторам, корректировать настройки агрегатов технологического тракта, оптимизируя процесс уборки. Кроме того, доступ к данным о возникающих или возможных неполадках позволяет своевременно произвести поставку запасных частей и сократить сроки простоя техники.

РСМ Агротроник обрабатывает полученную информацию и представляет ее пользователям в удобном для дальнейшей интерпретации виде. Данные об общем времени активности машины, простоях, времени перегонов и уборки дают возможность проанализировать эффективность использования рабочего времени; данные о простоях с включенным двигателем, информация по слитому и потраченному топливу, месте совершения заправки и слива, отклонениях от запланированного маршрута – судить о целевом использовании техники; информация о передвижении и простое с полным бункером, времени и количестве разгрузочных операций – проанализировать качество процессов логистики.

Удобство использования платформы РСМ Агротроник обусловлено функционированием нескольких сервисных модулей. Например, модуль «Погода» информирует пользователя о текущих погодных условиях, а также дает прогноз для конкретных территорий и полей, а система РСМ Роутер позволяет планировать все операции и сохранять эти данные на любом носителе.

Данные об убранной площади, суммарном расходе топлива, информация о параметрах работы агрегатов позволяют оценить эффективность использования возможностей машины.

Имеющийся опыт использования платформы говорит о том, что рентабельность сельхозпроизводства растет как за счет сокращения расходов на ГСМ, так и за счет снижения потерь, сокращения времени простоя техники и выстраивания оптимальных логистических цепочек. Бонусом идет минимизация количества нарушений и несанкционированных действий работников, а также улучшение настроек машин.

Опциональные системы, ядром которых является РСМ Агротроник, доступны в дилерских центрах в виде коробочных решений. Необходимо отметить и ряд электронных систем, которые делают РСМ Агротроник поистине незаменимым помощником. Это, например, система автоуправления РСМ Агротроник Пилот 1.0. В ее основе – позиционирование машины с помощью ГНСС- и RTK-сигналов с точностью до 2,5 см, которое достигается благодаря базовой RTK-станции.

На дисплее планшета отображается весь процесс автоуправления: задаются рабочие параметры, имеется возможность загружать и выгружать необходимые диагностические данные, настраивать и калибровать исполнительные механизмы. Система сокращает сроки проведения операций до 30 % – для зерноуборочных комбайнов и до 40% – для тракторов, снижая трудоемкость.

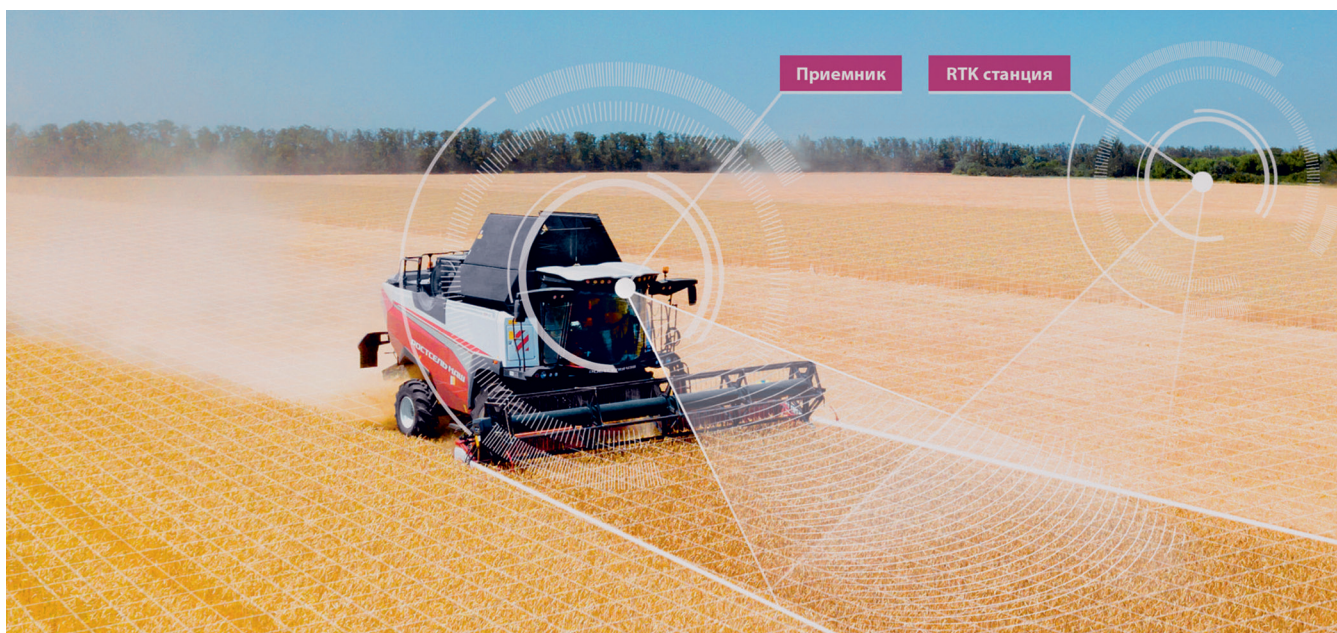


Система РСМ Карта урожайности позволяет с помощью специальных датчиков и контроллеров проводить мониторинг участков поля, благодаря чему можно составить карту урожайности и экономить на внесении удобрений.

Система поддержания стабильности процесса очистки РСМ 4 Очистка без участия человека корректирует величину зазоров решет и скорость вращения вентилятора, подстраиваясь под особенности рельефа местности. Это позволяет получить максимум урожая с сохранением качества очистки. Состоит из сенсора контроля продольного наклона комбайна и программного обеспечения для бортового компьютера.

Отдельно необходимо выделить систему идентификации транспортного средства РСМ Транспорт АйДи, которая помогает контролировать процесс выгрузки из комбайна в транспорт-перегрузчик по принципу «свой-чужой».

Покупая отдельные модели новой техники Ростсельмаш, владелец получает уже установленную на нее систему РСМ Агротроник. Это зерноуборочные комбайны TORUM 785 и 750, RSM 161, ACROS 595 Plus, а также кормоуборочные комбайны серии F2000 и всех серий тракторов компании. Остается только запустить ее в любом дилерском центре компании Ростсельмаш.



Колесные роботизированные технические средства: опыт и перспективы использования на животноводческих комплексах

А.С. Дорохов,

д-р технических наук, чл. -корр. РАН,

зам. директора,

dorokhov.vim@yandex.ru

Е.А. Никитин,

мл. науч. сотр.,

evgeniy.nicks@yandex.ru

Д.Ю. Павкин,

ст. науч. сотр.,

зав. лабораторией,

dimqaqa@mail.ru

(ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ»)

Аннотация. Рассмотрены вопросы мотивации при принятии решений о роботизации технологических процессов на животноводческих комплексах по содержанию крупного рогатого скота в европейских странах. Выполнен анализ затрат, связанных с наймом персонала на ферме в европейских странах и Российской Федерации. Представлены краткое описание истории создания роботизированного оборудования для животноводческих комплексов по содержанию КРС, результаты разработки робота-пододвигателя кормов.

Ключевые слова: молочное животноводство, системы доирования, кормление, миксер-раздатчик, система весового контроля.

Постановка проблемы

Повышение капиталотдачи – самый злободневный вопрос развития отраслевых секторов экономики, актуальность которого не снижается при рассмотрении проблем содержания крупного рогатого скота на животноводческих комплексах [1-3].

Согласно данным аналитического управления аппарата Совета Федерации на 2020 г., Российская Федерация в среднем занимает 39-е место по показателям производительности труда на предприятиях различных секторов экономики. В частности, производственные процессы, связанные с содержанием крупного рогатого скота молочного и мясного направления, имеют низкие по сравнению с развитыми странами показатели автоматизации и роботизации технологических процессов [4].

Сравнивая уровень технологического оснащения в животноводстве на примере производства молока, необ-

ходимо учитывать, что стоимость его в России составляет в среднем 67 руб/л (от 56 до 81 руб/л – в зависимости от уровня жирности и типа используемой упаковки), а в Нидерландах, Германии и других странах ЕС – около 1 евро/л, что по состоянию на 20.07.2021 соответствовало 88 руб/л.

В свою очередь, средний уровень заработной платы работников, задействованных в производственных процессах на фермах в России, не превышает 37 тыс. руб., при этом в случае соблюдения норм ТК РФ работодатель выплачивает трудовой налог и НДФЛ, что суммарно составляет около 43%. Таким образом, найм одного работника на ферму для работодателя будет стоить около 53 тыс. руб. в месяц.

Уровень затрат, связанных с наймом персонала в европейских странах, имеет существенное отличие от Российской Федерации, что коренным образом влияет на себестоимость получаемой продукции. Например, заработная плата на ферме в Нидерландах, Германии и Англии в среднем составляет около 3 тыс. евро, при этом структура налогооблагаемой базы на примере Германии включает в себя следующие виды страхования:

- медицинское – 15,5%, из них работодатель вносит 7,3%;
- на случай необходимости в уходе – 1,7% от месячного заработка;
- пенсионное – 19,9% месячного заработка (брутто), из них работодатель вносит 10%;
- на случай безработицы – 2,8% месячного заработка (брутто).

Таким образом, в пересчете на рублевый эквивалент стоимость найма одного работника на ферму для работодателя Германии составит 321 552 руб. в месяц с учетом налогов [5-7], что свидетельствует о высокой актуальности роботизации процессов на фермах европейских стран, так как исключение человеческого труда будет способствовать экономии текущих затрат до 6 раз больше, чем на фермах в Российской Федерации.

Стоит отметить, что роботизация молочного животноводства это не только уход от ручного труда, но и повышение качества получаемой продукции. Этому свидетельствует российский опыт на примере использования доильных роботов. Набор таких функций, как отвод некондиционного молока, персональное дозирование

комбикормов с учетом индивидуальной продуктивности животных, подбор адаптивных режимов кратности доения, почетвертное доение, а также отсутствие влияния человеческого фактора на перечисленные процессы, существенно повышает качество получаемого молока, комфорт и здоровье животных, тем самым обеспечивая экономический эффект в хозяйствах, применяющих доильные роботы [9-12].

Мировой рынок роботизированного оборудования в настоящее время на 90% сформирован продукцией европейских компаний, причем в странах, в которых базируется производство (Нидерланды, Германия, Швеция), инфляция за последние 20 лет редко превышала 2%, а средний уровень инфляции в России за этот период составил 9%, что свидетельствует об удешевлении российской валюты относительно европейской на протяжении 20 лет в среднем на 7% в год. Это также подтверждают реальные показатели соотношения евро/рубль за рассматриваемый период. Таким образом, импорт технологий из европейских стран с каждым годом существенно дорожает для российского фермера, что подкрепляется отсутствием конкурентного роботизированного оборудования для животноводства.

За последние 10 лет в России было анонсировано несколько экспериментальных образцов российского роботизированного оборудования для животноводства:

- компания «R-SEPT» (Р.СЕПТ) регулярно представляет на отраслевых выставках образцы доильного робота, робота-подталкивателя кормов и другие решения в этой области;

- выпускник Санкт-Петербургского политехнического университета А.И. Цюк в 2017 г. презентовал экспериментальный образец доильного робота.

Однако до настоящего времени представленные проекты до серийного производства и реального внедрения не дошли. Исключением является Слободской машиностроительный завод, который успешно производит роботов-подталкивателей кормов ПК-1 (рис. 1).



Рис. 1. Подталкиватель кормов ПК-1

ПК-1 выполнен по аналогии с нидерландской машиной Lely Juno и даже имеет ряд преимуществ:

- более низкая (в 2 раза) стоимость (800 тыс. руб. на 4 квартал 2021 г.) по сравнению с импортными аналогами;
- повышенная проходимость благодаря оригинальной конструкции ведущих колес;
- элементарная автоматика в системе позиционирования робота.

В настоящее время зарубежные производители выпускают широкий ассортимент колесных роботов, которые автономно выполняют обслуживающие операции на ферме. Однако в условиях широкого импортозамещения развитие направления производства колесных роботизированных машин является для российского рынка животноводческого оборудования перспективным и востребованным.

Цель исследования – разработка функциональной схемы и предложений по использованию колесных роботизированных технических средств для животноводческих комплексов.

Материалы и методы исследования

В качестве определения актуальности направления научных исследований изучались нормативно-правовые акты, устанавливающие критерии развития агропромышленного комплекса и животноводства, в частности, Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы; Комплексный план научных исследований: «Сельскохозяйственная техника и оборудование» и др.; публикации в международных журналах (JOURNAL OF DAIRY SCIENCE, ROBOTICS AND AUTONOMOUS SYSTEMS, NEUROCOMPUTING), материалы международных отраслевых выставок, сайты ведущих производителей оборудования для молочного и мясного животноводства (АО «СМЗ», Wasserbauer, DeLaval, Afimilk, GEA Farm, Lely и др.).

Исследовались технологии организации процессов кормления животных на ферме, проводилась технологическая оценка эффективности применяемых автоматизированных и роботизированных машин. В качестве собственных экспериментальных исследований представлены некоторые результаты использования технического зрения на основе двух RGB-камер как инструмента для автоматической системы позиционирования роботизированного устройства для обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах. Алгоритм машинного обучения, на основе которого функционирует техническое зрение, проверялся на эффективность работы на базе животноводческого комплекса К(Ф)Х «Сирота Олег Александрович». В завершении работы проводилось обобщение полученной информации и были сформулированы выводы.

При разработке и внедрении колесных роботов в производственный процесс на животноводческих комплексах наиболее значимой проблемой остается обеспечение автономности перемещения по заданному маршруту,

что напрямую зависит от условий эксплуатации. Одним из первых колесных роботов на ферме появился робот-подталкиватель Lely Juno, осуществляющий подталкивание кормов, в котором применяется примитивная система позиционирования с использованием индуктивных датчиков и контура в виде металлической полосы или кабеля (рис. 2), задающего траекторию движения робота.

Аналогичная система позиционирования используется в роботах-кормораздатчиках, так как перемещение также осуществляется по бетонной поверхности кормового стола с монтажом металлической полосы в качестве контура перемещения робота.

На европейских фермах за последние пять лет наблюдается существенный рост внедрения роботов, осуществляющих навозоудаление. Мотивация применения подобных роботов обусловлена снижением травматизма поголовья по сравнению с традиционной системой (дельта-скрепер). Эффект от применения робота-навозоуборщика был выявлен на нидерландских фермах со щелевыми полами, где использовался робот типа представленного на рис. 3. За период проведения исследований было выявлено, что у животных снизился уровень травматизма копыт и полностью исключена возможность попадания хвостов в дельта-скрепер, что также способствовало экономии денежных средств на тех фермах, где принято купирование хвостов.

Выявленные преимущества по снижению травматизма животных побудили производителей к созданию робота-навозоуборщика, замещающего скрепер на бетонном полу, который имеет накопительную емкость, регулярно опорожняемую в сливную яму. Выпускаемые образцы имеют различные системы управления электроприводом и позиционированием.

В 2021 г. на отраслевой конференции «EuroTier» компанией Lely было презентовано решение по унификации системы управления электроприводом колесных роботов и систем позиционирования для робота-подталкивателя Lely Juno, кормораздатчика Vector, навозоуборщика Discovery 120 на основе лидарных технологий.

К существенным недостаткам колесных роботизированных технических средств, используемых в животноводстве, стоит отнести несовершенство автоматических систем позиционирования. На примере роботизированного устройства для обслуживания кормового стола

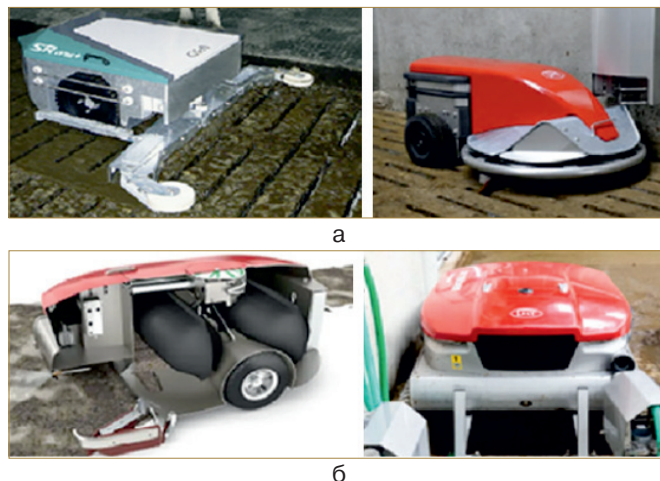
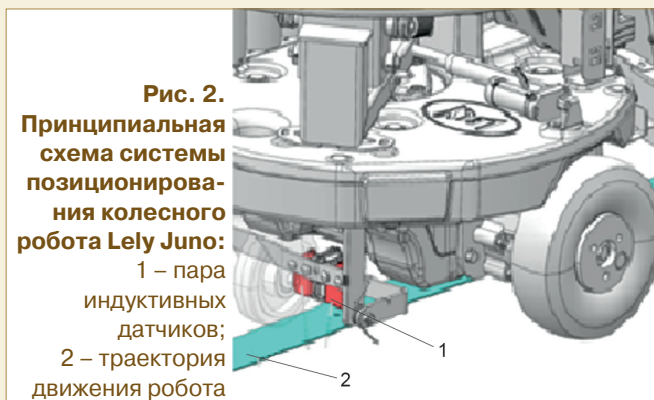


Рис. 3. Роботы, осуществляющие навозоудаление:
а – робот-навозоуборщик с накопителем;
б – робот-навозоуборщик с системой втирания навозной массы в щелевой пол

компании DeLaval было выявлено, что в первый проезд, когда на кормовом столе находится достаточно большое количество корма, робот не способен адаптироваться и проезжать по траектории большого радиуса движения относительно ограждения кормового стола, упираясь шнеком толкателя в валок кормовой смеси, вставая в аварийный режим. В большинстве случаев подобное вызвано ограничением зоны действия ленты индуктивных датчиков, расположенной в корпусе робота, которое не позволяет отклоняться от траектории движения, определяемой кабелем, проложенным в бетонной стяжке пола.

Выполненное исследование основывалось на использовании системы технического зрения как инструмента автоматической системы позиционирования для колесного роботизированного технического средства на примере роботизированного устройства для обслуживания кормового стола. Разработана его функциональная схема (рис. 4).

В качестве системы технического зрения используются система двух камер, размещаемых на фокусном расстоянии в 20 см относительно друг друга, и плата Nvidia Jetson как вычислитель, обеспечивающий обработку изображения и генерацию управляющих сигналов для драйверов электропривода ведущих колес (рис. 5).

Результаты исследований и обсуждение

Основные положения, описываемые в статье, защищены патентом РФ на изобретение № 2747167.

Проверка эффективности работы автоматической системы позиционирования проводилась в лабораторных условиях и на производстве. При проведении лабораторных испытаний в вычислительную плату предварительно загружалась информация о геометрических параметрах траектории движения. В момент инициализации движения система технического зрения выступала в качестве следящего механизма, который оценивал степень отклонения реальной траектории движения от предварительного

маршрута, вызванного низким качеством изготовления кинематических ведущих колес робота. Установленный сервопривод корректировал траекторию движения в паре с системой технического зрения. Процесс обработки заданной траектории графически представлен на рис. 6, где разными линиями изображены траектории движения различных колес платформы.

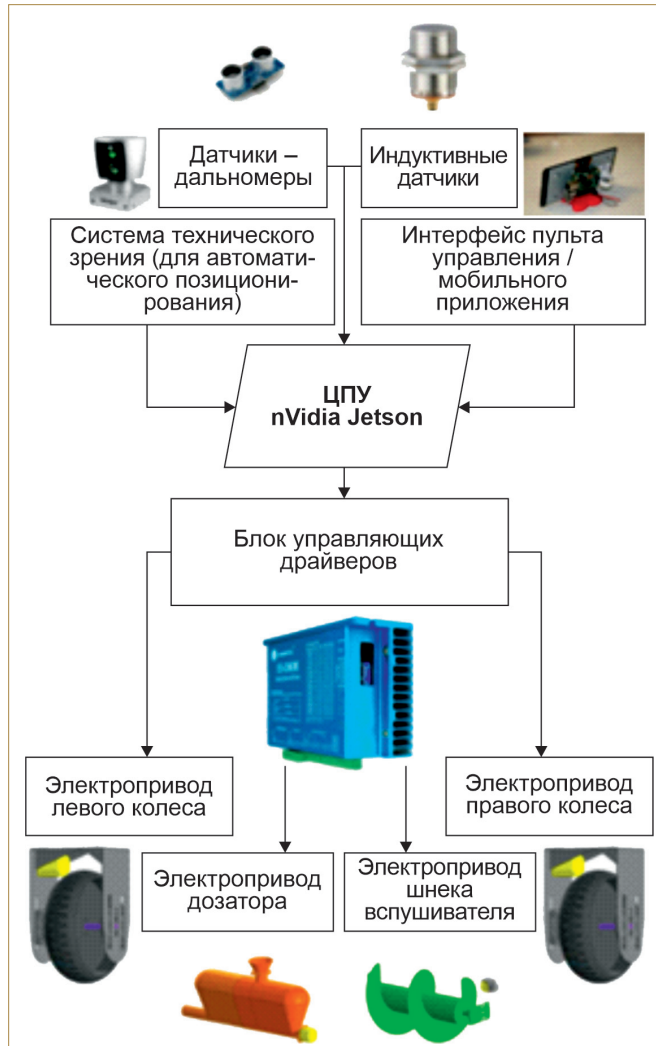


Рис. 4. Функциональная схема робота-подталкивателя кормов

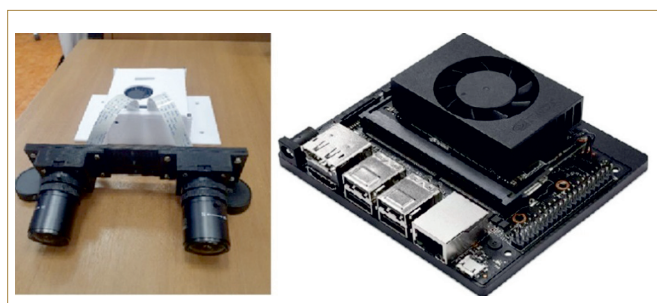


Рис. 5. Система технического зрения для автоматического позиционирования роботизированного устройства

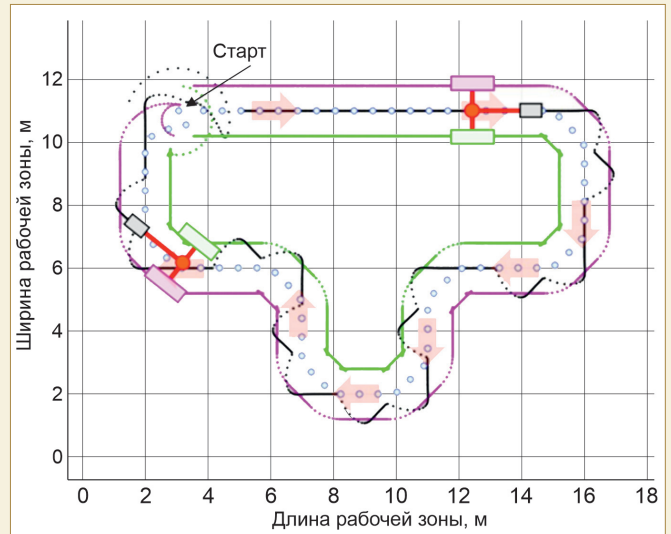


Рис. 6. Имитационное моделирование процесса движения колесного робота по предварительно заданной траектории

При инициализации процесса движения робот осуществил самопозиционирование, начав движение, он произвел разворот, так как был ориентирован в противоположную сторону, потом следовал заданному маршруту. Алгоритм автоматического управления робота устроен так, что система стремится самопозиционироваться в заданной точке центра тяжести робота.

Математическое описание процесса представлено системой уравнений

$$\begin{cases} mV = \frac{nc}{r}(i_1 + i_2) + \frac{1}{r}(M_{fr_1} + M_{fr_2}) + m_1 a \Omega^2 \\ J\Omega = \frac{ncl}{r}(i_1 - i_2) + \frac{1}{r}(M_{fr_1} - M_{fr_2}) - m_1 a \Omega^2, \\ L \frac{di_1}{dt} + Ri_1 + \frac{nc}{r}(V + l\Omega) = U_1 \\ L \frac{di_2}{dt} + Ri_2 + \frac{nc}{r}(V - l\Omega) = U_2 \end{cases}$$

где m_k – суммарная масса ведущего колеса и ротора электродвигателя, кг;

R – сопротивление электрической цепи, Ом;

M_{fr_1}, M_{fr_2} – моменты трения качения, Н;

n – передаточное число редуктора;

c – коэффициент электромеханического взаимодействия;

L – обобщенная индуктивность цепи электродвигателя, Гн;

$i_1 = \dot{e}_1, i_2 = \dot{e}_2$ – шаг поворота вала электродвигателя, град.;

Ω – ускорение, м/с²;

U – управляющее напряжение электродвигателя приводных колес, В;

a – расстояние от датчика, сканирующего заданную траекторию, до центра масс робота, м.

После проведения лабораторного эксперимента и незначительных доработок устройство было транспортировано на животноводческий комплекс К(Ф)Х «Сирота Олег Александрович». Модуль системы технического зрения был смонтирован на каркас роботизированного устройства таким образом, что камеры были направлены на валок кормовой смеси, расположенный у ограждения кормового стола (рис. 7). Система технического зрения осуществляла оценку окружающей среды. Были обозначены границы разброса корма на кормовом столе. В качестве объекта, образующего траекторию перемещения, выступала граница вала кормовой смеси.

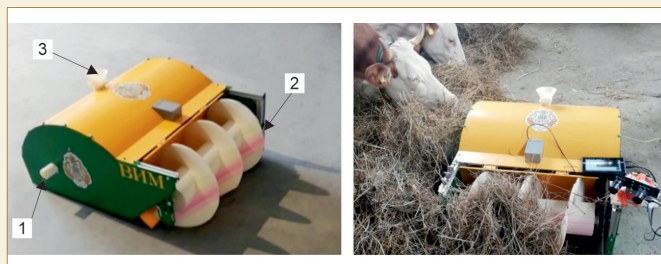


Рис. 7. Экспериментальный образец роботизированного устройства для обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах:

- 1 – выходное отверстие дозатора кормовых добавок;
2 – шнек-вспушиватель;
3 – засыпная горловина для кормовых добавок

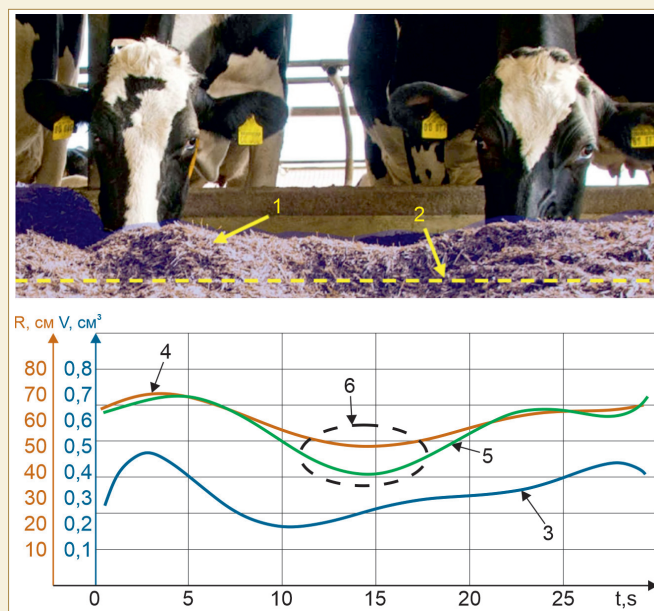


Рис. 8. Характер отклонения траектории движения роботизированного устройства по кормовому столу относительно заданной траектории:

- 1, 2 – границы разброса корма на кормовом столе;
3 – траектория, отображающая разброс корма;
4 – заданная траектория (определяемая алгоритмом бинарного зрения); 5 – отработанная траектория;
6 – зона рассогласования реальной траектории перемещения робота и траектории, которая была построена алгоритмами машинного обучения

Графические зависимости при автономном движении роботизированного устройства обслуживания кормового стола, которые были получены при производственной проверке на базе животноводческих комплексов, представлены на рис. 8.

Максимальная погрешность автоматического позиционирования роботизированного устройства для обслуживания кормового стола посредством использования системы технического зрения составила $\sigma \approx 0,2$ м, что в целом характеризует экспериментальный образец как работоспособный.

Выводы

1. Разработан, запатентован и испытан опытный образец робота-подталкивателя кормов, оснащенный устройством для дозирования кормовых добавок.
2. Предлагаемая функциональная схема взаимодействия автоматической системы управления роботом-подталкивателем кормов и исполнительными механизмами позволит проектировать и совершенствовать опытные образцы роботов другого типа.
3. В ходе производственной проверки разработанного опытного образца робота-подталкивателя кормов было выявлено, что максимальная погрешность позиционирования при проезде по кормовому столу не превышает 0,2 м.

Список используемых источников

1. Nabokov V.I., Novopashin L.A., Denyozhko L.V., Sadov A.A., Ziablitskaia N.V., Volkova S.A., Speshilova I.V. Applications of feed pusher robots on cattle farmings and its economic efficiency // INTERNATIONAL TRANSACTION JOURNAL OF ENGINEERING MANAGEMENT & APPLIED SCIENCES & TECHNOLOGIES. 2020. T. 11, V. 14, Article number 11A14D, DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.270.
2. Валецкий Ю.Е. Технологическая модернизация молочных ферм в племязаводе ЗАО «Зеленоградское» // Техника и оборудование для села. 2008. № 5. С. 9-11.
3. Pavkin D.Yu., Shilin D.V., Nikitin E.A., Kiryushin I.A. Designing and simulating the control process of a feed pusher robot used on a dairy farm // Applied Sciences (Switzerland). 2021. T. 11. № 22. DOI: 10.3390/app112210665.
4. Производительность труда в России и мире. Влияние на конкурентоспособность экономики и уровень жизни (по итогам заседания Научно-методического семинара Аналитического управления Аппарата Совета Федерации, 7 июня 2016 г.) // Аналитический вестник № 29 (628). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://council.gov.ru/media/files/CQNOp1HscHaTulPa5BYZesqLNqUSQeHw.pdf> (дата обращения: 10.07.2021).
5. Bach A., Cabrera V. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns // JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 2017. T. 100. V. 9. p. 7720-7728.
6. Buza M.H., Holden L.A., White R.A., Ishler V.A. Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield // JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 2014. T. 97. V. 5. p. 3073-3080. DOI: 10.3168/jds.2013-7622.
7. Bach A., Iglesias C., Busto I. Technical note: A computerized system for monitoring feeding behavior and individual feed intake

of dairy cattle // JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 2004. Т. 87. V. 12. p. 4207-4209. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73565-1.

8. **Marcel Bergerman, John Billingsley, John Reid, Eldert van Henten.** Robotics in Agriculture and Forestry // Springer Handbook of Robotics. P. 1463-1492.

9. **Мишуев Н.П.** Информационный менеджмент молочного скотоводства // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 4. С. 41-48.

10. **Мишуев Н.П., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В., Войтюк В.А., Воловиков С.А.** Зарубежный опыт распространения новых знаний в сельском хозяйстве // Техника и оборудование для села. 2021. № 1 (283). С. 38-43.

11. **Никитин Е.А.** Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах // Техника и оборудование для села. 2020. № 6 (276). С. 26-30.

12. **Федоренко В.Ф., Кряжков В.М.** Региональное машиностроение – эффективный инструмент реализации в АПК инновационных технологий и техники // Техника и оборудование для села. 2009. № 12. С. 6-9.

13. **Shtessel Y., Taleb M., Plestan F.** A novel adaptive-gain supertwisting sliding mode controller: Methodology and application. AUTOMATICA. 2012. Т. 48. V. 5. p. 759-769. DOI: 10.1016/j.automatica.2012.02.024.

14. **Gribkov A.M., Shilin D.V.** Mathematical modeling of a tripod-type manipulator based on rodless pneumatic actuators // News

of higher educational institutions. Mechanical engineering. 2011. № 9. С. 3-10.

15. **Tsai S.H., Kao L.H., Lin H.Y., Lin T.C., Song Y.L., Chang L.M.** A sensor fusion based nonholonomic wheeled mobile robot for tracking control. SENSORS. 2020. Т. 20. V. 24. Article number: 7055. DOI: 10.3390/s20247055.

16. **Wang F.J., Qin Y., Guo F., Ren B., Yeow J.T.W.** Adaptive visually servoed tracking control for wheeled mobile robot with uncertain model parameters in complex environment. 2020. COMPLEXITY. Т. 2002. Article number: 8836468. DOI: 10.1155/2020/8836468.

Wheeled Robotic Technical Tools: Experience and Prospects of Use at Livestock Complexes

A.S. Dorokhov, E.A. Nikitin, D.Yu. Pavkin,
(VIM)

Summary. *The issues of motivation when making decisions on the robotization of technological processes at livestock complexes for the maintenance of cattle in European countries are considered. The analysis of the costs associated with hiring farm staff in European countries and the Russian Federation is carried out. A brief description of the history of the creation of robotic equipment for livestock complexes for the maintenance of cattle, the results of the development of a feed booster robot are presented.*

Keywords: *dairy farming, dosing systems, feeding, mixer-distributor, weight control system.*



ПРАВИТЕЛЬСТВО
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

15-16 июля

Брянская область,
Выгоничский район,
с. Кокино,
БГАУ



agro-32.ru



Организатор: ООО "Центр"
Тел: 8 (473) 233-09-60 Сайт: vfcenter.ru

УДК 67.05

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-22-26

Восстановление коленчатых валов на ремонтных предприятиях Республики Мордовия

А.И. Фомин,
канд. техн. наук, доц.,
fominsurgod@yandex.ru

П.В. Сенин,
д-р техн. наук, проф.,
первый проректор,
senin53@mail.ru

М.С. Кудряков,
студент,
kudrj1971@mail.ru

И.А. Баранов,
студент

А.М. Кулягин,
студент,
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

Аннотация. Представлен анализ производственных возможностей ремонтных предприятий, в рамках которого рассматривается технический потенциал Республики Мордовия по восстановлению коленчатых валов.

Ключевые слова: коленчатый вал, ремонт, шлифование, отказ, услуги, малые предприятия.

Постановка проблемы

Основной причиной нарушения работоспособного состояния технических систем и комплексов является износ рабочих поверхностей деталей и механизмов [1]. В связи с этим к качеству и точностным параметрам рабочих поверхностей деталей предъявляются высокие требования. Применительно к автотракторным двигателям одной из таких деталей является коленчатый вал.

В процессе эксплуатации цилиндрическая часть шатунных и коренных шеек изнашивается до предельного состояния, что ограничивает ресурс коленчатого вала по износостойкости, а в галтелях накапливаются до критического уровня усталостные повреждения [2], что ограничивает его

ресурс по прочности при переменных нагрузках. Ресурс по износостойкости восстанавливается шлифованием шеек до ремонтных размеров. При незначительных износах коренные и шатунные шейки коленчатых валов, как правило, шлифуют под один порядковый номер ремонтного размера (23-35%). Наличие неравномерных износов шеек, схватывания, заклинивания коленчатого вала в постели требует шлифования через последующие ремонтные размеры (16-38%), что снижает ресурс на 20-60%. Ограниченность ремонтных размеров коленчатых валов или их отсутствие приводит к необходимости восстановления изношенных шеек различными способами нанесения металлопокрытий [3-6]. Ресурс по прочности при переменных нагрузках не восстанавливается и, как правило, определяет срок службы коленчатого вала.

Восстановление параметров коленчатого вала при отказе является сложной задачей, требующей наличия специализированного дорогостоящего оборудования. Производственно-технологическая база некоторых ремонтных предприятий имеет высокую степень физического и морального износа. Для решения этой проблемы предприятиям необходимо постоянно улучшать свое технологическое оснащение, использовать передовые технологии и методы.

Цель исследования – анализ производственных возможностей и технологического оборудования ремонтных предприятий Республики Мордовия с учетом текущего спроса и конкуренции на услуги по восстановлению изношенных деталей (на примере восстановления коленчатого вала).

Материалы и методы исследования

Согласно данным Министерства внутренних дел по Республике Мордовия, по состоянию на январь 2022 г. в республике зарегистрировано 334899 ед. транспортных средств, распределение которых по категориям отражено на рис. 1.

В 2020-2021 гг. впервые зарегистрированных транспортных средств насчитывалось 7262 ед., перерегистрированных – 35247 ед. Исходя из среднего возраста легковых автомобилей в республике (11 лет) [7], тяжелых условий эксплуатации, большинство транспортных средств выработало свой ресурс.

В настоящее время российский рынок услуг технического обслуживания и ремонта тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин насчитывает около 76 тыс. точек, причем официальные дилеры представлены порядка 5% организаций, остальное ядро составляют независимые станции технического обслуживания (СТО) и специализированные предприятия, предоставляющие весьма ограниченный спектр услуг [8].

Рынок республики представлен небольшим числом ремонтно-технических предприятий. В основном это юридические лица, осуществляющие ремонт отдельных агрегатов и оборудования. Среди организаций, занимающихся обслуживанием оборудования и техники сельскохозяйственного назначения, можно выделить ООО «ТСТ-Агро». Компания производит ремонт практически любой сложности (двигатели, коробки передач, трансмиссии и др.) импортной сельхозтехники, в частности, таких производителей, как Deutz, Fendt, Case, NewHolland, JohnDeer,

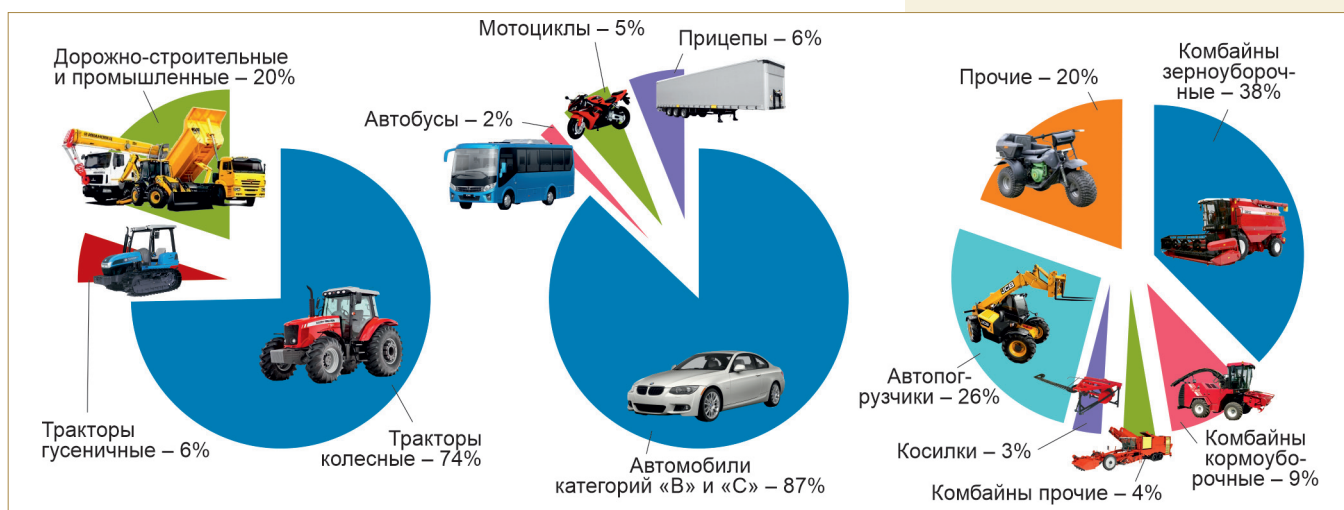


Рис. 1. Распределение транспортных средств в Республике Мордовия

Claas и др. При этом на предприятии не используются способы восстановления деталей – только замена вышедших из строя узлов новыми комплектующими.

Гарантийное и послегарантийное обслуживание транспортной техники в республике осуществляют официальные дилеры. Одним из старейших дилеров является АО «Саранск-Лада», зарегистрированное в 1991 г. Кроме того, продолжают свою деятельность ГК «САРАНСКМОТОРС» (официальные дилерские центры компаний KIA, SKODA, LADA и CHEVROLET), ГК «АГАТ» – один из крупнейших автохолдингов России (официальные дилерские центры: Chevrolet, Genesis, Hyundai, KIA, LADA, Lexus, Mitsubishi, Renault, Škoda, Toyota, УАЗ, ГАЗ, HINO, ISUZU, Haval), ГК «Луидор» (официальные дилерские центры ГАЗ, КАМАЗ, Mercedes-Benz, Volkswagen) и новый для республики дилер – ООО «НК-АВТО» (официальные дилерские центры LIFAN). Однако обслуживание в данных центрах ориентировано преимущественно на транспортную технику конкретных марок [9].

Ранее в Республике Мордовия существовали ремонтно-технические предприятия (РТП) либо специализированные организации системы «Сельхозтехника», способные самостоятельно восстанавливать большинство изношенных деталей, в том числе коленчатые валы [10]. Однако часто методы восстановления ограничивались шлифованием шеек под ре-

монтный размер или использованием электродуговой наплавки под слоем флюса. В крупных РТП применялись более прогрессивные методы восстановления и ремонта коленчатых валов.

Результаты исследования и обсуждение

Из немногочисленных предприятий, представленных в республике, только несколько предлагают услуги по восстановлению коленчатых валов. К таковым относятся ООО «Ангри», ООО «Астертранс», ООО «Технический сервис».

На базе ООО «Ангри» имеется специализированный участок с программой восстановления порядка 200 коленчатых валов в год (рис. 2).

Для технологического процесса восстановления применяется круглошлифовальный станок 3А423 с установленным шлифовальным кругом толщиной не более 25 мм (станок настроен на шлифование коленчатых валов для легковых автомобилей). Обработка ведется в двух трехкулачковых патронах $\varnothing 200$ мм. Шлифование производится по всей длине поверхностей трения и галтельных переходов. Форма, размеры и положение новых галтельных переходов и поверхностей трения обеспечиваются заправкой шлифовального круга, при которой его края симметрично закругляют радиусом исходных галтельных переходов. Наличие одного круглошлифовального станка приводит к случаям, когда

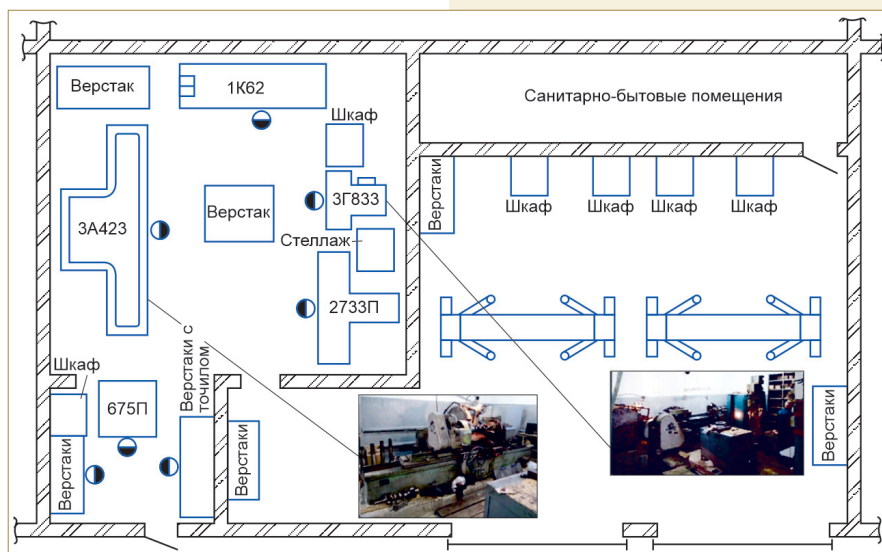


Рис. 2. Слесарно-механический участок ООО «Ангри»

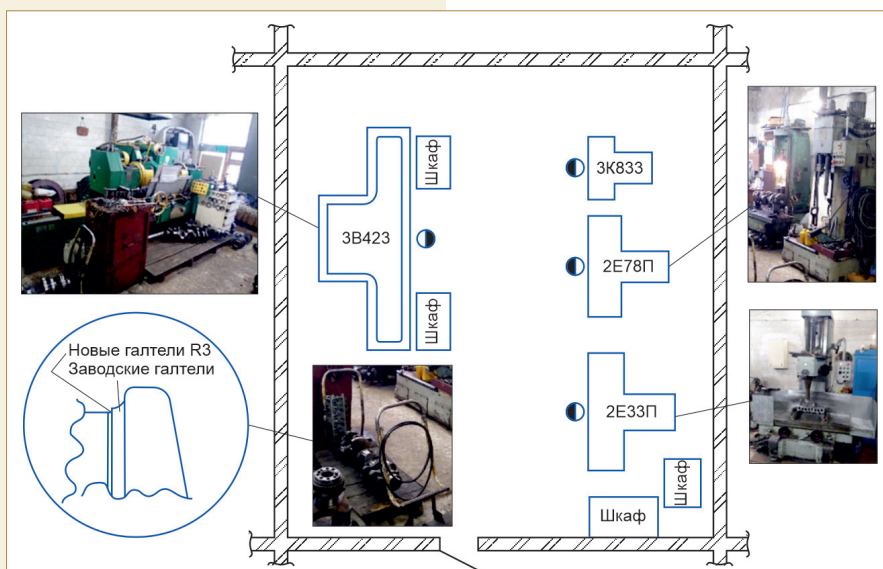


Рис. 3. Слесарно-механический участок ООО «Астертранс»

обработка галтельного перехода не осуществляется в необходимый радиус из-за обширной номенклатуры поступающих на восстановление валов. В коленчатых валах наблюдаются подрезы галтельных переходов, что ведет к снижению жесткости и прочности валов. Правка валов из-за отсутствия прессы не производится, наличие трещин, как правило, определяется визуально.

ООО «Астертранс» специализируется на ремонте грузовых автомобилей (рис. 3). Основной вид деятельности предприятия – техническое обслуживание и ремонт отечественных и импортных грузовых автотранспортных средств. Для обеспечения ремонтного шлифования коленчатых валов в парк технологического оборудования предприятия входит круглошлифовальный станок 3В423 с установленным шлифовальным кругом толщиной 32-40 мм. Обработка шеек осуществляется без подрезания галтели, так как шлифовальный круг заточен на определенную марку поступающих коленчатых валов. Средняя программа восстановления составляет порядка 400 коленчатых валов в год. Следует отметить, что коленчатые валы, как и в ООО «Ангри», выбраковываются при достижении последнего ремонтного размера хотя бы одной шейкой (при номинальных геометрических значениях шеек всего вала) вследствие отсутствия техноло-

гий их восстановления в необходимый размер.

Среди организаций, занимающихся восстановлением изношенных агрегатов и деталей, важное место занимает ООО «Технический сервис», созданное в Институте механики и энергетики ФГБОУ ВО им. Н.П. Огарева. Существенным преимуществом предприятия является использование потенциала научно-исследовательской лаборатории, что позволяет постоянно расширять спектр предоставляемых услуг.

Для восстановления коленчатых валов в ООО «Технический сервис» сформированы производственные зоны: дефектации и контроля, подготовки коленчатых валов к восстановлению, шлифования, нанесения металлопокрытий, балансировки.

Для охвата широкой номенклатуры коленчатых валов используются два круглошлифовальных станка 3А423 (рис. 4) со шлифовальными кругами под разные конструкции коленчатых валов при средней программе восстановления 300 коленчатых валов в год. Обработка коленчатых валов легковых автомобилей ведется кругом толщиной 25 мм, круг в 32 мм с закруглениями порядка 6° применяется для обработки коленчатых валов грузовых автотранспортных средств и автотракторной техники.

Ввиду того, что у большинства современных двигателей отсутствуют ремонтные размеры коленчатых валов или они выработаны, в ООО «Технический сервис» активно применяются методы нанесения на изношенные шейки различных металлопокрытий.

Накопленный опыт работы показал, что наиболее целесообразно применять метод электроконтактной приварки стальной ленты [11]. Данный метод обеспечивает ряд

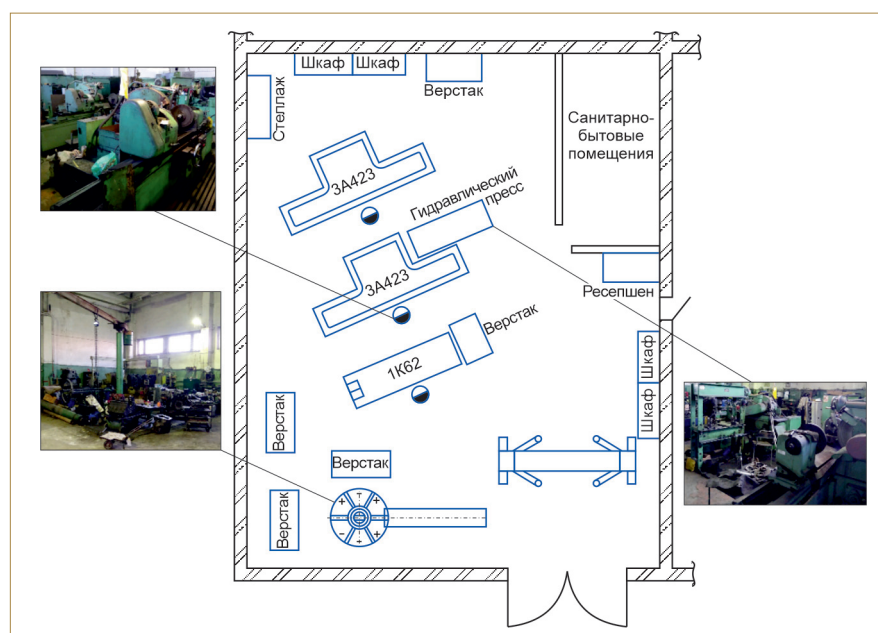


Рис. 4. Участок восстановления коленчатых валов ООО «Технический сервис»

существенных преимуществ: используемая лента является общедоступной и дешевой из всех приварочных материалов; процесс приварки не требует создания специальной защитной атмосферы; наблюдается незначительный нагрев шеек; позволяет работать с различными по конструкции коленчатыми валами благодаря возможности быстрой переналадки установки с одного вида коленчатого вала на другой; высокое качество приваренной поверхности.

При выборе способа непосредственно учитывался технико-экономический показатель

$$K_t = C_v / K_d,$$

где C_v – себестоимость восстановления 1 м^2 изношенной поверхности детали, руб.;

K_d – коэффициент долговечности.

Себестоимость восстановления одной шейки варьируется в пределах 500–1500 руб. при средней стоимости нового вала от 15 тыс. руб. и выше. Как правило, на восстановление идет одна вышедшая из ремонтных размеров шейка.

Валы, поступившие в ремонт, подвергаются очистке, мойке и дефектации, включая магнитную дефектоскопию поверхностей продольными и поперечными магнитными полями. Подготовку рабочих поверхностей под восстановление проводят черновым шлифованием. При нанесении ленты на коленчатые валы всех типов приварка галтельных переходов не допускается. После приварки ленты отверстия масляных каналов зенкуют (рис. 5).

При электроконтактной приварке стальной ленты на шейках чугунных коленчатых валов (ЗМЗ 402 24-1005013-01) предварительно выполняются упрочняющие операции [12], так как остаточный предел выносливости данных валов существенно снижается. При соблюдении рекомендаций предел выносливости достигается до 95 МПа (допускаемые значения – 89 МПа).

Для восстановления шеек используется лента из нержавеющей стали марок 30Х13 и 50ХФА толщиной 0,3–0,5 мм. При восстановлении аварий-

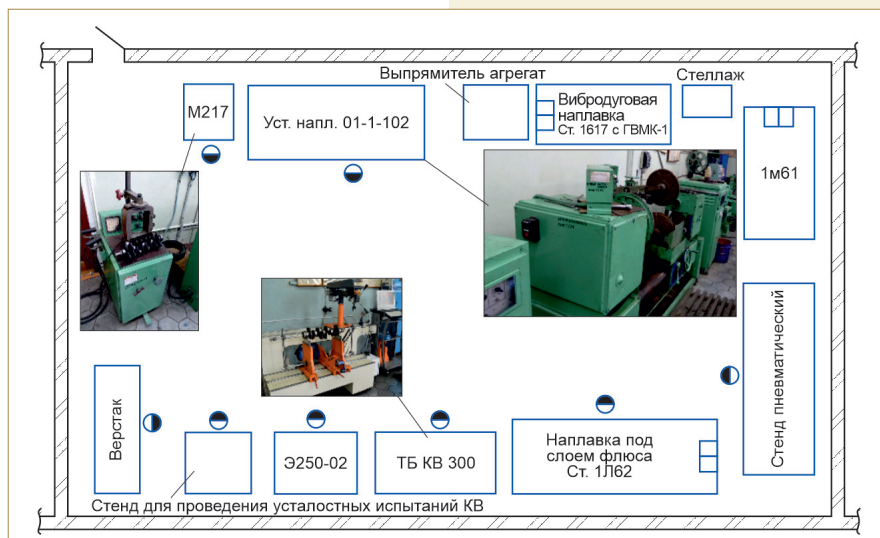


Рис. 5. Участок восстановления электроконтактной приваркой стальной ленты

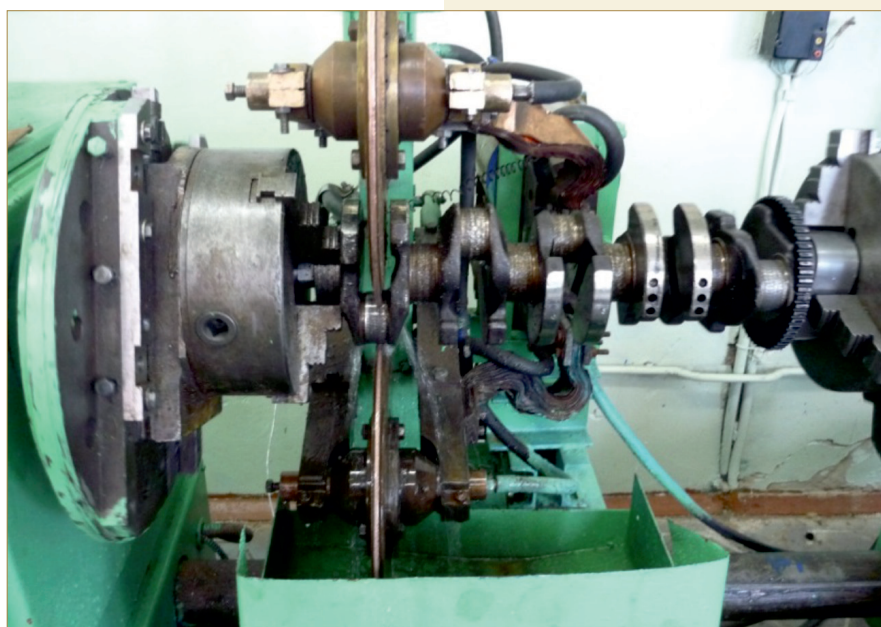


Рис. 6. Процесс нанесения стальной ленты методом электроконтактной приварки

ных износов «битых шеек» по данной технологии можно приваривать слой повторно, но с обязательной предварительной обработкой шейки, заключающейся в зенковке устьев масляных каналов и занижении диаметра восстанавливаемой шейки от требуемой на 0,35–0,4 мм. Процесс восстановления электроконтактной приваркой представлен на рис. 6.

В результате применения электроконтактной приварки стальной ленты

для восстановления шеек коленчатых валов обеспечиваются номинальные геометрические размеры шеек, которые могут перешлифовываться на следующие ремонтные размеры. На текущий момент из общего количества восстановленных валов вышли из строя два при среднем пробеге 85 тыс. км (со слов потребителей). При анализе выявлено, что отказ произошел вследствие усталостного износа.

Выводы

1. Проведенные исследования показывают, что восстановление коленчатых валов на предприятиях Республики Мордовия осуществляется в основном ремонтным шлифованием. Зачастую при перешлифовке шеек подрезаются галтели, что отрицательно сказывается на межремонтном ресурсе двигателей. В частности, такие валы в дальнейшем не подлежат восстановлению.

2. В результате применения электроконтактной приварки стальной ленты для восстановления шеек коленчатых валов обеспечиваются номинальные геометрические размеры шеек, которые могут перешлифовываться на следующие ремонтные размеры. Себестоимость восстановления одной шейки варьируется в пределах 500-1500 руб.

3. При электроконтактной приварке стальной ленты на шейках чугунных коленчатых валов (ЗМЗ 402 24-1005013-01) предварительно выполняются упрочняющие операции. При соблюдении рекомендаций предел выносливости достигает до 95 МПа (при допускаемых значениях 89 МПа).

4. Анализ результатов восстановления коленчатых валов показал, что только два из них вышли из строя при среднем пробеге 85 тыс. км вследствие усталостного износа.

Список

использованных источников

1. **Abdullaev A.S., Ismanov M.S.** Influence of various road and climatic operating conditions on the process of wear of vehicle parts // *Universum: технические науки*. 2021. С 26-29.
2. **Денисов В.А.** Прогнозирование ресурса восстановленных деталей двигателя. Ч. 3. Оценка остаточного ресурса восстановленных деталей по критерию сопротивления усталости на примере коленчатого вала // *Ремонт. Восстановление. Модернизация*. 2014. № 12. С. 30-33.
3. **Прохоров Д.Г., Макаров И.Д., Яковлев Д.Д.** Методы восстановления коленчатых валов автомобильных двигателей // *Новые материалы и технологии в машиностроении*. 2020. № 31. С. 90-97.
4. **Толкушев А.А., Баутин А.С.** Проблемы восстановления коленчатых валов и пути их решения // *Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2017): сб. статей IX Междунар. науч.-техн. конф.* 2017. С. 228-232.
5. **Латыпова Г.Р., Клемина О.В., Мантуров Р.А.** Электроконтактная приварка стальной ленты к шейкам коленчатого вала аппарата высокого давления // *Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: сб. науч. тр. 5-й Междунар. науч.-практ. конф.* 2015. С. 204-208.
6. **Сайфуллин Р.Н., Фархшатов М.Н., Гаскаров И.Р.** Опыт восстановления из-

ношенных деталей электроконтактной приваркой стальной ленты // *ГОСНИТИ. Тр.* 2015. Т. 125. С. 166-170.

7. Средний возраст автомобилей с пробегом в регионах РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://autostat.ru.turbopages.org/autostat.ru/s/press-releases/39690/Загл. с экрана \(дата обращения 03.03.22\)](https://autostat.ru.turbopages.org/autostat.ru/s/press-releases/39690/Загл. с экрана (дата обращения 03.03.22)).

8. В России около 76 тыс. точек авто-сервиса [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.autostat.ru/news/37240/Загл. с экрана \(дата обращения 20.02.22\)](https://www.autostat.ru/news/37240/Загл. с экрана (дата обращения 20.02.22)).

9. **Фролова Е.В., Носова Д.А.** Сервисное обслуживание автомобилей: сравнение отечественного и зарубежного опыта // *Экономика и управление: новые вызовы и перспективы*. 2013. С. 50-53.

10. **Сенин П.В., Ионов П.А.** Анализ состояния машинно-тракторного парка и перспективы развития ремонтно-обслуживающей базы АПК Республики Мордовия // *Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти д-ра техн. наук, проф. Ф.Х. Бурумкулова*. 2016. С. 8-10.

11. **Фомин А.И., Сенин П.В., Комаров В.А., Нуянзин Е.А.** Обеспечение долговечности покрытий шеек коленчатых валов автотракторной техники // *Техника и оборудование для села*. 2016. № 2. С. 44-48.

12. **Фомин А.И., Сенин П.В., Кургузкин М.А.** Повышение усталостной долговечности коленчатых валов при их восстановлении // *Техника и оборудование для села*. 2019. № 8. С. 32-36.

Информация

Промтрактор готовит к выпуску новую модель бульдозера

Завод «Промтрактор» успешно завершил лабораторно-полигонные испытания новой модели бульдозера массой 52 т и мощностью двигателя 502 л.с. ЧЕТРА Т-30.03. Теперь машина готовится к отгрузке на объект к одному из потребителей, где пройдут уже ресурсные испытания.

ЧЕТРА Т30 – это уже третье поколение техники, призванное заменить



в линейке бульдозеры ЧЕТРА Т25 первого и второго поколений. На новой модели установлена инновационная трансмиссия собственного производства с двухпоточным блокируемым одноступенчатым гидротрансформатором, которая вобрала в себя передовые решения ведущих мировых производителей тяжелой техники.

Restoration of Crankshafts at Repair Enterprises of the Republic of Mordovia

A.I. Fomin, P.V. Senin, M.S. Kudryakov, I.A. Baranov, A.M. Kulyagin

(National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev)

Summary. An analysis of the production capabilities of repair enterprises is presented, within the framework of which the technical potential of the Republic of Mordovia for the restoration of crankshafts is considered.

Keywords: crankshaft, repair, grinding, failure, services, small businesses.

УДК 631.173

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-27-31

Повышение уровня технического обслуживания энергонасыщенной техники

Ю.В. Катаев,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
ykataev@mail.ru

М.Н. Костомахин,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
redizdat@mail.ru

Н.А. Петрищев,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
gosniti14@mail.ru

А.С. Саяпин,

мл. науч. сотр.,
somaconcrsas@mail.ru

К.К. Молибоженко,

инженер,
k.k.molibozhenko@yandex.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Приведен анализ и представлены предложения для повышения уровня технического обслуживания при реализации Федерального закона № 297-ФЗ за счет улучшения контролепригодности и приспособленности к диагностированию ресурсо-определяющих узлов отечественной энергонасыщенной техники.

Ключевые слова: счётчик-индикатор, энергонасыщенная техника, модернизация, контролепригодность, приспособленность к диагностированию.

Постановка проблемы

Принятый и вступающий в силу 03.07.2022 Федеральный закон от 02.07.2021 № 297-ФЗ «О самоходных машинах и других видах техники» (далее – Закон № 297-ФЗ), устанавливающий правовые и организационные основы деятельности в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, в том числе связанные с допуском к эксплуатации самоходных машин [1], требует детальной разработки рекомендаций по его эффективному применению.

В современных технико-экономических формах взаимодействия между владельцем и производителем применение Закона № 297-ФЗ приведет к оптимизации системы обслуживания и ремонта с учетом Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2030 года, приоритетов направления научно-технического развития отечественного тракторостроения [2, 3].

В рамках принимаемого закона должны быть обеспечены техническое сопровождение техники, достоверный контроль состояния и соблюдения правил эксплуатации, что позволит с высокой долей вероятности характеризовать базовые эксплуатационные показатели надёжности, выражаемые в коэффициентах готовности и технического использования, а также минимизировать стоимость владения.

В настоящее время на эффективность и своевременность сервисного обслуживания оказывают влияние следующие негативные факторы:

- отсутствие в эксплуатационных документах производителей критериев (например, по РТМ 70.0001246 [4]) и актуальной информации по определению предельного состояния узлов, агрегатов, рабочих жидкостей;

- отсутствие в эксплуатационных документах рекомендуемых и утвержденных методик оценки трудоёмкости проведения диагностирования для определения номинальных, допускаемых, предельных параметров технического состояния. Кроме того, не приведены возможные примеры неисправностей и методы их устранения, данные по регулировкам с описанием использования рекомендуемого комплекса оборудования, приборов, инструментов, приспособлений согласно рекомендации ГОСТ 27388 (п. 5.1, 5.9, 5.10) [5];

- прекращение централизованного крупносерийного производства отечественных средств и оборудования для диагностирования, в том числе ресурсного, осуществляемого по ГОСТ 20793 (п. 5.8, 5.9) [6];

- отсутствие систем контроля типов работ (транспортные, сельскохозяйственные, промышленные) для оценки уровня загрузки ресурсопределяющих узлов и агрегатов.

Так, ГОСТ 27.003-2016 [7] трактует, что описание критериев отказов и предельных состояний должно обеспечивать простоту обнаружения факта отказа или перехода в предельное состояние визуальным путем или с помощью предусмотренных средств технического диагностирования (контроля технического состояния). Для практической реализации процесса диагностирования в ГОСТ 26656-85 [8] представлены варианты решения задачи обеспечения приспособленности к диагностированию.

Исходя из необходимости обеспечения Закона № 297-ФЗ ст. 11, заводам-изготовителям необходимо выработать нормы, правила и процедуры технического обслуживания и ремонта выпускаемой продукции, в соответствии с которыми в течение жизненного цикла эксплуатации будут осуществляться услуги по её техническому

обслуживанию и ремонту для обеспечения надлежащего технического состояния и безопасности.

В данном исследовании рассмотрены действующие программы Правительства России, ГОСТ и НТД. Необходимо и преемственность наработок системы технического обслуживания и ремонта (ТОР), так как она является базовой для большинства эксплуатируемой в настоящий момент техники в стране, а также специалистов в области ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. С учетом накопленного производственного опыта и имеющейся инфраструктуры этим обусловлен высокий базовый потенциал для быстрой реализации в полной мере положений Закона № 297-ФЗ.

Цель исследований – анализ состояния вопроса и возможности использования действующих ГОСТ и НТД для выработки норм, правил и стратегии технического обслуживания и ремонта энергонасыщенной техники.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований в качестве исходных данных использована информация с сайтов научных и образовательных организаций Минобрнауки России, ассоциации Росспецмаш, устанавливающая стратегические ориентиры развития страны и отрасли. Кроме того, анализировалась справочная и нормативно-техническая документация, разработанная ГОСНИТИ, для обеспечения эффективного использования энергонасыщенной техники (на примере тракторов К-701 и их модификаций) в условиях предприятий, входящих в систему ВО «Сельхозтехника», при реализации Комплексной системы технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве [9]. Использовались также материалы, полученные в рамках выполнения этапов тем НИР и НИОКР в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Исследования проводились с применением аналитического, сравнительного и информационно-логического анализа информации, а также на основе полученных данных в ходе проведения экспериментов.

Анализ работы сервисных служб дилеров направлен, прежде всего, на обеспечение эксплуатационной надёжности путем проведения технического обслуживания и необходимого агрегатного ремонта в гарантийный период эксплуатации. В послегарантийный период техника, как правило, обслуживается и ремонтируется, утилизируется без технического сопровождения дилеров

завода-производителя. Подтверждением актуальности рассматриваемого вопроса является тот факт, что во многом решающим аргументом в выборе техники (в том числе зарубежного производства) является возможность оперативного сервисного сопровождения с использованием передвижных сервисных автомобилей, оснащенных комплектом оборудования и оснастки для диагностирования и технического обслуживания; региональных центров по ремонту компонентов, оснащенных стационарным контрольно-диагностическим, технологическим оборудованием (см. рисунок) [10].

Результаты исследований и обсуждение

При осуществлении добровольной сертификации услуг сервисных предприятий (ОСУ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) выявлено, что имеющиеся на балансе контрольно-диагностическое оборудование и инженерная инфраструктура во многих случаях уже находятся за пределами сроков службы, что не всегда позволяет полноценно и объективно проводить контроль качества ремонта агрегатов техники нового поколения, имеющей отличные характеристики (мощность, давление, расход, алгоритм систем управления и др.), а также входной контроль поступающих запасных частей.

По мнению экономистов, если в производстве более 50 % парка машин и оборудования полностью амортизировано, то такое производство без экономического анализа признается деградировавшим [11]. Для повышения привлекательности сервисных услуг, осуществляемых централизованно, необходима модернизация ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) с решением накопившихся многолетних проблем, таких как обновление утвержденного к использованию технологического оборудования, обучение персонала, повышение его квалификации и производительности.

Мероприятия по обновлению контрольно-диагностического оборудования целесообразно проводить совместно с дилерской и сервисной сетью предприятий-изготовителей по обозначению потребной номенклатуры под стандарты и требования базового предприятия. При анализе в целях поиска преемственности и использования Комплексной системы технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве можно выделить три основные стратегии (табл. 1).



а



б



в

Участки центра по ремонту компонентов:

а – восстановления деталей; б – испытания гидроагрегатов и трансмиссий; в – обкатки и испытания дизелей

Таблица 1. Стратегии (С) системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники [9]

Стратегия	Описание реализации
C ₁	После возникновения отказов для устранения их последствий
C ₂	По данным наработки силовой установки
C ₃	По фактическому состоянию, определяемому с помощью периодического диагностирования по показаниям бортовых систем непрерывного контроля

При анализе ГОСТ [6] выявлено, что чаще всего в инструкции по эксплуатации регламентируются ремонтно-обслуживающие воздействия технического обслуживания тракторов и рекомендуется стратегия C₂, характеризующаяся жестким циклом периодичности (125, 500, 1000 мото-ч) с допустимым отклонением $\pm 10\%$ (ТО1, ТО2) и $\pm 5\%$ (ТО3).

К достоинствам рекомендуемой производителем техники используемой стратегии C₂ относится наличие разработок НТД, утвержденных технико-экономических обоснований при проведении регламентных работ, а также разработанного комплекса контрольно-диагностического и сервисного оборудования (на примере тракторов К-700А, К-701):

- руководящий технический материал (РТМ) определял общие критерии предельных и допускаемых параметров дизелей (РТМ 10.16.0001.0008-89), тракторов и их составных частей (РТМ 70.0001.246-84);

- данные РТМ являлись основанием для разработок руководств по текущему (РТ 70.00001.059-84) и капитальному ремонту дизелей (ТК 70.0001.037-83, ТК 70.0001.048-83), гидравлических систем (ТК-70.0001.018-81), топливной аппаратуры (ТК-70.0001.107-80), шасси тракторов (ТК70.0001.071-85);

- РТ и ТК определяли перечень частных критериев, являющихся обоснованием для разработки комплекса испытательного, контрольно-диагностического оборудования (КИ), оргоснастки цехов (ОРГ), оборудования для восстановления деталей (ОВД);

- разработаны нормы расхода для определения потребности в материалах и метизах на осуществление текущего (МТ) и капитального (МК) ремонтов;

- рекомендации по повышению эффективности использования РТМ, РТ, ТК обеспечивали руководящие документы (РД), которые были направлены на повышение качества ремонта и обеспечение его стабильности, уточняли способы и средства контроля, трудоёмкость и квалификацию персонала;

- маршрутные технологии централизованного технического обслуживания, поясняющие последовательность выполнения регламентных работ с указанием рекомендуемого технологического оборудования для участков мойки, диагностики, технического обслуживания, текущего ремонта, обслуживания аккумуляторов, топливной

аппаратуры, гидросистем, шиномонтажного, сварочного и др.

К недостаткам применения стратегии C₂ на современном этапе развития ремонтно-обслуживающей базы можно отнести:

- увеличение расхода запасных частей, а также необходимость обеспечения формального подхода, не учитывающего фактический уровень использования отдельных систем при транспортных, сельскохозяйственных, промышленных работах, что в результате приводит к снижению показателей надежности и увеличивает технологические риски несоблюдения агросроков при проведении полевых работ;

- для эффективного использования необходима глубокая модернизация имеющейся ремонтно-обслуживающей базы.

Анализ разработок ведущих фирм Европы и США показывает, что в настоящее время в области диагностирования развиваются две четкие тенденции: применение бортовых систем и организация дистанционного диагностирования.

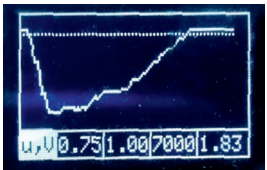
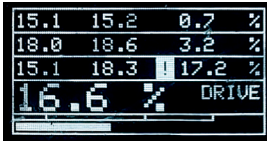
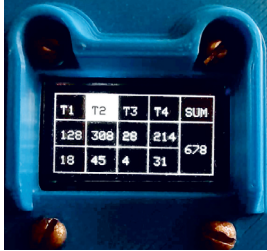
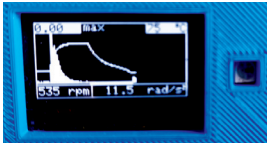
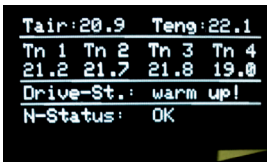
К современным требованиям и разработкам в области сельхозмашиностроения наиболее применима стратегия C₃, которая для обеспечения соблюдения нормируемых показателей машиноиспользования требует совершенствования методов контроля технических параметров машин путем разработки новых диагностических средств [12, 13].

Кроме того, для успешного применения стратегии C₃ необходимо проводить мероприятия по корректировке подходов взаимодействия между производителями техники, узлов и агрегатов в информационном обеспечении конечного потребителя. С развитием информационно-коммуникационных систем для реализации задачи по информационному обеспечению жизненного цикла в высокотехнологических производствах широко используются CALS-технологии и FMEA-анализ [14-18]. Исходя из высокой актуальности задач по их практической реализации подготовлены экспериментальные образцы счетчиков-индикаторов, которые могут быть использованы для индивидуального контроля состояния отдельных узлов и агрегатов энергонасыщенных тракторов [19, 20].

Проведенные постановочные опыты показали возможность использования разработанных счётчиков-индикаторов для определения исходных данных о техническом состоянии энергонасыщенной техники. Доказана возможность предупреждать о необходимости проведения внепланового технического обслуживания (табл. 2).

По результатам проведенного исследования выявлено, что с учетом действующих стратегий C₂ и C₃ в области технического обслуживания и ремонта на предприятиях существует необходимость разработки современного встроенного бортового контрольно-диагностического оборудования. Это повысит эффективность владения техникой, дополнительные конкурентные преимущества за счёт информационной обеспеченности и минимизацию финансовых и временных затрат на её поддержание в исправном состоянии.

Таблица 2. Перечень параметров возможного использования разработанных экспериментальных счетчиков-индикаторов для диагностирования агрегатов техники

Назначение счетчика-индикатора	Контролируемые параметры, описание работы	Фото
1. Тестовая оценка общего технического состояния коробки перемены передач с гидравлическим управлением по времени восстановления давления в механизме переключения передач	■ Определение времени восстановления давления в гидравлической системе управления КПП; ■ определение соответствия измеренных значений номинальным, допускаемым и предельным назначенным; ■ в случае превышения допускаемых и предельных значений сигнализирует об этом оператору	
2. Контроль передаточных отношений трансмиссии	■ Своевременное предупреждение оператора об изменении заложенных в конструкцию передаточных отношений передач, тем самым контролируется уровень буксования ресурсопределяющих узлов – гидромеханической коробки перемены передач энергонасыщенных тракторов; ■ контроль необходимости подключения моста; ■ определение действительных передаточных отношений различных валов, в том числе гидростатической трансмиссии, механизма отбора мощности; ■ контроль оператором и реагирование на изменения в техническом состоянии, обеспечение диагноста исходной информацией для определения и прогнозирования ресурса	
3. Подсчет количества включений и времени использования передач	Проведение подсчета количества включений и времени использования каждой передачи. При этом на панели оператора выводятся значения: ■ количества (режим 1)/ времени использования (режим 2) трактора на четырех передачах; ■ общего количества включений (режим 1)/ общего времени использования (режим 2) трактора; ■ в процентах на каждую передачу: включения (режим 1) / продолжительность использования (режим 2)	 
4. Входной контроль и тестовое определение энергетических показателей дизельного двигателя	Оценка следующих параметров: ■ ускорение коленчатого вала на холостых оборотах при разгоне/торможении двигателя; ■ определение эффективной мощности двигателя; ■ автоматическое соблюдение внешних условий проведения измерений	
5. Контроль технического состояния валов, подшипников, насосов по амплитудно-фазовому методу	■ Сбор первичных данных о техническом состоянии кинематически связанных узлов коробки перемены передач, главной передачи ведущих мостов, двигателя по оценке минимальных и максимальных значений биений при бесконтактном измерении расстояния и оценка износов, перекосов, прогибов вращающихся элементов, радиального зазора в подшипниках; ■ оценка неравномерности (пульсации давления) в напорных магистралях гидросистем коробки перемены передач, гидропривода системы навески по амплитудно-фазовому методу; ■ преобразование полученных результатов в безразмерный коэффициент ξ, характеризующий общее техническое состояние и позволяющий локализовать неисправность	
6. Оценка рабочей температуры узлов и агрегатов	Локализация неисправности, аномальных перегревов при мониторинге: ■ текущей, пороговой разницы температур; ■ скорости изменения температур в пяти и более контрольных точках	

Важным вопросом реализации Федерального закона от 02.07.2021 № 297-ФЗ «О самоходных машинах и других видах техники» (ст. 11, п. 2) является разработка следующих мероприятий, направленных на повышение эффективности использования эксплуатируемой техники:

- подготовка рекомендаций, методик для совершенствования сервисного обслуживания энергонасыщенной техники;
- подбор сервисного оборудования и комплектов счётчиков-индикаторов бортового диагностирования для оперативной оценки технического состояния конечным потребителем;
- разработка ремонтной документации по проведению текущего и капитального ремонта с указанием рекомендуемого оборудования для выполнения работ и оценки качества ремонта;
- подготовка нормативов трудозатрат на проведение операций технического обслуживания и сервисных работ;
- совместно с поставщиками компонентов формирование подходов по классификации групп отказов с указанием трудоемкости их устранения;
- оказание услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

Выводы

1. Исходя из рассмотренных предпосылок, выявлено, что для эффективной реализации Федерального закона от 02.07.2021 № 297-ФЗ необходимо совершенствовать систему технического обслуживания и ремонта путем повышения уровня контролепригодности, приспособленности к диагностированию выпускаемой техники с применением CALS-технологий и FMEA-анализа.

При этом без единой принятой системы критериев экономической эффективности и реализации организационно-технических мероприятий затруднены разработка и внедрение единых методов оценки технического состояния с учетом ГОСТ 26656-85 и вариантов решений по приспособленности к диагностированию.

2. Разработанные экспериментальные образцы счётчиков-индикаторов позволяют получать исходные данные для повышения параметров надежности, определения и прогнозирования потребности в резервировании запасных частей, корректировать их нормы расхода с учетом особенностей эксплуатации путем контроля работы отдельных агрегатов и сравнения с заявленным ресурсом.

3. При разработке и выпуске новой продукции или модернизации в сельхозмашиностроении необходим комплексный подход для обеспечения сельхозтоваропроизводителей возможностью использования современных агротехнологий для земледельческих агрегатов и современных средств мониторинга за текущим техническим состоянием отдельных узлов и агрегатов энергонасыщенных тракторов в режиме online.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 02.07.2021 № 297-ФЗ «О самоходных машинах и других видах техники» [Электронный ресурс]. URL: <http://ips.pravo.gov.ru:8080/default.aspx?pn=0001202107020007> (дата обращения: 01.12.2021).

2. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Самсонов В.А. Приоритетные направления научно-технического развития отечественного машиностроения // Техника и оборудование для села. 2021. № 2. С. 2-7.

3. Шарипов В.М., Измайлов А.Ю., Дорохов А.С. [и др.]. К вопросу создания отечественного гусеничного трактора для современного сельскохозяйственного производства // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 2. С. 17-25.

4. РТМ 70.0001-246-84. Руководящий технический материал. Критерии предельного состояния тракторов и их составных частей. М.: ГОСНИТИ, 1985. 12 с.

5. ГОСТ 27388-87 Эксплуатационные документы сельскохозяйственной техники. М.: Филиал ИПУ Изд-во стандартов, 2003. 25 с.

6. ГОСТ 20793-2009 Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2011. 19 с.

7. ГОСТ 27.003-2016 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надёжности. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2011. 19 с.

8. ГОСТ 26656-85 Техническая диагностика. Контролепригодность. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2009. 9 с.

9. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве / Под ред. Черепанова С.С. М.: ГОСНИТИ, 1985. 143 с.

10. ООО «Восточная Техника» (ВТ) – официальный дилер компании Caterpillar® в России [Электронный ресурс]. URL: https://www.vost-tech.ru/servis_i_podderzhka/remont_komponentov/ (дата обращения: 01.12.2021).

11. Яшура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: справочник. М.: НЦ ЭНАС, 2006. 360 с.

12. Черноиванов В.И. Новые тенденции на рынке услуг технического сервиса в АПК Российской Федерации // Вестник ЧГАУ. 1998. № 23. С. 5-9.

13. Дидманидзе О.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов // Техника и оборудование для села. 2020. № 11(281). С. 39-43.

14. ГОСТ 2.602 2013 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014. 20 с.

15. Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002. 28 с.

16. Дорохов А.С. Бесконтактный контроль качества запасных частей сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. № 2(41). С. 73-75.

17. ГОСТ Р 51901.12-2007 Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. М.: Стандартинформ, 2008. 40 с.

18. Ианюков Д.И., Панюкова Е.В. Предварительное исследование объекта анализа в рамках метода FMEA // Инновационная наука. 2015. № 11-2. С. 103-108.

19. Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Молибозенко К.К. и др. Счетчики-индикаторы для оценки и контроля состояния, уровня использования узлов и агрегатов // С.-х. техника: обслуживание и ремонт. 2021. № 1. С. 34-40.

20. Петрищев Н.А., Костомыхин М.Н., Саяпин А.С. и др. Оперативная оценка предельного состояния узлов и агрегатов с применением счетчиков-индикаторов // Технический сервис машин. 2021. № 3 (144). С. 12-21.

Increasing the Level of Maintenance of Energy-saturated Equipment

Yu.V. Kataev, M.N. Kostomakhin, N.A. Petrishchev, A.S. Sayapin, K.K. Molibozhenko (VIM)

Summary. An analysis is given and proposals are presented to increase the level of maintenance during the implementation of Federal Law No. 297-FZ by improving the testability and adaptability to diagnosing resource-determining units of domestic energy-saturated equipment.

Keywords: counter-indicator, energy-saturated equipment, modernization, testability, suitability for diagnostics.

УДК 631.3:005.336.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-32-35

Исследование мероприятий по обеспечению качества автотранспортных средств

В.А. Комаров,

д-р техн. наук, проф.,
komarov.v.a2010@mail.ru

М.И. Курашкин,

аспирант,

И.В. Якушев,

аспирант

(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

Аннотация. Рассмотрены нормативные требования по экономике качества автотранспортных средств, учитывающие международный опыт. Представлена зависимость полных затрат на повышение качества от интенсивности работ и осведомленности об уровне качества, а также количества рекламаций. Приведены результаты исследований по динамике потерь от брака по автосамосвалам и прицепах.

Ключевые слова: нормативные требования, интенсивность работ по качеству, уровень качества, количество рекламаций, потери от брака.

Постановка проблемы

Обеспечение качества продукции является одним из главных условий ее успешной реализации. При этом автомобильные компании несут дополнительные издержки на устранение и исправление брака [1, 2]. Поэтому фирмы-изготовители машин постоянно проводят совершенствование системы контроля качества готовых изделий с целью сокращения потерь от него. Контроль и анализ затрат от неисправимого брака машин позволяет определить пути первоочередной модернизации технологических процессов на производственных участках [3, 4].

Как показали исследования, детальный учет последствий брака в машинах осуществляют в большинстве случаев только крупные компании,

активно внедряющие современные методы менеджмента качества [5-7].

Эффективность производственной деятельности предприятий можно значительно повысить путем снижения затрат на устранение последствий брака продукции. Поэтому с целью контроля появления брака и своевременного его устранения необходима децентрализация предотвращения причин его возникновения по конкретным рабочим местам и производственным участкам. В данном случае легко устанавливаются виновные, допустившие по каким-либо причинам брак продукции.

Для уменьшения издержек в результате выявления брака продукции необходимо обеспечить:

- контроль качества машин, узлов и систем на всех этапах изготовления изделий и строгое соблюдение режимов технологических процессов на каждом рабочем месте;
- внедрение системы электронного документооборота по всем технологическим операциям;
- установление достоверных причин возникновения брака и конкретных виновников на производственных рабочих местах;
- анализ издержек на устранение последствий брака продукции;
- определение затрат, связанных с браком изделий по производственным участкам и цехам предприятия;
- проведение мероприятий по сокращению потерь от брака машин, узлов и систем.

Цель исследований – повышение осведомленности об уровне качества и снижение количества рекламаций на автотранспортные средства, непосредственно влияющих на потери от брака в условиях реального производства.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на примере производства автотранспортных средств малой и средней грузоподъемности для АПК в условиях Саранского завода автосамосвалов (АО «САЗ»). Основными видами документов, фиксирующих брак продукции, являются наряд, маршрутная карта, сменное задание или рапорт. Оформление по каждому производственному случаю акта о выявлении брака продукции нецелесообразно. На основании маршрутных карт по каждому производственному участку и цеху должен быть сформирован отчет «Аналитика по исправимому браку» [8, 9]. При этом устанавливается производственный персонал (цех, бригада и т.д.), осуществляющий технологические операции в соответствии с техническими требованиями и сдающий изделия с первого предъявления. Это позволяет избежать необоснованных штрафов за несоблюдение показателей качества [10, 11].

Акт о выявлении брака продукции должен выполнять функции первичной учетной документации и формализованного накопления сведений о причинах, способах устранения и мероприятиях по предотвращению брака в машинах, узлах и системах [12-14]. При этом величина возмещения ущерба, причиненного работодателю вследствие возникновения брака продукции, определяется федеральным законодательством в соответствии со ст. 241 Трудового кодекса Российской Федерации (в пределах среднемесячной заработной платы виновника) [15].

На основании маршрутных карт и актов о выявлении брака в формали-

зованном режиме при подетальном и пооперационном анализе формируются аналитические данные по браку изделия. При этом контроль выявления, перемещения и списания бракованных изделий осуществляется с помощью оборотной ведомости на основании акта о браке. Урегулирование ситуации по факту выявления бракованной продукции отображается в графе «Списание брака».

Обработка актов о выявлении брака осуществляется для получения структурированной информации по причинам его возникновения. Для решения данной задачи формируется сводная ведомость. Данная аналитическая информация является основой определения причин брака продукции в производственных участках и цехах. Она позволяет классифицировать брак в соответствии с видами и категориями, рабочими местами возникновения, операционными и технологическими причинами его выявления. Построение аналитического отчета основывается на кодировании причин возникновения брака в машинах, узлах и системах. Эти сведения являются основополагающим документом для выработки комплекса мероприятий профильными специалистами отделов технического контроля и главного технолога.

В условиях реального производственного процесса трудно определить полный перечень причин возникновения брака. При этом сводная ведомость с указанием данных причин устанавливает наиболее эффективные направления производственной деятельности и позволяет своевременно получать результаты совершенствования операций и технологических процессов изготовления машин.

Комплекс мероприятий для обеспечения заданного уровня качества изделия разрабатывается комиссией по качеству. Это могут быть закупки высококачественных материалов для изготовления деталей; совершенствование входного контроля приобретаемых по кооперации компонентов и комплектующих; установка на производственных участках современного технологического оборудования;

разработка новых технологических процессов; совершенствование технических требований; установление оптимальных режимов производства; повышение уровня профессионализма и формирование систем мотивации производственного персонала.

Предлагаемый порядок работы с бракованными изделиями автоматизирует процедуру комплексного накопления и продолжительного хранения данных; повышает качество формирования первичных материалов по учету издержек, включающих в себя затраты на устранение последствий несоответствий изделий нормативным требованиям; обеспечивает получение аналитической информации по способам устранения причин брака в производственных условиях на основе реализации системы менеджмента качества, что позволяет разработать комплекс профилактических мероприятий по снижению потерь от выявления бракованной продукции.

Результаты исследований и обсуждение

Дополнительные издержки на действия, предупреждающие появление брака в условиях АО «САЗ», позволили снизить затраты, возникающие вследствие обнаружения внутренних и внешних отказов. Кроме того, сокращение количества рекламаций повысило спрос и конкурентоспособность автотранспортных средств на рынке. Значительное снижение полных затрат на повышение качества достигнуто в результате усиления интенсивности работ по его улучшению и роста осведомленности о текущем уровне качества автотранспортных средств и их составляющих. При этом значительно уменьшилось количество внутренних и внешних отказов и рекламаций.

Рост осведомленности об издержках на улучшение качества привел к увеличению объема работ по оценке его показателей у автотранспортных средств. Оценка и анализ качества позволили установить характерные причины – сборочные единицы и узлы, в которые необходимо внести изменения с целью повышения надежности конструкции или характе-

ристик технологического процесса изготовления. Также в условиях АО «САЗ» были увеличены издержки на предупреждение внутренних и внешних отказов и рекламаций. В итоге предупреждающие мероприятия повысили уровень качества автотранспортных средств. Соотношение издержек на оценку показателей качества и устранение последствий отказов изменилось и полные затраты на повышение качества снизились. При этом проведен анализ совокупности всех затрат, который позволил оптимизировать перечень мероприятий, направленных на повышение показателей качества автотранспортных средств, и определить объем работ в наиболее экономически эффективных направлениях.

В результате проведенных исследований и с учетом положений нормативных документов [2, 3] получена схема поверхности отклика полных затрат на повышение качества автотранспортных средств от интенсивности работ по его улучшению, осведомленности о предполагаемом уровне качества, количества внутренних и внешних отказов и рекламаций на производимую машиностроительную продукцию (рис. 1).

Исследования изменения потерь от брака по автосамосвалам и автомобильным прицепах в условиях АО «САЗ» проводились в 2018-2019 гг. Суммарные потери от брака (суммарные помесечные фактические технологические потери от брака – Факт/ТП) по автосамосвалам ГАЗ-САЗ-3507 превысили помесечный целевой показатель (суммарные помесечные предельно допускаемые потери от брака – ГБ), равный 34 тыс. руб., в четвертом квартале 2018 г. на 4,1% (35,4 тыс. руб.) – рис. 2.

При этом потери от брака (помесечные фактические технологические потери от брака на один автосамосвал – Факт/ТП) по автосамосвалам ГАЗ-САЗ-3507 в 2018-2019 гг. составляли 53-1615 руб. и практически весь период (кроме мая 2019 г.) превышали целевой показатель (помесечные предельно допускаемые потери от брака на один автосамосвал – ГБ), равный 234 руб. (рис. 3).

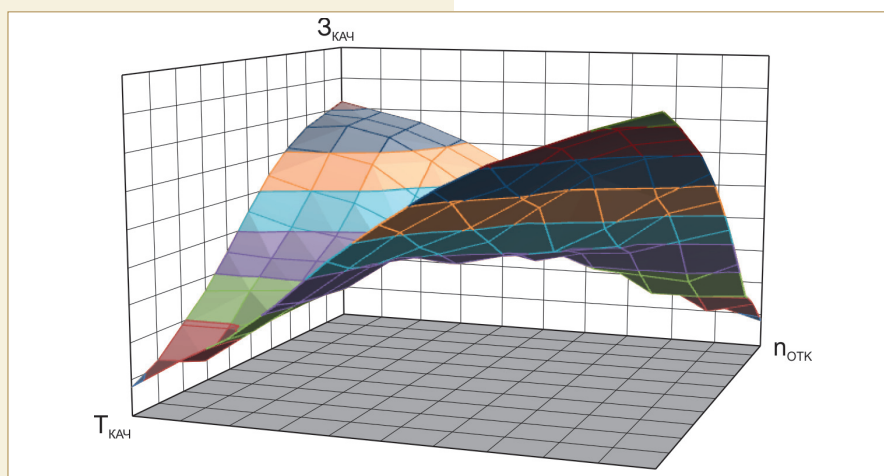


Рис. 1. Схема поверхности отклика полных затрат на повышение качества изделия $Z_{\text{КАЧ}}$ в зависимости от интенсивности работ по улучшению качества (осведомленности об уровне качества) $T_{\text{КАЧ}}$ и количества внутренних и внешних отказов и рекламаций $n_{\text{ОТК}}$

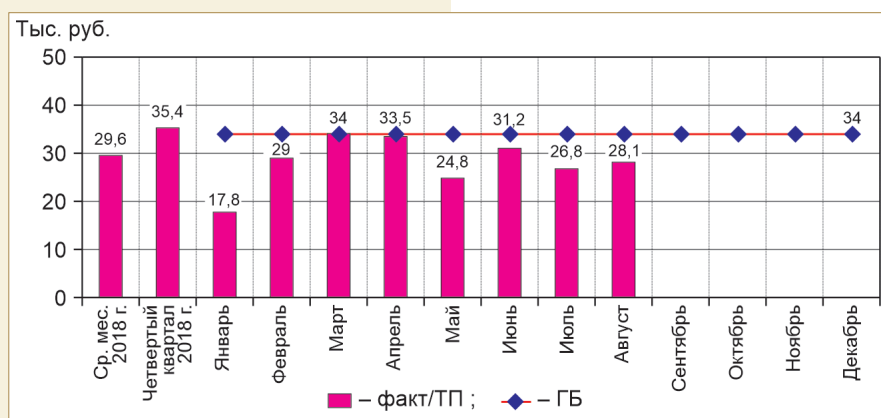


Рис. 2. Динамика суммарных потерь от брака по автосамосвалам ГАЗ-САЗ-3507 в 2018-2019 гг., тыс. руб.

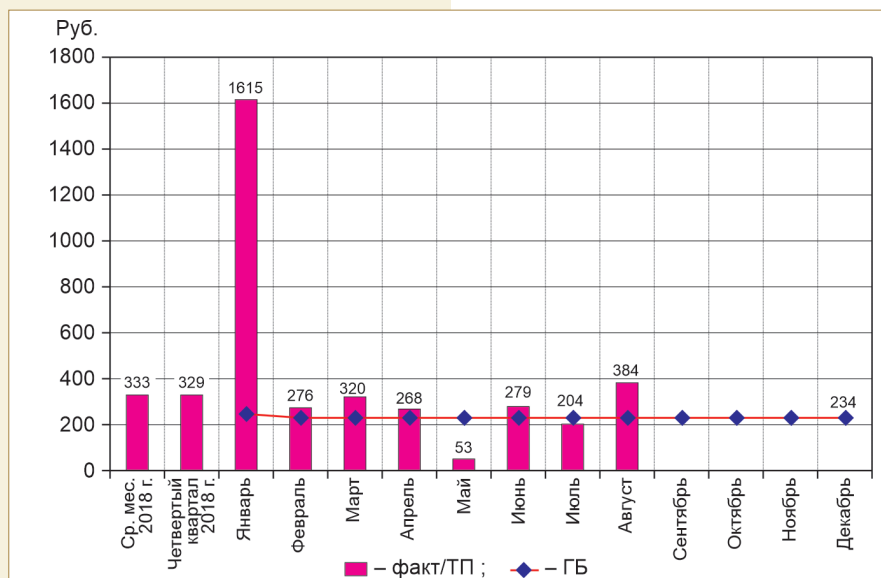


Рис. 3. Динамика потерь от брака на один автосамосвал ГАЗ-САЗ-3507 в 2018-2019 гг., руб.

По данному показателю критическим являлся январь 2019 г. Фактические потери на один автосамосвал ГАЗ-САЗ-3507 составили 1615 руб., что в 6,9 раза превысило установленный целевой показатель.

По автомобильным прицепам марки САЗ-83172 также имелись критические единичные всплески потерь от брака. Так, в мае 2019 г. суммарные ежемесячные фактические технологические потери от брака прицепов составили 19,69 тыс. руб. Это более чем в 9,5 раза превышает установленный в АО «САЗ» целевой показатель (суммарные ежемесячные предельно допускаемые потери от брака), равный 2,05 тыс. руб. Ежемесячные фактические технологические потери от брака на один автомобильный прицеп марки САЗ-83172 в мае 2019 г. составили 38,3 руб., что более чем в 7,5 раза превышает ежемесячные предельно допускаемые потери от брака, равные 5 руб.

Результаты выполнения целевых показателей в АО «САЗ» в области качества

Показатели	Цель	Факт	
		2019 г.	2018 г.
Качество в гарантии (принятых рекламаций к гарантийному парку), %	0,118	0,110	0,070
Сдача продукции с первого предъявления (FTC), %:			
автосамосвалы	73	80,9	83,1
прицепы	77	87,4	85,8
Соблюдение стандартов CSA, баллы:			
автосамосвалы	400	355	395
прицепы	320	0	0
Потери прямого схода (среднее количество дефектов на единицу продукции) (DRL), шт.:			
автосамосвалы	0,27	0,19	0,17
прицепы	0,23	0,13	0,14
Оценка оперативной системы качества, баллы	30,6	30,6	15,3
Возмещение затрат от поставщиков, %	100	0	0
Потери от внутреннего брака (к себестоимости), %	0,008	0,005	0,004

Основные результаты выполнения целевых заданий АО «САЗ» в 2018-2019 гг. в области повышения качества выпускаемой продукции приведены в таблице. За указанный период по ряду показателей в области качества произошло улучшение (сдача прицепов с первого предъявления, соблюдение стандартов Канадской ассоциации качества (CSA) по автосамосвалам, среднее количество дефектов на один прицеп и др.).

При этом по отдельным показателям качества наблюдается ухудшение (количество принятых рекламаций к гарантийному парку, сдача автосамосвалов с первого предъявления, среднее количество дефектов на один автосамосвал и др.). Однако по всем показателям качества полностью выполнено установленное АО «САЗ» целевое задание на 2018-2019 гг.

Выводы

1. Получена схема поверхности отклика полных затрат, связанная с мероприятиями, направленными на повышение качества, позволяющая определить оптимальную интенсивность работ по его улучшению с учетом осведомленности о предполагаемом уровне качества автотранспортных средств и снизить количество рекламаций на производимую продукцию.

2. Динамика потерь от брака по основной производимой продукции (автосамосвалы и прицепы) в 2018-2019 гг. в условиях АО «САЗ» показала, что она в целом устойчива и не превышает установленных предельно допускаемых показателей в области качества. Однако имеются единичные (один месяц) отклонения, превышающие целевые показатели в области качества в несколько раз.

3. Анализ результатов выполнения целевых показателей в области качества (в условиях АО «САЗ») за период 2018-2019 гг. свидетельствует о недостаточно системной работе по учету весомости отдельных факторов, обеспечивающих стабильное повышение уровня качества авторанспортных средств.

Список

использованных источников

1. ГОСТ 4.401-88 Система показателей качества продукции (СПКП). Автомобили грузовые. Номенклатура показателей [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200010520> (дата обращения: 23.10.2021).
2. BS 6143.2-1992 Guide to the economics of quality. Part 2: The prevention, appraisal and failure model [Электронный ресурс]. URL: <http://regcons.ru/doc/BS%206143%201992.doc> (дата обращения: 28.10.2021).
3. ГОСТ Р 52380.2-2005 Руководство по экономике качества. Часть 2. Модель предупреждения, оценки и отказов [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200041159> (дата обращения: 23.10.2021).
4. ГОСТ Р 58197-2018 Порядок проведения экспертизы качества автотранспортных средств. Общие требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200160180> (дата обращения: 21.10.2021).
5. **Дорохов А.С.** Эффективность оценки качества сельскохозяйственной техники и запасных частей // Вестник МГАУ им. В.П. Горячкина. 2015. № 1. С. 31-35.
6. **Козловский В.Н., Клентак А.С., Благовещенский Д.И.** Организация производства при решении проблем качества в процессе проектирования новых автомобилей // Известия Самарского научного центра РАН. 2020. Т. 22. № 2. С. 67-74.
7. **Гарина Е.П., Гарин А.П.** Использование современных методов управления качеством для повышения результативности производства сложного продукта // Вестник НГИЭИ. 2017. № 11. С. 111-119.
8. **Тезикова Н.В.** Основные подходы к повышению качества машиностроительной продукции в инновационной экономике // Экономика и предпринимательство. 2018. № 12. С. 1023-1028.
9. **Комаров В.А., Курашкин М.И.** Исследование отказов погрузчиков в гарантийный период // Техника и оборудование для села. 2019. № 2. С. 37-41.
10. **Комаров В.А., Курашкин М.И.** Исследование отказов комбайнов «ACROS 595» в гарантийный период // Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 38-39.

11. **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.

12. **Комаров В.А., Салмин В.В., Курашкин М.И.** Исследование генеральных планов предприятий технического сервиса в агропромышленном комплексе // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 4. С. 560-577.

13. **Комаров В.А., Нуянзин Е.А., Власкина О.Н.** Технологии профессиональной ориентации обучающихся для формирования кадров в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. 2020. № 3. С. 2-5.

14. Formation of professional competencies in agro-engineering areas of training in National Research University / V.A. Komarov [et al.] // International Journal of Management. 2020. Vol. 11, Issue.9. Pp. 336-344.

15. Трудовой кодекс российской Федерации (с изменениями на 24 апреля 2020 г.). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 02.11.2021).

Study of Measures to Ensure the Quality of Motor Vehicles

V.A. Komarov,
M.I. Kurashkin,
I.V. Yakushev

(National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev)

Summary. The regulatory requirements for the economics of the quality of vehicles, taking into account international experience, are considered. The dependence of the total cost of quality improvement on the intensity of work and awareness of the quality level, as well as the number of complaints is presented. The results of studies on the dynamics of losses from defects in dump trucks and trailers are presented.

Keywords: regulatory requirements, intensity of work on quality, quality level, number of complaints, losses from defects.

УДК 621.362

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-36-38

Электрическое устройство для поддержания микроклимата в пчелином улье

С.Н. Борычев,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
89066486088@mail.ru

Д.Е. Каширин,

д-р техн. наук, доц.,
зав. кафедрой,
kadm76@mail.ru

А.А. Симдянкин,

д-р техн. наук, проф.,
seun2006@mail.ru

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
ivan.uspenskiy@yandex.ru

И.А. Юхин,

д-р техн. наук, доц.,
зав. кафедрой,
yuival@rambler.ru
(ФГБОУ ВО «РГТУ
имени П.А. Костычева»)

Аннотация. Определена зависимость расхода корма пчелиной семьей от температуры; описано устройство для поддержания оптимальной температуры внутри улья, обоснованы энергетические параметры данного устройства.

Ключевые слова: пчелиный улей, микроклимат, нагрев, охлаждение, температура, мощность.

Постановка проблемы

Мед и перга необходимы пчелам для поддержания жизнедеятельности семьи, обеспечения требуемого температурного режима ее функционирования [1]. Продуктивность пчелиной семьи, количество собственного потребления меда зависят от условий ее обитания, в том числе климатических [2]. Возможность повлиять на данные показатели путем внедрения электрифицированных средств искусственного поддержания микроклимата в улье изучена недостаточно

и представляется перспективным направлением исследований в пчеловодстве [3].

С практической точки зрения принудительный обогрев улья с использованием электроэнергии создает благоприятные предпосылки для развития расплода, усиления роя во время медосбора, поддержания оптимального температурного режима матки во время кладки яиц [4]. Помимо данного косвенного влияния добавочного тепла на повышение продуктивности пчелосемьи, увеличение продукции обусловлено сокращением потребления пчелами собранного меда для обеспечения энергетических потребностей при низких температурах окружающей среды. Так, по данным исследований, проведенных на пасеках ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», принудительное поддержание оптимального микроклимата в пчелином гнезде позволяет усилить пчелиную семью на 37%, повысить расплод и получить сезонную экономию меда до 16 кг на улей [5].

Очевидно, что к системе дополнительного электрического обогрева пчелиных ульев, помимо общих требований электробезопасности, должны предъявляться дополнительные специфические требования:

- строгая зависимость количества подводимого тепла от температуры воздуха вокруг гнезда, поддерживаемой пчелами в естественных условиях;

- отсутствие резких колебаний температуры воздуха вокруг гнезда, связанных с включением и отключением нагревательного элемента и вентилирующего устройства;

- поддержание необходимой влажности воздуха в улье путем применения поилок-увлажнителей или подобных приспособлений [6].

Цель исследования – определение влияния температурных условий на расход меда пчелиной семьей и обоснование параметров предлагаемого электрического устройства обогрева и вентиляции улья.

Материалы и методы исследования

Предлагаемое устройство по поддержанию микроклимата, схема которого представлена на рис. 1, состоит из нагревательного элемента R1, вентилирующего устройства R2, температурного датчика T, программируемого реле (контроллера) REL и контрольных индикаторов HL1 и HL2.

Исполнительные части схемы – нагреватель R1 и вентилятор R2 работают в режиме периодического (кратковременного) включения, задаваемого в программе контроллера F4. При этом рабочая температура

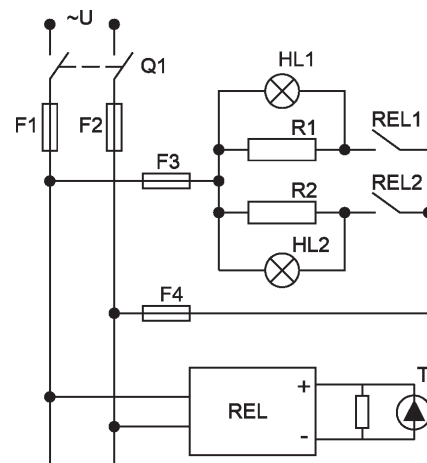


Рис. 1. Схема устройства для поддержания микроклимата в улье

нагревателя должна быть не более 50 °С [7]. Устройство располагают в донной части улья под рамками, при этом необходимо предусмотреть место для поилки-увлажнителя.

Определение количества теплоты Q_1 , ккал/ч, требуемой для нагрева воздуха в улье, а также теплоты Q_2 , ккал/ч, необходимой на восполнение затрат на теплоотдачу, производится по методике, предложенной Г.Ф. Платоновым:

$$Q_1 = \gamma_B \cdot C_B \cdot V \cdot (T_o - T_{min}); \quad (1)$$

$$Q_2 = 1,2 \cdot S \cdot k \cdot (T_o - T_{нар}),$$

где γ_B – удельная масса воздуха, кг/м³;

C_B – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·град);

V – внутренний объем улья, м³;

S – площадь поверхности теплоотдачи, м²;

k – коэффициент теплоотдачи стенок улья, ккал/(ч · м² · °К);

T_o – поддерживаемая оптимальная температура вблизи гнезда, °С;

T_{min} – температура установки (нагревателя или вентилятора), °С;

$T_{нар}$ – температура наружного воздуха, °С.

В исследовании по определению расхода корма пчелиной семьей G , г за 2 ч [8], в зависимости от температуры наружного воздуха T , °С, было получено следующее эмпирическое уравнение:

$$G(T) = 90,11 - 14,33 \cdot T + 1,02 \cdot T^2 - 0,034 \cdot T^3 + 4,37 \cdot T^4. \quad (2)$$

Уравнение (2) представлено графически на рис. 2. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,982$.

Из представленной зависимости (см. рис. 2) следует, что минимум расхода корма приходится на диапазон температур внутри улья вблизи гнезда 20-27 °С. При этом в ядре самого гнезда пчелами поддерживается наиболее оптимальная для них температура – 33-35 °С. При пониженных температурах пчелам требуется дополнительное количество корма для поддержания нормального функционирования семьи [9], выделения тепла в гнезде (потребление резко возрастает при температурах меньше +10 °С).

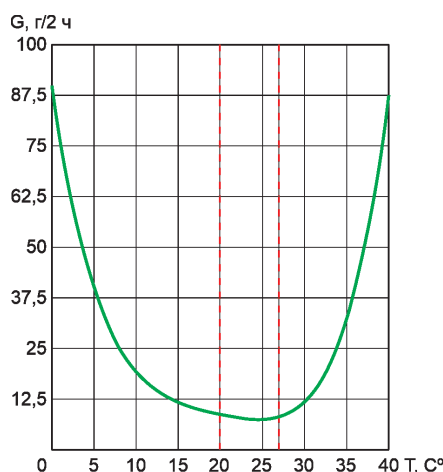


Рис. 2. Расход корма (меда) пчелиной семьей G (г за 2 ч) в зависимости от температуры T (°С) наружного воздуха для семьи массой 0,5 кг

При повышенных температурах (свыше +30 °С) дополнительное количество корма тратится на активную вентиляцию, осуществляемую пчелами для охлаждения гнезда и сушки нектара [10].

Результаты исследований и обсуждение

С учетом полученной эмпирической зависимости (2) и выражений (1) потребную мощность на поддержание микроклимата в улье можно представить в виде выражения

$$P = K \cdot (Q_1 + Q_2), \quad (3)$$

где коэффициент K предлагается определять произведением двух множителей

$$K = (0,86 \cdot 10^3)^{-1} \cdot \frac{G(T_{нар})}{G(T_o)},$$

определяемых по выражению (2) и из рис. 2, первый из которых представляет собой пересчет килокалорий в киловатты, а второй равен отношению расхода корма при заданной температуре наружного воздуха $G(T_{нар})$ к расходу при оптимальной температуре $G(T_o)$.

Зависимость требуемой для обогрева или вентиляции мощности соответствующих приборов от температуры наружного воздуха (3) при

значении оптимальной температуры в улье $T_o = +20$ °С для одно- и двухстенных ульев системы Дадана-Блатта с площадью поверхности теплоотдачи 1,5 м² и внутренним объемом 0,3 м³ приведена на рис. 3. В частности, если расчетная температура (средняя за апрель для данного климатического района) принимается равной $T_{нар} = +5$ °С, то требуемая мощность нагревательного элемента составит $P = 0,3$ кВт для одностенного улья и $P = 0,1$ кВт – для двухстенного. При июльском температурном максимуме, равном $T_{нар} = +35$ °С, соответствующие нагрузки вентилирующего устройства будут равны 0,25 и 0,08 кВт.

За весь сезон на обогрев и вентиляцию одного улья потребуется 11-14 кВт·ч электроэнергии, суммарное время работы нагревательного элемента и устройства вентиляции составит 35-135 ч в зависимости от конструкции улья и настройки режима включения. Стоимость затраченной электроэнергии по отношению к годовому эффекту от экономии меда за счет сокращения его потребления пчелами не превысит 2%. При этом не учитывается дополнительный эффект от усиления семьи и повышения расплода в результате поддержания оптимальных температурных условий.

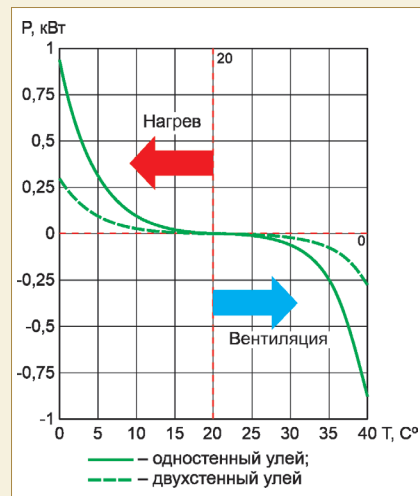


Рис. 3. Зависимость потребной мощности P (кВт) нагревательного прибора и вентилирующего устройства от наружной температуры T (°С) для одностенного и двухстенного ульев

Выводы

1. Определены результаты численного моделирования потребной мощности устройства для поддержания микроклимата в пчелином улье одно- и двухстенного исполнения.

2. При значении наружной температуры $+5^{\circ}\text{C}$ расчетная требуемая мощность нагревательного элемента для одно- и двухстенного ульев составит 0,3 и 0,1 кВт соответственно. При температуре $+35^{\circ}\text{C}$ соответствующие нагрузки вентилирующего устройства составят 0,25 и 0,08 кВт.

3. Количество электроэнергии, затрачиваемой устройством для поддержания микроклимата в пчелином улье за сезон, составит 11-14 кВт·ч, а стоимость затраченной электроэнергии не превысит 2% годового эффекта от экономии меда за счет сокращения его потребления пчелами.

Список использованных источников

1. Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Павлов В.В. К вопросу профилактики белкового голодания пчел // Современному АПК – эффективные технологии: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Ижевск: 2019. С. 69-72.

2. Cyclic convective drying of bee pollen / D.E. Kashirin [et al.] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. Т. 14. № 4. С. 916-920.

3. Каширин Д.Е., Павлов В.В., Гобелев К.Е. Обоснование параметров электронагревательной установки для пчелиных ульев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ имени П.А. Костычева. 2020. № 1 (10). С. 139-144.

4. Каширин Д.Е., Павлов В.В., Гобелев К.Е. К вопросу исследования тепловой конвекции в пчелиных ульях // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. 2020. № 1 (10). С. 144-148.

5. Исследование теплофизических свойств пчелиных сотов / Д.Н. Бышов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2019. № 4 (145). С. 146-153.

6. Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Павлов В.В. Результаты многофакторного экспериментального исследования дисперсионных свойств перги // Вестник КрасГАУ. 2017. № 2 (125). С. 115-121.

7. Пат. 2708918 РФ: МПК А01К 59/06, В03В 5/00. Установка для очистки воскового сырья: № 2018137343; заявл. 22.10.2018; опубл. 13.12.2019, бюл. № 35 / Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Павлов В.В., Петухов А.А.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ имени П.А. Костычева». 8 с.

8. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов /

А.В. Шемякин [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2021. № 9 (174). С. 192-199.

9. Исследование эффективности очистки воскового сырья в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д.Н. Бышов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2017. № 12 (135). С. 115-122.

10. Пат. 2667734 РФ: МПК А01К 59/00. Установка для извлечения и очистки перги из перговых сотов: № 2017145725; заявл. 25.12.2017; опубл. 24.09.2018, бюл. №27 / Бышов Д.Н., Каширин Д.Е., Коченов В.В., Павлов В.В., Петухов А.А.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ имени П.А. Костычева». 9 с.

Electrical Device for Maintaining the Microclimate in the Beehive

S.N. Borychev, D.E. Kashirin,
A.A. Simdyankin, I.A. Uspenskiy,
I.A. Yukhin,

(Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev)

Summary. The dependence of food consumption by a bee colony on temperature was determined; a device for maintaining the optimum temperature inside the hive is described, and the energy parameters of this device are substantiated.

Keywords: beehive, microclimate, heating, cooling, temperature, power.

Реферат

Цель исследований – определение влияния температурных условий на расход меда пчелиной семьей и обоснование параметров предлагаемого электрического устройства обогрева и вентиляции улья.

Продуктивность пчелиной семьи и количество потребления меда пчелами зависят от условий обитания, в том числе климатических факторов. Возможность повлиять на температуру внутри улья путем внедрения электрифицированных средств искусственного поддержания микроклимата изучена недостаточно и является перспективным направлением исследований в пчеловодстве. По данным опытов, проведенных на пасеках, принудительное поддержание оптимального микроклимата в пчелином гнезде позволило усилить пчелиную семью на 37%, повысить расплод и получить сезонную экономию меда до 16 кг на улей.

На основе исследований по определению расхода корма пчелиной семьей в зависимости от температуры наружного воздуха было получено эмпирическое уравнение и выведена зависимость для расчета потребной мощности устройства, поддерживающего микроклимат в улье. Определены результаты численного моделирования потребной мощности устройства для поддержания микроклимата в пчелином улье одно- и двухстенного исполнения. При наружной температуре $+5^{\circ}\text{C}$ расчетная требуемая мощность нагревательного элемента для одно- и двухстенного ульев составит 0,3 кВт и 0,1 кВт соответственно, а при $+35^{\circ}\text{C}$ соответствующие нагрузки на вентилирующее устройство составят 0,25 и 0,08 кВт, суммарное время работы нагревательного элемента и устройства вентиляции – от 35 до 135 ч в зависимости от конструкции улья и настройки режима включения. Количество электроэнергии, затрачиваемой устройством для поддержания микроклимата в пчелином улье за сезон, составит 11-14 кВт·ч, а стоимость затраченной электроэнергии не превысит 2% годового эффекта от экономии меда за счет сокращения его потребления пчелами. При этом не учитывается дополнительный эффект от усиления семьи и повышения расплода в результате поддержания оптимальных температурных условий.

Abstract

The purpose of the research is to determine the effect of temperature conditions on the consumption of honey by a bee colony and to substantiate the parameters of the proposed electrical device for heating and ventilation of the hive.

The productivity of a bee colony and the amount of honey consumption by bees depend on habitat conditions, including climatic factors. The ability to influence the temperature inside the hive by introducing electrified means of artificial microclimate maintenance has not been studied enough and is a promising area of research in beekeeping. According to experiments conducted in apiaries, the forced maintenance of the optimal microclimate in the bee nest made it possible to strengthen the bee colony by 37%, increase the brood and get seasonal savings of honey up to 16 kg per hive.

On the basis of studies to determine the feed consumption of a bee colony, depending on the outdoor temperature, an empirical equation was obtained and a relationship was derived to calculate the required power of a device that maintains the microclimate in the hive. The results of numerical modeling of the required power of the device for maintaining the microclimate in a bee hive of single- and double-wall execution are determined. At an outside temperature of $+5^{\circ}\text{C}$, the calculated required power of the heating element for single- and double-walled hives will be 0.3 kW and 0.1 kW, respectively, and at $+35^{\circ}\text{C}$, the corresponding loads on the ventilation device will be 0.25 and 0.08 kW, the total operating time of the heating element and the ventilation device is from 35 to 135 hours, depending on the design of the hive and the setting of the switching mode. The amount of electricity consumed by the device to maintain the microclimate in the bee hive per season will be 11-14 kWh, and the cost of electricity consumed will not exceed 2% of the annual effect of saving honey by reducing its consumption by bees. This does not take into account the additional effect of strengthening the colony and increasing the brood as a result of maintaining optimal temperature conditions.

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2022



22-24 ИЮНЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 55, 57



СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



INTERNATIONAL FEED INDUSTRY
FEDERATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



АССОЦИАЦИЯ
«РОСРЫБХОЗ»



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



СОЮЗРОССАХАР



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБИОПРОМ»



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВодов
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ
СВИНОВОДОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА «ЭКСПОХЛЕБ»



ТЕЛ.: (495) 755-50-35, 755-50-38
E-MAIL: INFO@EXPOKHLEB.COM
WWW.MVC-EXPOHLEB.RU



УДК 621.384.4

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-40-43

Использование цифровых технологий для эффективного управления электротехнологическими облучательными установками

Н.П. Кондратьева,

д-р техн. наук, проф.

(ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»);

Ю.Х. Шогенов,

чл.-корр. РАН,

д-р техн. наук (РАН);

Б.Г. Зиганшин,

д-р техн. наук, проф., проф. РАН

(ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»);

Р.З. Ахатов,

аспирант

(ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»)

Аннотация. Приведены результаты опытов по облучению семян сосны и ели разными дозами ультрафиолетового излучения. Коррекция дозы выполнялась автоматизированной системой с цифровым датчиком VEML6070 от Vishay Semiconductors. Датчик (фотодиод, усилители, аналоговые, цифровые элементы) регистрирует спектр УФ-излучения в диапазоне длин волн 300-380 нм. Эксперименты показали, что УФ-облучение продолжительностью 10 мин оказалось наиболее эффективным для грунтовой всхожести при подготовке семян сосны и ели к посеву.

Ключевые слова: цифровые датчики ультрафиолетового излучения, предпосевная обработка семян.

Постановка проблемы

По всему миру крупные города нуждаются в оздоровлении (очищении) воздуха. Источниками загрязнения являются промышленные предприятия, огромное количество автомобилей, выделяющих выхлопные газы, и другие продукты жизнедеятельности людей. Поэтому необходимо озеленять улицы, балконы, дворы жилых домов, административных зданий и т.д. [1-3]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), озеленение площадью 50 м² обеспечивает здоровое существование одного человека в городе. [1-3]. По данным Управления статистики Госплана РСФСР, необходимый минимум зеленой площади для городов должен быть не менее 20 м² на человека. Растения благодаря наличию хлорофилла вырабатывают на свету кислород (O₂) и поглощают из атмосферного воздуха углекислый газ (CO₂). Например, 1 га зеленых насаждений за 1 ч поглощает 8 л CO₂, а 200 человек выдыхают за то же время это же количество

CO₂. Для нормального существования одному человеку необходимо в год 400 кг O₂, которые выделяет за лето 0,1-0,3 га леса. На рис. 1 приведено сравнение по выработке O₂ некоторыми растениями.

Исследования показали, что зеленая растительность поглощает из воздуха и связывает 50-60% токсичных газов. Фитонциды, выделяемые растениями, активно обеззараживают воздух, а отрицательно заряженные ионы очень полезны для человека. Активно обогащают воздух ионами ель, туя, дуб, лиственница, тополь, смешанные хвойно-лиственные леса. К условиям выращивания в городской среде более устойчивы листопадные растения. Это объясняется тем, что они периодически избавляются от листвы, а значит, и от поглощенных загрязнителей. Вместе с этим именно хвойные растения более интенсивно очищают воздух, поэтому задача выращивания качественного посадочного материала для озеленения городов хвойными культурами является актуальной.

Качество посадочного материала во многом определяется классом качества семян. Исследования показали, что класс качества семян можно поднять, используя энергоэффективный и экологически чистый способ – ультрафиолетовое облучение перед посевом [4-6]. При этом для семян конкретной культуры необходимо поддерживать требуемую дозу ультрафиолетового облучения [7-9], коррекция которой позволяет эффективно использовать электрическую энергию и получить максимальную всхожесть семян [10-12]. Некоторые ученые использовали эффект синергизма при обработке семян [13-15]. Однако в анализируемых работах проблема автоматического регулирования и поддержания

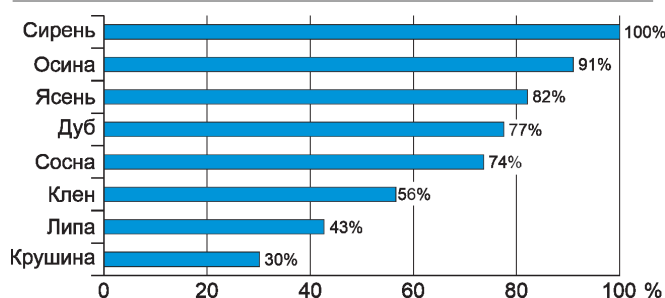


Рис. 1. Сравнительная выработка O₂ некоторыми растениями, %

требуемой дозы УФ-облучения остается нерешенной. Поэтому поддержание необходимой эффективной дозы УФ-облучения путем рационального управления электро-технологическими ультрафиолетовыми облучательными установками с использованием цифровых технологий является актуальной и экологически обоснованной задачей.

Цель исследований – разработка малоэнергоёмких цифровых систем для эффективного управления электро-технологическими УФ-облучательными установками и выращивания качественного посадочного материала для озеленения городских территорий.

Материалы и методы исследования

Простым и удобным вариантом для измерения дозы УФ-излучения является использование цифрового оптического датчика VEML6070 от Vishay Semiconductors. Датчик регистрирует спектр УФ-излучения длин волн 300-380 нм, что соответствует типу УФА (UVA). Оптический датчик VEML6070 обладает отличной температурной компенсацией и позволяет проводить настройку частоты обновления, которая не требует наличия внешнего тактирующего устройства. Датчик имеет линейную чувствительность к солнечному ультрафиолетовому излучению и легко регулируется внешним резистором. Предусмотрен программный режим выключения, который снижает потребляемую мощность менее 1 мкА.

Датчик является цифровым устройством, включает в себя фотодиод, усилители, аналоговые и цифровые элементы [16] на одном чипе (рис. 2). Поставляется в очень маленьком корпусе (2,35×1,8×1 мм).

Настройка и считывание данных с датчика VEML6070 выполняются с помощью трех регистров интерфейса I²C: 0×70, 0×71 и 0×73. С помощью регистра 0×70 можно выполнить настройку датчика, для этого используются биты IT. Регистры 0×71 и 0×73 могут работать только в режиме чтения и передавать 16-битные значения интенсивности УФ-излучения.

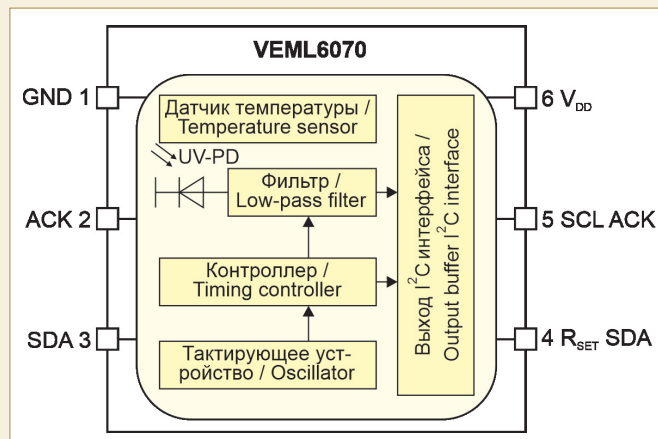


Рис. 2. Блок-схема УФ-датчика VEML6070:

выводы микросхемы:

V_{DD} и GND – подключение источника питания 2,7-5,5 В;

SCL, SDA – контакты интерфейса I²C;

R_{set} – изменение чувствительности датчика в зависимости от значения резистора (270 кОм, 540 кОм или 1 МОм)

В зависимости от выбранного резистора и значения бита IT определяется уровень УФ-излучения. Для подключения датчика ML8511 используется микроконтроллер Atmega8, а для получения данных – выводы I²C (SDA, SCL) (рис. 3 а). Значения интенсивности УФ-излучения поступают в последовательный порт. Измерения УФ-светодиода длиной волны 365 нм производились оптическим датчиком VEML6070 (рис. 3 б).

Измерение проводилось на расстоянии 5 см от поверхности, интенсивность УФ-излучения зафиксирована на уровне 300 мВт/м². Недостаток датчика – для получения целевого значения интенсивности УФ-излучения необходимо выполнять преобразования значений, получаемых с I²C-шины. К преимуществам прибора относится достаточно широкий угол чувствительности (около 60°), а также возможность измерения значений мощности и интенсивности УФ-излучения.

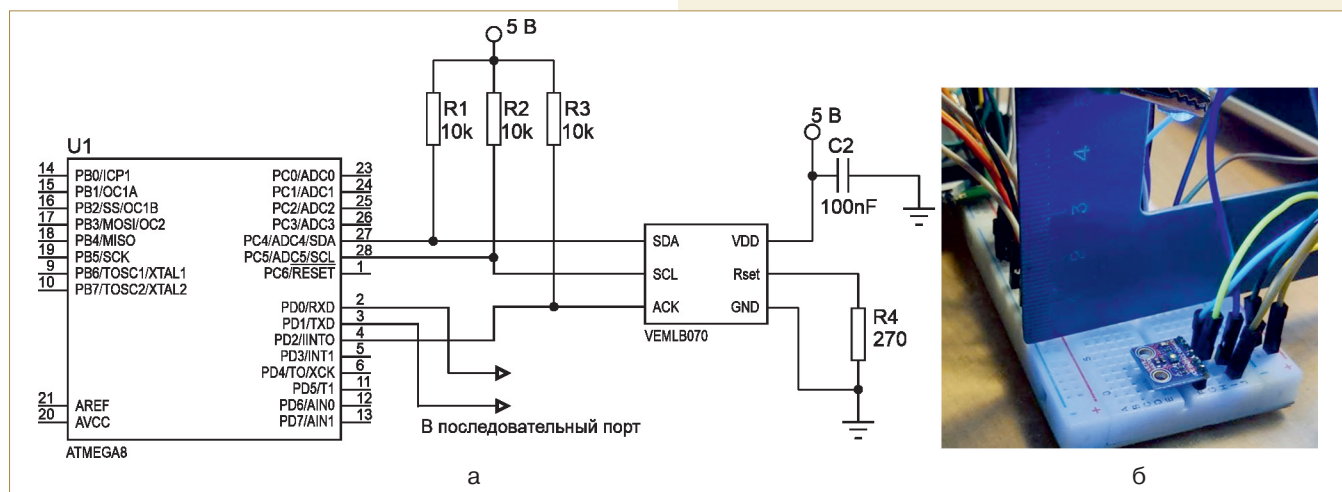


Рис. 3. Схема включения датчика VEML6070 (а) и измерение с его помощью интенсивности излучения (б)

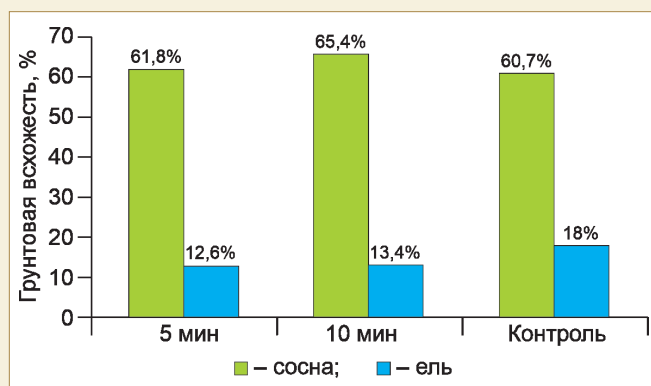


Рис. 4. Влияние дозы УФ-облучения на грунтовую всхожесть, %

Результаты исследований и обсуждение

Разработанное техническое оснащение было использовано для определения наиболее эффективной дозы УФ-излучения для подготовки семян сосны обыкновенной к посеву. Грунтовая всхожесть исследовалась на семенах сосны обыкновенной второго класса, заготовленных в 2019 г. В каждой партии было по 350 семян. Обработка результатов проводилась по методике [17]. На рис. 4 приведены результаты влияния дозы УФ-облучения семян на их грунтовую всхожесть.

Из рис. 4 видно, что облучение сосны и ели продолжительностью 10 мин оказалось самым эффективным. Выбор способа подготовки семян к посеву зависит от их класса качества, так как семена ниже первого класса качества более нуждаются в дополнительной подготовке к посеву для увеличения грунтовой всхожести.

Ультрафиолетовое облучение можно отнести к действенным физическим факторам на растительный организм, в том числе семенной материал хвойных растений. Степень поглощения и пропускания ультрафиолетового облучения организмом во многом определяется анатомическим строением семян. Семена сосны и ели хорошо проникаемы для ультрафиолетовых лучей обозначенного рабочего диапазона (300-380 нм), радиация которых может вызывать активные функциональные изменения в эндосперме и тканях зародышей семян, что, в свою очередь, может способствовать ростовым процессам и усиливать водопоглощение семян при изменениях проницаемости клеточных мембран оболочек. Вероятнее всего, при ультрафиолетовом облучении семян в указанном диапазоне реализуются оба представленных выше сценария.

Выводы

1. Исследования и проведенные опыты показали, что семена сосны и ели хорошо проникаемы для ультрафиолетовых лучей в рабочем диапазоне длин волн 300-380 нм. Радиация вызывает активные функциональные изменения в эндосперме и тканях зародышей семян, что способствует ростовым процессам и усиливает их водопоглощение при изменениях проницаемости клеточных мембран оболочек.

2. Проведенные эксперименты свидетельствуют, что предпосевная УФ-обработка ускоряет прорастание семян сосны и ели. Обработанные в течение 10 мин на УФ-установке семена показали высокую грунтовую всхожесть (соответственно 65,4 и 13,4%).

3. Использование цифровых технологий для управления электротехнологическими облучательными УФ-установками повысило их эффективность, что обеспечивалось разработанной автоматизированной системой с цифровым датчиком VEML6070 от Vishay Semiconductors.

4. Выбор времени облучения семян перед посевом зависел от их класса качества. Дополнительную грунтовую всхожесть семян класса качества ниже первого увеличивали путем предпосевной подготовки УФ-облучением при интенсивности 300 мВт/м².

Список использованных источников

1. Источник Природа мира. Электронный ресурс. URL: <https://natworld.info/nauki-o-prirode/zachem-nam-nuzhno-ozelenenie-gorodov> (дата обращения: 3 февраля 2022 г.).
2. ОСТ 56-98-93. Сеянцы и саженцы древесных и кустарниковых пород. (Технические условия). М.: Изд-во стандартов, 1994. 40 с.
3. Эколого-информационный проект. URL: http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/a6438f94-0be8-4ea2-844b-41d6b5e9f618/My_choice/projekts/eco_school/str3.htm (дата обращения: 3 февраля 2022 г.).
4. Зинзивер П.С. Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур электрическим полем импульсами (ИЭП) наносекундной длительности // Энергия будущего: в рамках рынка НТИ Энерджинет: сб. трудов науч.-практ. конф. молодых ученых электроэнергетического факультета. Ставрополь, 2021. С. 27-30.
5. Духтанова Н.В. Влияние способов подготовки семян к посеву на грунтовую всхожесть семян / Духтанова Н.В., Итешина Н.М. // Современные достижения селекции растений – производству: матер. нац. науч.-практ. конф. Ижевск, 2021. С. 107-111.
6. Нуреева Т.В. Повышение посевных качеств семян основных лесобразующих пород ультрафиолетовым облучением / Нуреева Т.В., Романов В.Ю., Петкевич А.В., Хлебников И.Н., Корепанов Д.А. // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620451, 11.03.2020. Заявка № 2020620258 от 26.02.2020.
7. Пигалин Д.И. CALCULATION OCCUPABIT SEMENTEM – Программа для расчета влияния различных способов подготовки семян к посеву / Пигалин Д.И., Корепанов Д.А. // Св-во о регистрации программы для ЭВМ RU 2017660967, 02.10.2017. Заявка № 2017617779 от 03.08.2017.
8. Патент на изобретение RU 2532043 C1. Способ предпосевной обработки семян сосны обыкновенной: № 2013121215/13: заяв. 07.05.2013: опубл. 27.10.2014 / Корепанов Д.А., Кожин Д.В., Чиркова Н.М., Дмитриев Д.А.
9. Effect of irradiation on the growth and rooting of a climbing rose in vitro / N.P. Kondrateva, R.G. Bolshin, M.G. Krasnolutsкая [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 16 апреля 2021 г. Cheboksary, 2021. P. 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012007.
10. Ovchukova S.A. Energy saving in lighting technologies of agricultural production / S. A. Ovchukova, N.P. Kondrateva,

O.Y. Kovalenko // Light & Engineering. 2021. Vol. 29. № 2. P. 21-25. DOI: 10.33383/2020-039.

11. Synergistic effect of the simultaneous exposure to ultraviolet radiation and nano-silicon preparation to increase the rate of seed germination / N.P. Kondratieva, N. Kasatkina, Zh.S. Nelyubina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 г. Cheboksary, 2020. P. 012011.

12. Irradiating set with UV diodes and microprocessor system of automatic dose control / N.P. Kondratieva, R.G. Bolshin, M.G. Krasnolutskaia // Light & Engineering. 2019. Vol. 27. № 6. P. 127-132. DOI: 10.33383/2018-058.

13. **Руденок В.А.** Эффект синергизма при подготовке семян культурных растений препаратом нанокремния с последующим УФ-облучением / В.А. Руденок, Н.П. Кондратьева // Актуальные вопросы энергетики АПК: матер. нац. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию плана ГОЭРЛО (г. Ижевск, 3-4 декабря 2020 г.). Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. С. 45-51.

14. **Кондратьева Н.П.** Повышение эффективности предпосевной обработки семян ультрафиолетом / Н.П. Кондратьева, Р.З. Ахатов // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: матер. нац. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Ижевск, 17-19 ноября 2021 г.). Ижевск: Ижевская ГСХА, 2021. С. 358-361.

15. **Якимов Н.И.** Агротехника выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта / Н.И. Якимов, Н.К. Крук, А.В. Юренин // Лесное хозяйство, природопользование

и переработка возобновляемых ресурсов / Тр. БГТУ. Сер. 1. 2018. № 1(204). С. 25-30.

16. **Шогенов А.Х., Стребков Д.С., Шогенов Ю.Х.** Аналоговая, цифровая и силовая электроника: учеб. пособ. под ред. академика РАН Д.С. Стребкова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 416 с.

17. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта // Земледелие. 2006. № 5. С. 12.

The Use of Digital Technologies for the Effective Management of Electrotechnological Irradiators

N.P. Kondratieva

(Izhevsk SAA)

Yu.Kh. Shogenov, B.G. Ziganshin

(Kazan SAU)

R.Z. Akhatov

(Izhevsk SAA)

Summary. The results of experiments on irradiation of pine and spruce seeds with different doses of ultraviolet radiation are presented. Dose adjustment was performed by an automated system with a VEM6070 digital sensor from Vishay Semiconductors. The sensor (photodiode, amplifiers, analog, digital elements) registers the spectrum of UV radiation in the wavelength range of 300-380 nm. Experiments have shown that UV irradiation with a duration of 10 minutes turned out to be the most effective for soil germination in the preparation of pine and spruce seeds for sowing.

Keywords: digital sensors of ultraviolet radiation, pre-sowing treatment of seeds.

Информация



Новый центр компетенций по птицеводству создан на Южном Урале

Южный Урал (г. Челябинск) является одним из центров по реализации подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров», входящей в состав Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.

Практически подпрограмма в регионе ведется на основе комплексного научно-технического проекта «Модернизация и развитие центра репродукции по кроссам мясных кур на базе ООО ППР «Челябинский» с целью создания нового отечественного репродуктора 1-го и 2-го порядков». Заказчиком проекта выступает компания ППР «Челябинский».

С научно-образовательной стороны партнерами компании являются ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН и подведомственный Минсельхозу России ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ».

Одной из ключевых задач в реализации проекта является организация трансфера технологий и произведенной в рамках проекта продукции. В этих целях решением Ученого совета ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ» была создана кафедра птицеводства. В центре внимания кафедры – перспективные направления бройлерного птицеводства для обеспечения практической подготовки обучающихся.

Открытие новой кафедры означает не только введение новых образовательных продуктов, но и проведение текущего ремонта профильных лабораторий, инкубатория, птичника, обеспечение поставки специализированного для птицеводства оборудования и программного обеспечения.

Для будущих и действующих специалистов региона благодаря реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы на территории Челябинской области открываются новые возможности обучения по программе высшего образования «Интенсивные технологии птицеводства» по направлению подготовки 36.04.02 Зоотехния и по программам в рамках дополнительного профессионального образования по тематике подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров», а также возможности практической подготовки и постановки научно-хозяйственных опытов на базе ФНЦ ВНИИП РАН и компании ООО ППР «Челябинский».

Образовательный процесс будет обеспечиваться современной материально-технической базой: новыми инкубаторами, клеточным оборудованием для цыплят-бройлеров, напольным оборудованием для содержания родительского стада мясной птицы, миражным столом, анализатором яйца по высоте и массе, измерителями толщины и прочности скорлупы яйца, гематологическим анализатором, спрейерами и другим необходимым оборудованием и программным обеспечением.

Новый центр компетенций по птицеводству, созданный в г. Челябинске на базе ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ», позволит задать новый вектор развития птицеводства в целом на Южном Урале и обеспечить новую точку продовольственной безопасности нашей страны.

<https://fntpc-mcx.ru/event-2022-04-18-chelyabinsk.html>

УДК 338.43+004.03

DOI: 10.33267/2072-9642-2022-4-44-48

Использование хранилищ данных в экономике и менеджменте АПК

К.В. Чернышева,

канд. экон. наук, доц.,
chernysheva@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»);

А.П. Королькова,

канд. экон. наук,
вед. науч. сотр.,
52_kar@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);

С.И. Афанасьева,

канд. экон. наук, доц.,
afanasyeva@rgau-msha.ru

Н.В. Карпузова,

канд. экон. наук, доц.,
n.karpuzova@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»)

Аннотация. Рассмотрено использование технологий электронного обмена данными между своими и внешними информационными системами в сельскохозяйственных организациях; приведены примеры применения хранилищ данных, подходы к их проектированию с использованием отечественных аналитических платформ. Предлагается интеграция хранилищ данных сельскохозяйственных организаций с Центральной информационно-аналитической системой Системы государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства (ЦИАС СГО СХ) Минсельхоза России.

Ключевые слова: хранилища данных, витрины данных, метаданные, OLAP-кубы, уровни управления, управление организацией.

Постановка проблемы

В ведомственной программе цифровой трансформации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации на 2021–2023 годы ставится задача формирования информационного обеспечения управления отраслью путем сбора и верификации данных, создания единой базы данных, интегрированной с информа-

ционными системами федеральных органов власти, отраслевыми информационными системами Минсельхоза России, а также обеспечивающей выполнение информационных технологий по прогнозированию и моделированию в АПК [1].

Планируется создание и развитие информационной системы цифровых сервисов АПК (ИС ЦС АПК), развитие подплатформы «Единое окно» платформы «Цифровое сельское хозяйство». Данная система призвана помочь сельхозорганизациям со сдачей отчетности, переводом ее в электронный вид, а также информировать сельхозтоваропроизводителей о мерах господдержки, формировать, обрабатывать электронные заявки на нее и отчетность по принятым мерам. В цифровую платформу также войдет Единая федеральная информационная система о землях сельхозназначения (данные о землепользователях, размере и контурах полей, характеристике почв, мелиоративных системах и др.).

Планируется создание и развитие ФГИС прослеживаемости зерна и продуктов его переработки, системы учета племенных ресурсов, ФГИС УСМТ о зарегистрированных тракторах, самоходных машинах и прицепах к ним.

Информационная система «Единое окно» обеспечивает сбор и обработку отраслевых данных, в том числе с использованием технологий и методов искусственного интеллекта. Развитие системы должно реализовывать процесс верификации данных, их сбора из разных источников для формирования информационного обеспечения управления отраслью.

Распоряжение Правительства России от 29 декабря 2021 г. № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропро-

мышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» также определяет перспективные технологии для использования в сельском хозяйстве, среди которых обработка больших данных, использование искусственного интеллекта, в том числе машинного обучения.

Цифровая трансформация отрасли должна решать задачи обеспечения полноты и достоверности данных, а также повышения открытости информации для предприятий АПК. Однако в этом же документе указывается о недостаточном развитии информационной инфраструктуры сельскохозяйственных организаций, неразвитости прогнозирования и планирования в цифровой среде, отсутствии единой цифровой площадки получения отраслевых данных [2].

ФГБУ «Центр Агроаналитики» Минсельхоза России в 2015 г. запущена ЦИАС СГО СХ, позволяющая консолидировать и визуализировать данные всех информационных систем Министерства в едином формате, реализованная на основе BI системы Qlik Sense [3]. Дальнейшее совершенствование системы предполагает создание и внедрение суперсервиса Минсельхоза России, включающего в себя универсальный веб-сервис по сбору данных напрямую от товаропроизводителей в единое хранилище, а также личный кабинет товаропроизводителя. Отмечается необходимость использования отечественной аналитической платформы для доработки системы.

В связи с этим становится актуальной выработка предложений по проектированию хранилищ данных для формирования информационного обеспечения управления отраслью не только на уровне Министерства, но и на уровне сельскохозяйственных организаций, в том числе с учетом

их специализации и кооперации, с использованием отечественных аналитических систем Deductor Studio и Loginom Community.

Цель исследования – разработка рекомендаций по проектированию и разработке хранилищ данных для разных уровней управления отраслью; систематизация и обобщение технологий сбора, подготовки, загрузки данных (ETL – Extract, Transformation, Loading) из различных источников в централизованное хранилище с витринами (киосками) данных.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись на основе данных Росстата, нормативно-правовых документов, разработок отечественных и зарубежных ученых, справочных материалов, личных наблюдений авторов с применением основных положений системного подхода, методов логического и сравнительного анализа информации и статистических данных. Проведены анализ и систематизация применения различных видов программных продуктов, информационных систем для решения организационных, управленческих и экономических задач на разных уровнях управления отраслью и последовательность работы с агрегированными данными. Обоснованы методологические подходы к выбору информационных систем и технологий и разработаны рекомендации по проектированию хранилищ данных для разных уровней управления, их интеграции в единое информационное обеспечение управления отраслью.

Глобальный индекс сетевого взаимодействия (Global Connectivity Index, GCI) оценивает развитие «поддерживающих» технологий с точки зрения спроса, предложения, алгоритмов взаимодействия и потенциала. К таким технологиям относят широкополосную связь, облачные сервисы, Интернет вещей и искусственный интеллект. Россия несколько лет подряд входит в группу «догоняющих», индекс сетевого взаимодействия в данной группе составляет 40–65 баллов. В 2020 г. Россия занимала 42 место, набрав 50 баллов, сосед-

ствуя с Румынией и Оманом [4]. Ведущие позиции – у США и Сингапура (87 и 81 балл). Субиндекс цифрового взаимодействия (Experience) составил 63 балла (67% от лидера).

Интенсивность использования цифровых технологий в сельском хозяйстве существенно ниже, чем в других отраслях. Так, широкополосный интернет используют 74,3% организаций, облачные сервисы – 20,9%, а RFID-технологии автоматической радиочастотной идентификации объектов – только 5,5%, что ниже средних значений по стране в 1,25–1,5 раза [4]. Информативен показатель по использованию технологий электронного обмена данными между своими и внешними информационными системами в сельхозорганизациях. В 2019 г. он составил 63,8% от общего числа организаций, а в среднем по предпринимательскому сектору – 66,4%.

В основном технологии электронного обмена характеризуют сдачу бухгалтерской, налоговой отчетности из транзакционных систем, используемых в сельхозорганизациях, формирование информационных баз «Свод отчетов АПК для районов» на платформе «1С: Предприятие» и др. Отсутствует электронный обмен между различными внутренними информационными системами, используемыми в организациях, «лоскутная» автоматизация продолжает иметь место [5]. В этой связи актуальными остаются рекомендации авторов по использованию различных информационных систем и технологий на уровнях управления сельхозорганизации с формированием единого информационного пространства путем интеграции данных информационных баз транзакционных систем в хранилища аналитических приложений [6, 7].

Для реализации информационного обеспечения управления отраслью предлагается разработка хранилищ с агрегированными данными на уровне сельхозорганизации, района, области. При этом важной является организация ETL-процессов (Extract, Transformation, Loading) извлечения, преобразования, загрузки данных из различных источников в хра-

нилище данных. Под хранилищем данных следует понимать предметно-ориентированный, интегрированный, неизменяемый, поддерживающий хронологию набор данных, ориентированный для целей поддержки управления, обеспечивающий руководителей достоверной информацией, необходимой для оперативного анализа и принятия решений [8, 9].

Источниками данных для хранилища сельхозорганизации могут служить информационные базы транзакционных систем, офисные документы, электронные архивы, расположенные как внутри организации, так и во внешнем окружении, а также данные, поступающие непосредственно из систем управления технологическим процессом производства (с RFID-меток, элементов IoT).

Результаты исследований и обсуждение

Наиболее распространенными транзакционными системами в организациях АПК являются программные продукты фирмы 1С [5]. Отечественные аналитические приложения, реализующие технологии оперативного анализа данных (OLAP-технологии), технологии интеллектуального анализа данных (Data Mining, Knowledge Discovery in Databases) и технологии, функционирующие с хранилищами данных, интегрируются с программными продуктами 1С. Фрагменты загрузки данных информационной базы «1С: Бухгалтерия» в аналитическую платформу Deductor приведены на рис. 1.

Аналитическая платформа интегрируется с 1С и позволяет выбрать необходимые объекты конфигурации для загрузки в хранилище данных. В аналитической платформе Deductor осуществляется построение хранилищ данных по модели ROLAP (Relational OLAP), которая обеспечивает хранение данных в реляционных таблицах, но образует специальные структуры, эмулирующие многомерное представление данных. Схема и метаданные хранилища, спроектированного для анализа затрат на производство продукции агрохолдинга, приведены на рис. 2.

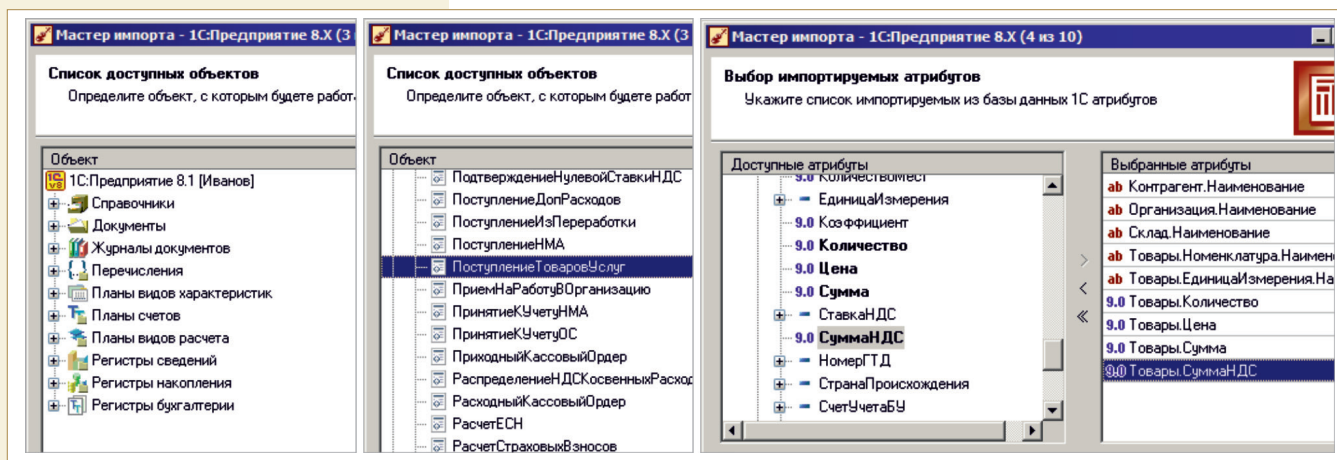


Рис. 1. Загрузка данных «1С: Бухгалтерия» в аналитическую платформу Deductor

Агрегируемыми данными являются затраты на продукцию растениеводства по статьям: затраты на оплату труда; семена и посадочный материал; средства защиты растений и удобрения; топливно-энергетические ресурсы; услуги сторонних организаций; прочие расходы. Агрегация выполняется по сельхозорганизациям, входящим в агрохолдинг, культурам, статьям затрат, а также временному интервалу, который может задать пользователь. Исходными данными являются путевые листы грузового автомобиля (типовая межотраслевая форма N 4-П), трактора (форма 412-АПК), требование-накладная (типовая межотраслевая форма N М-11), документы по поступлению товаров и услуг, заработной плате сотрудников и другие, поступающие из информационной системы «АдептИС: Агрокомплекс» «1С: Предприятие 8».

На рис. 3 приведен OLAP-куб для анализа затрат по статьям, культурам и разным организациям. Наличие визуализаторов «Процент по горизонтали» и «Процент по вертикали» позволяет аналитику определять структуру затрат по культурам, а также расход одной статьи затрат на разные культуры.

Возможна визуализация агрегированных данных построением графиков и диаграмм (рис. 4). В приведенном OLAP-кубе рассмотрена агрегация данных по временному интервалу (кварталы), а также по культурам. Организация хранилищ для муници-

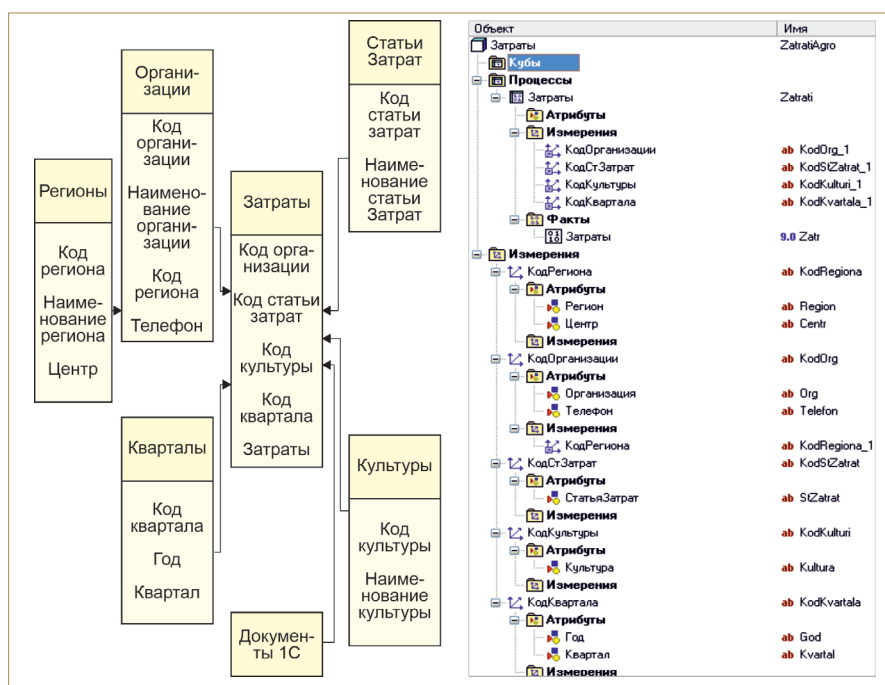


Рис. 2. Схема и метаданные хранилища «Затраты»

пальных образований также возможна на основе использования данных информационных баз 1С. Особенно важна интеграция ЦИАС СГО СХ Минсельхоза России.

Кроме того, возможна разработка виртуальных хранилищ данных, а также хранилищ с витринами (киосками), содержащих профильные, специализированные данные хранилища (тематические, региональные, функциональные витрины, витрины подразделений и др.).

Хранилища заполняются данными из различных источников,

поэтому важно привести их к единому формату, очистить от дубликатов, противоречий, выполнить расчет дополнительных показателей. Здесь используется комплекс аппаратно-программных средств, называемых ETL (Extract, Transformation, Loading).

При загрузке данных из 1С основной операцией преобразования данных является задание параметров полей. Изменение этих параметров включает в себя изменение имен, типов, меток и назначений полей исходной выборки данных [10, 11].

		КодКультуры Культура							
		Горох				Подсолнечник			
		Σ Затраты Сумма				Σ Затраты Сумма			
→ + КодСтЗа...	КодОрганиз...	Σ Значение	% Процент по	Σ Значение	% Процент по	Σ Значение	% Процент по	Σ Значение	% Процент по
ГСМ	ООО "Восход"	495 124,21	7,06%	2 643 374,90	37,70%	564 836,81	8,06%	2 218 290,68	31,64%
	ООО "Крылатское"	413 545,44	9,91%			1 103 460,06	26,44%	2 434 378,26	58,32%
	ООО "Путь"			372 236,27	2,63%	2 466 097,06	17,40%	11 213 622,07	79,12%
	Итого:	908 669,65	3,58%	3 015 611,17	11,89%	4 134 393,93	16,30%	15 866 291,01	62,57%
Оплата труда	ООО "Восход"	313 400,92	12,27%			400 807,68	15,70%	1 169 948,28	45,82%
	ООО "Крылатское"	556 188,55	17,17%			488 911,27	15,10%	1 895 277,45	58,52%
	ООО "Путь"			245 166,86	2,81%	1 605 347,08	18,39%	6 797 474,52	77,86%
	Итого:	869 589,47	5,99%	245 166,86	1,69%	2 495 066,03	17,18%	9 862 700,25	67,91%
Прочие затраты	ООО "Восход"	309 785,00	4,95%			764 203,00	12,22%	2 422 159,00	38,74%
	ООО "Крылатское"	1 413 869,90	18,19%			1 814 236,47	23,34%	2 775 328,06	35,70%
	ООО "Путь"			255 777,16	8,69%	1 076 838,97	36,57%	1 456 954,53	49,48%
	Итого:	1 723 654,90	10,16%	255 777,16	1,51%	3 655 278,44	21,54%	6 654 441,59	39,21%
СЗР и удобрения	ООО "Восход"	837 608,78	2,77%			2 762 428,11	9,13%	24 832 132,51	82,09%
	ООО "Крылатское"	1 943 547,18	10,39%			4 976 051,88	26,61%	10 814 323,18	57,84%
	ООО "Путь"			2 118 296,93	1,55%	17 673 037,69	12,90%	117 017 979,97	85,40%
	Итого:	2 781 155,96	1,50%	2 118 296,93	1,14%	25 411 517,68	13,66%	152 664 435,66	82,09%
Семена, посадочн	ООО "Восход"	5 706 429,20	17,44%					18 647 465,00	56,99%
	ООО "Крылатское"	2 997 454,55	28,23%					6 920 258,48	65,18%
	ООО "Путь"			3 912 724,54	5,51%	2 188 402,52	3,08%	64 164 817,63	90,33%
	Итого:	8 703 883,75	7,61%	3 912 724,54	3,42%	2 188 402,52	1,91%	89 732 541,11	78,46%

Рис. 3. OLAP-куб хранилища «Затраты»

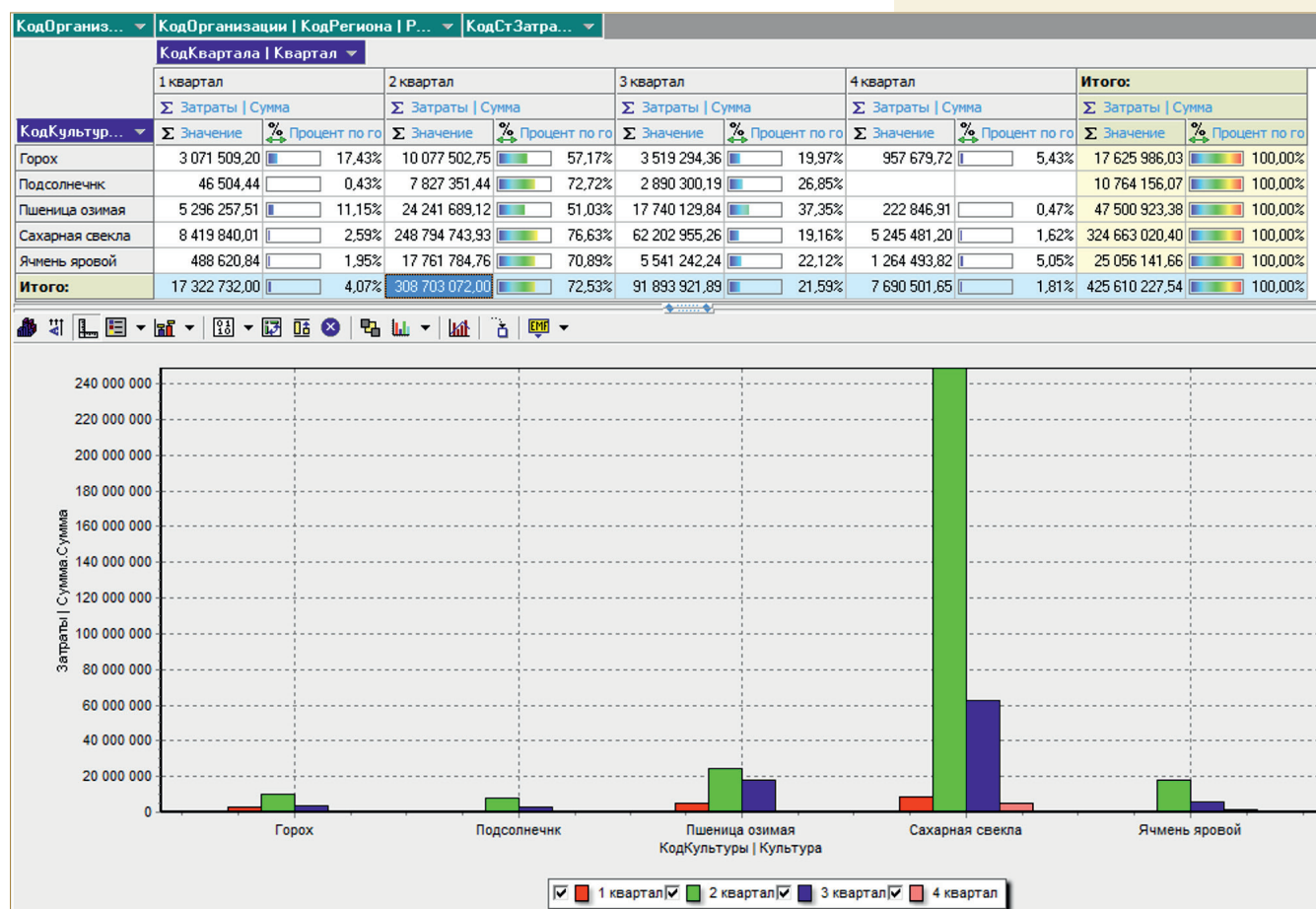


Рис. 4. OLAP-куб и кросс-диаграмма хранилища «Затраты»

Так, при загрузке данных из 1С некоторые поля, содержащие числовую информацию, имеют денежный или процентный тип данных, а в аналитической платформе система распознает это поле как строковое. Поэтому необходимо изменение типа поля на числовой. Числовой тип данных у полей, содержащих кодовые обозначения различных измерений, необходимо изменить на строковый. Для загрузки данных из различных таблиц в централизованное хранилище возможно использовать операцию обогащения данных (слияние, дополнение, объединение).

Выводы

1. По данным глобального индекса сетевого взаимодействия Россия несколько лет подряд входит в группу «догоняющих», занимая 42 место. По субиндексу цифрового взаимодействия отставание от лидеров (США, Сингапур) составляет порядка 67%.

2. Технологии электронного обмена данными между своими и внешними информационными системами в сельхозорганизациях используют 63,8% от общего числа организаций. Отсутствует электронный обмен между различными внутренними информационными системами, т.е. «лоскутная» автоматизация продолжает иметь место.

3. На уровне сельхозорганизации возможно использование хранилищ данных модели ROLAP схемы «Снежинка», наполняемых из транзакционных систем и прочих источников. На уровне муниципальных образований рекомендуется использование этой же модели хранилища данных с наполнением из информационной базы «1С: Свод отчетов АПК для районов», также возможна разработка вирту-

альных хранилищ данных, хранилищ с витринами (киосками), содержащих профильные, специализированные данные. Для этого целесообразно использование платформ Deductor, Loginom компании Loginom Company.

4. Перечисленные программные продукты могут быть использованы и на уровне Минсельхоза России для доработки, развития ЦИАС СГО СХ.

5. При проектировании и разработке хранилищ данных на разных уровнях управления рекомендуется использовать ETL-процессы преобразования данных: настройку параметров полей и обогащение данных.

Список

используемых источников

1. Ведомственная программа цифровой трансформации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации на 2021-2023 годы [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_400336 (дата обращения: 30.02.2022).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2021 г. № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/403336609> (дата обращения: 02.03.2022).
3. Сайт Минсельхоза России [Электронный ресурс]. URL: www.mcx.gov.ru (дата обращения: 02.03.2022).
4. Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др. М.: НИУ ВШЭ, 2021. 380 с.
5. Системы информационного обеспечения для анализа и прогнозирования в сельском хозяйстве // Науч. тр. / ВИАПИ

им. А.А. Никонова, Вып. 50. М.: ВИАПИ имени А.А. Никонова, 2019. 120 с.

6. **Чернышева К.В., Карпузова Н.В., Королькова А.П.** Совершенствование управления сельскохозяйственной организацией в условиях информационной экономики // Техника и оборудование для села. 2021. № 2 (284). С. 44-47.

7. **Карпузова В.И., Чернышева К.В., Карпузова Н.В.** Методологические аспекты формирования информационной сферы экономики АПК. //Московский экон. журнал. 2018. № 3. С. 25.

8. **Карпузова В.И., Скрипченко Э.Н., Чернышева К.В., Карпузова Н.В.** Информационные системы и технологии в менеджменте АПК: учеб. пособ. М.: БИБКМ, ТРАНСЛОГ, 2016. 462 с.

9. **Паклин Н.Б.** Бизнес-аналитика: от данных к знаниям / Н.Б. Паклин, Орешков В.И. СПб: Питер, 2010. 624 с.

10. BI-система Loginom: учеб. пособ. / Н. В. Карпузова, К. В. Чернышева, С.И. Афанасьева. М.: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. 162 с.

11. **Яковлев В.Б.** Анализ данных в аналитической платформе Loginom : учеб. пособ. Lambert Academic Publishing, 2020. 174 с.

The Use of Data Storage in the Economy and Management of the Agribusiness

K.V. Chernysheva

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

A.P. Korolkova

(Rosinformagrotekh)

S.I. Afanasyeva, N.V. Karpuzova

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. The use of electronic data exchange technologies between own and external information systems in agricultural organizations is considered; examples of the use of data storages, approaches to their design using domestic analytical platforms are given. The integration of data storages of agricultural organizations with the Central Information and Analytical System “Systems of State Information Support in the Sphere of Agriculture” (CIAS SGO SH) of the Ministry of Agriculture of Russia is proposed.

Keywords: data storages, data marts, metadata, OLAP cubes, management levels, organization management.

