

Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова
Научно-образовательный центр «Инженер»

5-я Международная
научно-техническая конференция

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РОССИИ

сборник научных статей

03 октября 2025 года

Курск - 2024

УДК 631
ББК 4
С 56 СХА-11

Председатель оргкомитета:
Серебровский Владимир Исаевич, д.т.н., профессор, Курский ГАУ
Заместитель Председателя оргкомитета:
Агеев Евгений Викторович, д.т.н., профессор,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск.

Члены организационного комитета:
Сафронов Руслан Игоревич, к.т.н., доцент, Курский ГАУ
Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент, Курский ГАУ
Ответственный секретарь – **Серникова** Ольга Сергеевна, преподаватель.

Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России:
сборник научных статей 5-й Международной научно-технической конференции
(03 октября 2025 года); Курский государственный аграрный университет имени
И.И. Иванова, - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2025. - 2803 с.

ISBN 978-5-00261-539-1

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных молодых ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области агроинженерии и сельского хозяйства.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР, специалистов в области агроинженерии, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-00261-539-1

УДК 631
ББК 4

© Курский государственный аграрный
университет имени И.И. Иванова, 2025
© Авторы статей, 2025

Содержание

<i>Абрамов О.В.</i> ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ: ОТ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ДО ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ	7
<i>Абросимов И.П.</i> О ПРОБЛЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПОНЕНТАМИ	12
<i>Абросимов И.П.</i> ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	14
<i>Абросимов И.П.</i> О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА БАЗЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	17
<i>Баринов А.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОРПУСА ТНВД	20
<i>Барсова К.М., Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ СЕЛЬХОЗПОТРЕБИТЕЛЕЙ	23
<i>Башикирев А.П., Проскурин Э.В., Чаплыгина И.А.</i> ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СВЕКЛОВОЧНОГО КУЛЬТИВАТОРА	27
<i>Башикирев А.П., Поздняков А.А., Сергеев К.А., Чаплыгина И.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВЫКАПЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	31
<i>Башикирев А.П., Поздняков А.А., Сергеев К.А., Чаплыгина И.А.</i> КАЧЕСТВО ВЫКАПЫВАНИЯ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	35
<i>Бриндукова Е.Е.</i> РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА	38
<i>Булавинов Е.К.</i> ТЕХПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ НОЖА ЛОПАТКИ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ УДОБРЕНИЙ	47
<i>Вековцев А.А., Лобач Е.Ю., Тохириён Б., Позняковский В.М.</i> БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ В НУТРИЦИОЛОГИИ	52
<i>Воропаев А.Е., Дедов В.Ю., Белоусов Н.И.</i> ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ НА ИЗНОС ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНОВ МАШИН	55
<i>Гарницкая А.С., Моштаков А.А., Алексеев Г.В.</i> ИННОВАЦИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ	58
<i>Дубров И.В., Волков Р.О.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЁННЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	62
<i>Дубров И.В., Волков Р.О.</i> АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ПИКОВЫХ НАГРУЗОК	65
<i>Дубров И.В., Волков Р.О.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ОСВЕЩЕНИЕМ ТЕПЛИЦ	68
<i>Елисеев А.А.</i> «УМНАЯ» ТЕПЛИЦА: ПОЛНЫЙ ЦИКЛ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ БЕЗ УЧАСТИЯ ЧЕЛОВЕКА	71
<i>Ефимова А.А.</i> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСАДОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ РИЗОМ МИСКАНТУСА	73
<i>Кабдин Н.Е., Андреев С.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	76

<i>Калин В.В., Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г.</i> ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	81
<i>Калуцкий Е.С., Оськина Т.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ	83
<i>Ключникова Д.А., Воронов А.А.</i> АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	86
<i>Куплыгин П.А., коняева Н.И., Коняев Н.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	89
<i>Логачева Д.А.</i> ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА И НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ АГРОДРОНОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	93
<i>Львович Я.Е.</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	96
<i>Макешин В.Г., Бабков А.П.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	99
<i>Мамонова Л.Г., Новосельцев В.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ БЕЗРЕДУКТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ	102
<i>Мамонова Л.Г., Новосельцев В.М.</i> ЗАЩИТА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ОТ НЕСИММЕТРИИ И ОБРЫВА ФАЗ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ	105
<i>Махонина А.А.</i> АНАЛИЗ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ РОССИИ	110
<i>Мелешков С.И.</i> КОМПЛЕКСНЫЙ СОШНИК ДЛЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	114
<i>Мелешков С.И.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ КУЛЬТИВАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАПСА	117
<i>Мелешков С.И., Кончин В.А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА РОТОРНОЙ КОСИЛКИ	120
<i>Мельников И.Ю., Блинков Б.С.</i> АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	123
<i>Михайлов Д.С.</i> МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ 12Х13	127
<i>Михайлов Д.С.</i> ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛИ 12Х13	130
<i>Нагорных А.А., Будников А.И.</i> РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ	133
<i>Нагорных А.А., Будников А.И.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	136
<i>Нагорных А.А., Будников А.И.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ	140
<i>Новосельцев В.М., Мамонова Л.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ - ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ	143
<i>Оськина Т.А., Минеева Н.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ	146
<i>Пашкова М.И., Пашков Н.В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	149

<i>Паикова М.И., Паиков Н.В.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ УМНОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЪЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	152
<i>Петрищев Д.В., Руденко В.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА (ДРОНОВ) С МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМИ КАМЕРАМИ И РАЗБРАСЫВАТЕЛЯМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОБЗОР РЫНКА И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ	155
<i>Петрищев Д.В., Руденко В.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПОЛНОСТЬЮ АВТОНОМНЫХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВЫЗОВЫ	158
<i>Плохих Ф.Ю., Грашков С.А., Кончин В.А.</i> БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В РЕМОТНОЙ МАСТЕРСКОЙ	162
<i>Пономарева С.А., Воронов А.А.</i> О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	166
<i>Попов И.В.</i> ПРОБЛЕМЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ	169
<i>Преображенский Ю.П., Стукалова В.С.</i> ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	172
<i>Преображенский Ю.П., Телегина В.О.</i> ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	174
<i>Преображенский Ю.П., Фирсова Е.А.</i> О РАЗВИТИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	177
<i>Савенков Д.В., Кончин В.А.</i> КОМПЛЕКСНАЯ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА БЛОКА «ЛИНИЯ-ТРАНСФОРМАТОР» В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ	180
<i>Савенков Д.В., Кончин В.А.</i> К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ ЗОНЫ ЗАЩИТЫ СТЕРЖНЕВЫХ МОЛНИЕОТВОДОВ ОТКРЫТОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА	186
<i>Савенков Д.В., Кончин В.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГЛАВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДСТАНЦИИ 110/10 КВ	190
<i>Сариго Н.В.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	195
<i>Сариго Н.В., Уколов Д.А.</i> О ВЛИЯНИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ	200
<i>Сафронов Р.И., Гнездилова Ю.П., Носиков Д.Н., Пономаренко Н.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	204
<i>Секерин Д.М., Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	208
<i>Семенов Д.С., Галкин А.И., Уварова А.Г.</i> ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ХРАНЕНИЮ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ	211
<i>Сергеев К.А., Грашков С.А., Михайлов А.С., Кончин В.А.</i> К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСЕВНЫХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ	215
<i>Серебровский В.И., Капустин Д.Е., Кончин В.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛЭП	220
<i>Серникова О.С.</i> ПРИОРИТЕТНЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА	225
<i>Серникова О.С.</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ	233

<i>Таныгин О.Ф., Шевченко А.А.</i> ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПАХОТНЫХ ПОЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ НАЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ	239
<i>Терехов Д.В.</i> АНАЛИЗ МЕСТ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА КОРПУС ШИБЕРНО-НОЖЕВОЙ ЗАДВИЖКИ ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ	242
<i>Трусевич А.В., Кононова О.М.</i> СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ В ТЕПЛИЦАХ	245
<i>Федосов А.В., Коняева Н.И., Коняев Н.В.</i> АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГИЯ ИЗ БИОМАССЫ	249
<i>Фетисов В.С., Серебровский В.И., Кончин В.А.</i> МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ	252
<i>Фетисов В.С., Серебровский В.И., Кончин В.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БОРОНЫ ЛУЩИЛЬНИКА	262
<i>Худенцов А.Е.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫМИ ЖЕЛЕЗО-ВОЛЬФРАМОВЫМИ ПОКРЫТИЯМИ: ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА И РЕЖИМОВ ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА	269
<i>Шабарин Е.Д., Воронов А.А.</i> О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ	274
<i>Шаламов Д.И.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ УПРОЩЕННЫХ БЫСТРОТОКОВ280	

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ: ОТ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ДО ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

Абрамов Олег Викторович, к.э.н., директор

*НУ Институт прикладных информационных технологий,
г.Москва, Россия, o.abramov@ipit.ru*

Рассматривается переход от традиционных агротехнологий к проактивному управлению на основе данных. Предложена концептуальная модель цифрового двойника сельскохозяйственного поля, интегрирующая данные из различных источников: спутникового мониторинга, беспилотных летательных аппаратов, почвенных датчиков и агрохимического анализа.

Ключевые слова: цифровой двойник, точное земледелие, моделирование урожайности, оптимизация ресурсов, интернет вещей, дистанционное зондирование земли, предиктивная аналитика.

Современный агропромышленный комплекс функционирует в условиях беспрецедентных вызовов, поскольку необходимость обеспечения продовольствием растущего населения планеты накладывается на серьезные ресурсные и экологические ограничения, такие как деградация почв, дефицит пресной воды и последствия глобального изменения климата. В этих условиях экстенсивный путь развития сельского хозяйства исчерпал себя и фокус смещается на интенсификацию, основанную на знаниях и технологиях, для России инновационный путь развития особенно актуален в условиях санкций [1]. Концепция точного земледелия стала системным ответом на эти вызовы, предлагая управление внутривидовой неоднородностью и дифференцированное применение агротехнических приемов [2].

Однако классические подходы к точному земледелию, основанные на статических картах-заданиях, обладают рядом ограничений, не позволяя в полной мере учитывать динамику процессов в агроэкосистеме. Появление новых технологий, в частности концепции цифровых двойников (ЦД), открывает возможности для качественного скачка - перехода к проактивному, прогнозирующему управлению [3]. Идея ЦД, впервые предложенная Майклом Гривзом в 2003 году и позже развитая NASA в 2010 году, заключается в создании интегрированной многомасштабной модели физического объекта, которая постоянно обновляется за счет потока данных с датчиков и позволяет моделировать различные сценарии [4]. Цифровые двойники позволяют фермерам и агрономам контролировать, анализировать и оптимизировать процессы растениеводства с большей точностью и эффективностью, являясь ключевым инструментом модернизации АПК [5].

Создание цифрового двойника поля требует интеграции методов из различных областей знаний: системного анализа, ГИС, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), интернета вещей (IoT) и машинного обучения [6]. Фундаментом для ЦД служит многопоточная система сбора данных [7].

Данные дистанционного зондирования (ДЗЗ) являются базовым источником оперативной пространственной информации о состоянии посевов. Используются мультиспектральные спутниковые снимки (Sentinel-2, Landsat) для расчета вегетационных индексов (NDVI, EVI, LAI), которые коррелируют с плотностью растительного покрова и общей биомассой. Для более детального анализа применяются данные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), позволяющие получать изображения сверхвысокого разрешения.

Наземные данные (IoT) обеспечивают получение точной информации «с земли». В ключевых точках поля устанавливается сеть беспроводных датчиков: почвенные сенсоры (температура, влажность, ЕС) и автоматические метеостанции (температура и влажность воздуха, осадки, солнечная радиация).

Лабораторные и исторические данные формируют фундаментальный слой информации. Агрохимический анализ почвы предоставляет данные о запасах питательных элементов (N, P, K), а исторические карты урожайности и рельефа описывают стабильные характеристики поля.

Данные с сельскохозяйственной техники играют роль обратной связи. Современные машины фиксируют детальные карты фактической урожайности и точные карты доз внесенных материалов, что критически важно для оценки эффективности мероприятий и обучения предиктивных моделей [3].

На основе анализа существующих подходов [8,9] предлагается иерархическая, многослойная архитектура ЦД:

1. слой данных и физических объектов: включает само поле и всю инфраструктуру сбора данных;
2. коммуникационный слой: обеспечивает надежную передачу данных на платформу обработки;
3. платформенный слой (цифровая модель): «ядро» двойника, где происходит хранение, обработка и интеграция разнородных данных в единую модель, поле представляется в виде сетки элементарных участков, для каждого из которых ведется свой «цифровой паспорт»;
4. аналитический слой: здесь функционируют математические модели: агрономические модели роста (APSIM, DSSAT), модели предиктивной аналитики на основе машинного обучения и оптимизационные алгоритмы [10];
5. уровень приложений и управления: пользовательский интерфейс для агронома, где информация представлена в наглядном виде, через этот слой агроном взаимодействует с системой, анализирует сценарии «что-если» и отправляет задания на технику.

Прогнозирование урожайности реализуется путем синергии нескольких подходов. Сначала с помощью фенологического моделирования, основанного на расчете суммы эффективных температур (GDD), система определяет текущую фазу развития культуры. Далее в работу вступают биофизические модели роста (например, DSSAT), которые, используя данные о погоде и почве, симулируют ключевые физиологические процессы. Симуляции постоянно калибруются с помощью реальных данных со спутников. Такой гибридный подход позволяет, начиная с середины вегетационного периода, добиться точности прогноза уро-

жайности до 90–95%, что дает возможность заранее планировать логистику и сбыт.

Главная практическая ценность ЦД заключается в способности оптимизировать использование ресурсов [11], так, например, бразильский производитель техники Stara, снабдив свои машины IoT-датчиками и используя платформу ЦД, смог предложить аграриям сервис, который позволил сократить расход семян на 21%, а удобрений - на 19% [3]. Следует отметить, что ЦД позволяет анализировать влияние как внутренних, так и внешних факторов и осуществлять поиск многокритериальных решений [12].

Дифференцированное внесение удобрений: на основе анализа зон продуктивности и данных NDVI цифровой двойник генерирует карту-задание для техники с переменной нормой внесения (VRA), что позволяет сократить расход удобрений на 15–20% без потери урожайности.

Таблица 1. Ключевые параметры цифрового двойника для точного земледелия

Источник данных	Частота обновления	Цель использования	Ожидаемое влияние на агротехнологии
Спутниковые снимки (NDVI, EVI)	Каждые 3-5 дней	Мониторинг состояния и однородности посевов, оценка биомассы	Улучшение точности прогноза урожайности, основа для карт VRA
Данные БПЛА (сверхвысокое разрешение)	По необходимости	Раннее обнаружение очагов болезней, сорняков, вредителей	Снижение затрат на СЗР за счет точечного опрыскивания
Почвенные сенсоры (влажность, ЕС)	Каждые 15-30 минут	Контроль водного режима почвы, оценка доступности питательных веществ	Оптимизация полива, предотвращение водного стресса растений
Метеостанции (осадки, t°C)	Каждый час	Входные данные для моделей роста и эвапотранспирации	Повышение точности фенологических и урожайных прогнозов
Агрохимический анализ (N, P, K)	1 раз в год	Определение базового уровня плодородия, долгосрочное планирование	Основа для расчета доз удобрений
Данные техники (карты урожайности)	По итогам сезона	Верификация моделей, выявление стабильных зон продуктивности	Адаптивное управление и корректировка стратегии на следующий сезон

Оптимизация полива: модель в реальном времени рассчитывает водный баланс для каждого участка поля, сверяя расчеты с показаниями почвенных датчиков влажности и как только влажность опускается ниже критического уровня, система формирует задание для поливальной машины, экономя до 20–30% воды и энергии.

В табл. 1 систематизированы основные потоки данных, формирующие ЦД поля, и их роль в системе управления.

Цифровой двойник сельскохозяйственного поля представляет собой эволюционное развитие концепции точного земледелия, переводя управление агропроизводством из реактивного режима в проактивный и предиктивный. Интеграция данных из разнородных источников в единую динамическую модель позволяет не только видеть полную картину происходящего на поле, но и с высокой точностью моделировать его будущее состояние.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение ЦД сопряжено с рядом проблем: высокая стоимость оборудования, недостаток квалифицированных кадров и вопросы кибербезопасности [13]. Направлениями для будущих исследований являются усложнение моделей для интеграции с системой «Честный знак» [14].

Практическая значимость работы заключается в разработке концептуальной основы для создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Внедрение таких систем способно привести к комплексному эффекту: экономическому (повышение урожайности, снижение затрат), агрономическому (повышение качества продукции) и экологическому (снижение пестицидной нагрузки).

Список литературы

1. Экономические санкции как способ стимулирования инновационной активности организаций / Е. Л. Богданова, В. И. Абрамов, А. К. Титов, Д. М. Кучерявенко // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 8-1(61). – С. 667-671. – EDN VRHWVV.
2. Точное сельское хозяйство / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенеков [и др.]. – 2-е издание, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2021. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-6691-7. – EDN DOERGW.
3. Абрамов, В. И. Цифровые двойники с использованием агродронов в управлении растениеводством: особенности создания и перспективы / В. И. Абрамов, В. В. Гордеев, А. Д. Столяров // АПК: экономика, управление. – 2024. – № 4. – С. 37-49. – DOI 10.33305/244-37. – EDN GCXIP1.
4. Столяров, А. Д. Цифровые двойники как инструменты повышения эффективности управления компанией / А. Д. Столяров, В. В. Гордеев, В. И. Абрамов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2024. – № 4(52). – С. 5-16. – DOI 10.21685/2227-8486-2024-4-1. – EDN YMRZCN.
5. Проблемы и основные направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения : Монография / О. А. Столярова, В. И. Абрамов, О. В. Абрамов [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – 392 с.
6. Информационный бюллетень технологического лидерства Агропромышленный комплекс. Июнь 2025. <https://d-economy.ru/analitic/informacionnyj-bulleten-tehnologicheskogo-liderstva-napravlenie-apk/>

7. Дорохов А.С., Павкин Д.Ю., Юрочка С.С. Технология цифровых двойников в сельском хозяйстве: перспективы применения // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 4. С. 14-25. <https://doi.org/10.26897/2>

8. Purcell W., Neubauer T. Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review // Smart Agricultural Technology. 2023. V. 3. P. 100094. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100094>

9. Kritzinger W., Karner M., Traar G., Henjes J., Sihn W. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification // IFAC-PapersOnLine. 2018. Vol. 51, № 11. P. 1016–1022.

10. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F.X. Deep learning in agriculture: A survey // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 147. P. 70–90

11. Гордеев, В. В. Роль цифровых двойников в управлении производством и базовые принципы их создания / В. В. Гордеев, А. Д. Столяров, В. И. Абрамов // Экономика и управление: теория и практика. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 29-39. – EDN FOTNAH.

12. Столяров, А. Д. Методика поиска многокритериальных решений на основе цифровых двойников / А. Д. Столяров, В. В. Гордеев, В. И. Абрамов // Экономика и управление. – 2023. – Т. 29, № 7. – С. 851-858. – DOI 10.35854/1998-1627-2023-7-851-858. – EDN BWERQI.

13. Развитие экономических систем: теория, методология, практика: монография (научное издание) / ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» [и др]; под. ред. Б.Н. Герасимова. – Пенза: ПГАУ, 2024. – 275 с

14. Цифровизация предприятий пищевой промышленности с использованием «Честного знака»: вызовы, особенности, перспективы / В. И. Абрамов, О. В. Абрамов, В. В. Гордеев, А. Д. Столяров // Продовольственная политика и безопасность. – 2025. – Т. 12, № 1. – С. 281-301. – DOI 10.18334/ppib.12.1.122489. – EDN HFRNWP.

Abramov Oleg Viktorovich, Ph.D., director

NU Institute of Applied Information Technologies, Moscow, Russia

o.abramov@ipit.ru

DIGITAL TWINS IN PRECISION FARMING: FROM YIELD MODELING TO RESOURCE USE OPTIMIZATION

Abstract. *This article explores the transition from traditional agricultural technologies to proactive, data-driven management. It proposes a conceptual model for a digital twin of an agricultural field, integrating data from various sources: satellite monitoring, drones, soil sensors, and agrochemical analysis.*

Keywords: *digital twin, precision farming, yield modeling, resource optimization, Internet of Things, remote sensing, predictive analytics.*

О ПРОБЛЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Абросимов Иван Петрович, специалист

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г.Воронеж, Россия

Статья связана с анализом вопросов, которые связаны с возможностями управления современными энергетическими компонентами.

Ключевые слова: энергетическая система, компонент, управление.

Возникновение автоматизированных систем управления (АСУ) в энергетике связано с тем, что происходит интенсивный рост в промышленной сфере, развиваются методы управления и внедряются компьютеры для всех сфер производственной деятельности. Кроме того, перераспределяются функции среди специалистами и аппаратными средствами. Вследствие того, что внедрялись АСУ, это значительным образом оказало влияние на характеристики эффективности энергетического производства в общем и обеспечило рост качества управления [1, 2].

Термин АСУ возник тогда, когда происходило внедрение в системы управления элементы вычислительной техники. Это относится и к управлению энергетическим оборудованием. В зависимости от того, какие энергетические объекты управления, происходило развитие АСУ по двум направлениям: автоматизированные системы управления производством (АСУП) и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

Внутри современных АСУТП, связанных с энергетическим оборудованием, происходит поступление информации к монитору компьютеров или к электронным системам отображения информации. Происходит применение оператором полученной информации, чтобы осуществлять управление энергетическими компонентами. Они могут размещаться на значительных расстояниях от него. Проведение сбора информации относительно энергетических объектов [3, 4] внутри подобной системы происходит на основе контроллеров, а также на базе интеллектуальных исполнительных механизмов. Основная задача операторов состоит в том, чтобы была работа с той информацией, которая поступает. Поэтому необходимо привлечение развитых средств по сбору, передаче, обработке и отображению различных видов информации. То есть, появляются предпосылки по формированию систем, которые помогают людям в наблюдении за объектами управления. Будет влияние на их функционирование. Отмеченные выше функции могут быть реализованы на основе того, что внедряются автоматизированные системы проектирования и управления производственными процессами (АСПУ) [5, 6].

АСПУ в энергетике рассматривается в виде комплекса программных и аппаратных средств, которые необходимы для того, чтобы вести проектирование

АСУ ТП и проводить реализацию в сформированной АСУ ТП функций управления на верхнем уровне.

Чтобы качественным образом вести управление всем энергетическим предприятием, которое работает с оборудованием, в общем требуется оперативное получение информации по каждому уровню автоматизации. Поэтому формирование систем промышленной автоматизации не может осуществляться без того, чтобы была комплексная автоматизация по всему энергетическому предприятию. Система промышленной автоматизации в энергетике должна входить в интегрированную корпоративную информационную систему (КИС) [7, 8].

АСПУ является верхним уровнем АСУ ТП, на котором в энергетике происходит управление цехами и участками производства. Над уровнем АСПУ находятся автоматизированные системы управления [9, 10] производством и планированием ресурсов предприятия. Сюда входят системы складского учета, бухгалтерские системы и т.п. Связь АСУ ТП и АСУП позволяет комплексно планировать всю деятельность предприятия.

Преобразование технологических параметров получаемых с энергетического объекта управления оборудованием в информационные показатели происходит при помощи датчиков и исполнительных механизмов. Датчики представляют собой устройства преобразования физической величины технологического процесса в стандартный электрический сигнал, который далее отправляется на контроллер. Исполнительный механизм это устройство для преобразования, полученного от контроллера электрического сигнала в то или иное физическое воздействие. В настоящее время существует большое количество разнообразных датчиков и исполнительных механизмов в энергетической системе.

Список литературы

1. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
2. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
3. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.
4. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.
5. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.
6. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

7. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

8. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

9. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

10. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

Abrosimov Ivan Petrovich, Specialist

Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

ON THE PROBLEMS OF MANAGING MODERN ENERGY COMPONENTS

Annotation: The article is related to the analysis of issues related to the possibilities of controlling modern energy components.

Key words: energy system, component, management.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

*Абросимов Иван Петрович, специалист
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)*

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу вопросов, которые связаны с возможностями управления современными энергетическими системами.

Ключевые слова: энергетическая система, процесс, управление.

В существующих условиях работа у многих энергетических организаций реализуется, когда есть различные воздействия со стороны внешней среды. Это указывает на то, что возникают предпосылки к использованию информационных технологий [1, 2].

Цель данной работы связана с анализом использования информационных технологий внутри энергетических предприятий [3, 4].

Если рассматривать стратегическую роль информационных технологий внутри энергетических систем, то они должны обеспечивать поддержку различных действий. Требуется, чтобы были преимущества с точки зрения того, чтобы было обеспечено получение максимальной выгоды. Энергетическая компания будет рассматриваться как конкурентоспособная, если в ней будет реализация элементов соответствующего многоуровневого потенциала. За счет него будет поддержка возможностей по тому, чтобы формировать устойчивое

преимуществ. Вследствие того, что достигаются приоритеты по разным направлениям, будет обеспечиваться соответствующее преимущество энергетической компании [5, 6].

С привлечением информационных технологий происходит заметное изменение разных процессов. В ходе работы энергетических компаний появляются новые возможности. На основе них будет сохраняться конкурентоспособность у энергетических компаний, растет операционная производительность [7, 8].

Информационные технологии формируются на основе процессов, в которых применяются средства и способы, связанные со сбором, накоплением, обработкой и передачей данных, когда получается информация, которая связана с объектами, явлениями. Есть достаточно подробное описание таких процессов с точки зрения того, как обрабатываются данные. Они хранятся на различных компьютерах. В качестве компонентов применяемых технологий при производстве продуктов можно назвать аппаратные и программные средства, а также математическое и информационное обеспечение [9, 10].

С тем, чтобы в энергетических компаниях управленческие решения принимались при должном качестве, важно, чтобы была организация информационных потоков с точки зрения руководства.

Когда решаются задачи управления в энергетической компании, требуется привлекать информацию:

- которая касается внешней маркетинговой сферы;
- которая связана с тем, какая внутренняя маркетинговая сфера;
- когда оцениваются способности производственных мощностей.

При работе в рамках указанных процессов для руководителей энергетических организаций важно непрерывным образом проводить поиск и обработку необходимой информации. Осуществляется сбор и анализ информации при помощи трех систем, которые будут дополнять друг друга, формирующих обработку маркетинговой информации.

В качестве примера можно привести задачу, связанную с организацией продвижения товаров на новые рынки сбыта, для решения которой необходимо провести подробное изучение спроса для предлагаемого вида продукции, осуществить оценку покупательных способностей потребителей, сделать анализ деятельности на существующем рынке организаций конкурентов и др. Проведение продвижения товара на рынке идет вместе с непрерывным наблюдением за тем, какие объемы продаж продукции, учитывается структура и уровень издержек по продвижению реализации, осуществлением анализа по эффективности интересующих мероприятий, связанных с оценкой возможного риска [10].

Вывод. В работе дан анализ того, каким образом применяются информационные технологии внутри энергетических предприятий, в результате каких действий возникают возможности роста их эффективности.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.

2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.

5. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.

6. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

7. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

8. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

9. Klimentko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

10. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

Abrosimov Ivan Petrovich, Specialist

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

PROBLEMS OF MANAGEMENT OF MODERN ENERGY SYSTEMS

Annotation: The article is devoted to the analysis of issues related to the possibilities of managing modern energy systems.

Key words: energy system, process, management.

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА БАЗЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Абрисимов Иван Петрович, специалист
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)*

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу вопросов, которые связаны с возможностями управления энергетическими системами на базе информационных технологий.

Ключевые слова: информационная технология, энергетическая система, управление.

Современные энергетические предприятия и фирмы рассматриваются в виде сложных организационных систем. В них наблюдается изменение и перераспределение различных ресурсов [1, 2].

В современных условиях можно наблюдать возрастание объемов и усложнение задач, которые решаются в сфере организации производства, процессов планирования и анализа, финансовой работы, связей с поставщиками и потребителями продукции. По ним без оперативного управления трудно поддержать организацию современных автоматизированных информационных систем (ИС).

Информационная система управления в энергетической компании рассматривается в виде совокупности информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, а также различных технологических средств и специалистов. За счет нее можно вести обработку информации и принимать управленческие решения [3, 4].

За счет применения оперативной информации, которая получается при работе автоматизированной информационной системы, руководители энергетического предприятия могут вести планирование и балансировку ресурс фирм (материальных, финансовых и кадровых) Информационные системы управления в энергетике дают возможности:

- для повышения степени обоснованности тех решений, которые принимаются за счет оперативного сбора, передачи и обработки информации;
- реализовывать поддержку по принятию решений, связанных с управлением организацией в условиях, когда есть рыночная экономика;
- добиваться увеличения в эффективности управления вследствие своевременного представления требуемой информации со стороны руководителей различных уровней управления на базе общего информационного фонда;
- для согласования решений, которые принимаются на различных уровнях управления и для различных структурных подразделений [5, 6].

Есть зависимость классификации информационных систем управления в энергетике от того, какие виды процессов управления, уровни управлений, особенности работы энергетического объекта и его организации, степени автоматизации управления [7, 8].

По основным классификационным признакам автоматизированных информационных систем, относящихся к энергетике, мы можем отметить:

- уровень внутри системы государственного управления;
- сферу работы экономического объекта;
- типы процессов, связанных с управлением;
- степень того, насколько автоматизированы информационные процессы.

Исходя из того, какой признак классификации относительно уровней в государственном управлении, есть возможность деления автоматизированных информационных систем по федеральным, территориальным и муниципальным ИС. Их можно рассматривать в виде информационных системам высокого уровня иерархии с точки зрения управления [9, 10].

При помощи ИС федерального значения реализуются процессы решения задач, связанных с информационным обслуживанием аппаратов административного управления.

В территориальных ИС есть возможности для того, чтобы решать информационные задачи управления, которые относятся к административно-территориальным объектам, которые размещены внутри конкретных территорий.

Работа муниципальных ИС происходит внутри органов местного самоуправления, чтобы вести информационное обслуживание специалистов и обеспечивать обработку различных прогнозов. Также контролируются и регулируются различные виды работы по всем звеньям социально-экономических областей.

Если вести классификацию относительно областей работы энергетических объекты, то она связана с производственно-хозяйственной деятельностью предприятий и организаций. К ним относятся автоматизированные информационные системы промышленности и сельского хозяйства, транспорта, связи, банковские ИС и др.

Наибольшее распространение получили ИС организационного управления, которые предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. Учитывая наиболее широкое применение и разнообразие этого класса систем, часто различные информационные системы понимаются именно в этом толковании. Среди таких ИС можно отметить информационные системы, связанные с управлением промышленными, а также непромышленными энергетическими объектами. В качестве основных функций в таких системах можно указать наличие оперативного контроля и регулирования, оперативного учета и анализа, процедуры перспективного и оперативного планирования.

Список литературы

1. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
2. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

3. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.

4. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.

5. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.

6. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

7. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

8. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

9. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

10. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

Abrosimov Ivan Petrovich, Specialist

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

ON SOME POSSIBILITIES OF MANAGING ENERGY SYSTEMS ON THE BASIS OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Annotation: The article is devoted to the analysis of issues related to the possibilities of managing energy systems on the basis of information technologies.

Key words: information technology, energy system, management.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОРПУСА ТНВД

Баринов Алексей Игоревич, аспирант

(lenya.barinov.99@yandex.ru)

*Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г.Курск, Россия*

В этой статье рассмотрено исследование коррозионной стойкости топливного насоса высокого давления (ТНВД). Даны основные определения и раскрыто понятие коррозионной стойкости.

Ключевые слова: газодинамическое напыление, ТНВД, ДВС, процесс электроэрозии, элементный анализ.

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики, и эффективная логистика играет в ней ключевую роль. Различная спецтехника стала надежным партнером для сельскохозяйственных предприятий, обеспечивая перевозку сельскохозяйственной продукции и содействуя развитию аграрного сектора.

Различная спецтехника в АПК широко используется для перевозки сельскохозяйственной продукции. Но агрегаты техники постоянно подвержены нагрузкам, из-за чего выходят из строя. Так как новые детали обходятся в большие затраты, можно прибегнуть к методу восстановления и упрочнения деталей.

Испытания адгезионной/когезионной стойкости к царапанию проводили на скретч-тестер «Revetest (CSM Instruments)» Он включает оценку их поведения в агрессивных средах путем испытаний, например, в камере соляного тумана, где распыляется раствор хлорида натрия. Оценка включает визуальное определение повреждений, измерение площади очагов коррозии, а также расчет скорости коррозии и других показателей, таких как потеря массы или глубина питтинговой коррозии. [1,2]

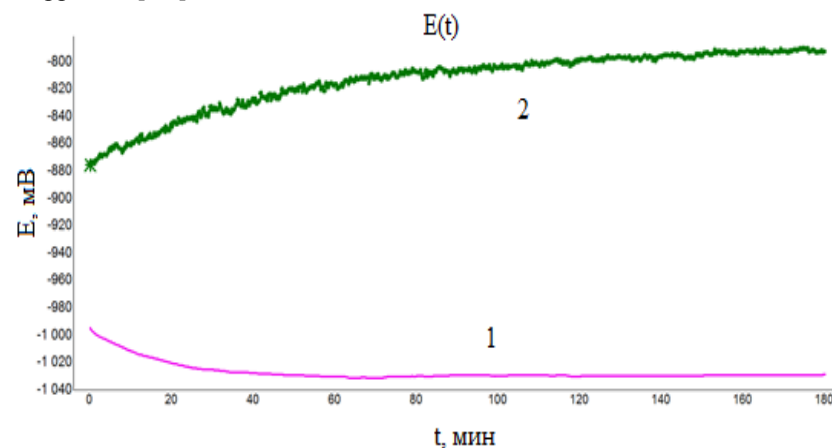


Рис. 1. Потенциал $E_{рц}$: 1 – подложка; 2 – ХГД-покрытие

Прибор оценивает адгезию тонких покрытий путем нанесения царапины с увеличивающейся нагрузкой до момента разрушения покрытия, что позволяет определить критическую нагрузку, при которой происходит отслоение. Прибор отслеживает поверхность образца и корректирует нагрузку, следуя изгибам, что обеспечивает надежные измерения даже на сложных, изогнутых поверхностях. [3,4]

Результаты измерений потенциала разомкнутой цепи материалов E_{pc} для ХГД-покрытий и подложки приведены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что при погружении образца с ХГД-покрытием на основе электроэрозионных порошков на 180 мин. в 3,5%-ый NaCl потенциал разомкнутой цепи (E_{pc}) у подложки снижается, а у ХГД-покрытий повышается. Это свидетельствует о высокой коррозионной стойкости ГДП.

Результаты измерений поляризационных кривых ХГД-покрытий и подложки представлены на рис. 2.

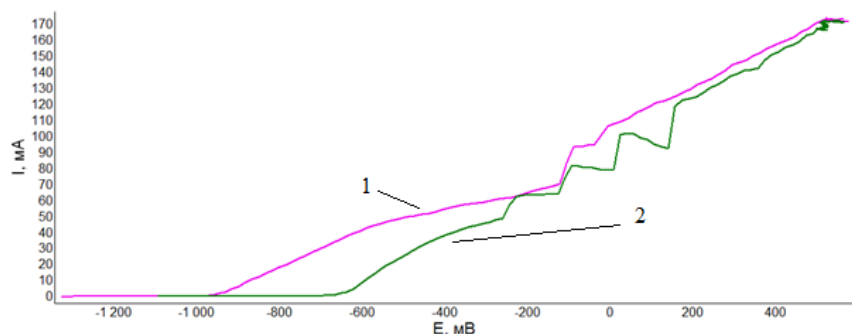


Рис. 2. Поляризационные кривые: 1 – подложка; 2 – ХГД-покрытие

Из рис. 2 видно, что в процессе испытания в среде 3,5%-ого NaCl у ГДП и подложки с течением времени образуются очаги коррозии, причем в большей степени у подложки. [5,6]

Сводные результаты исследования коррозионной стойкости исследуемых образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты исследования коррозионной стойкости образцов

Образец	E_{pc0} , мВ	E_{pc3} , мВ	E_k , мВ	I_k , мА	E_{kT} , мВ	I_{kT} , мА
Подложка	-1034,6	-1316,4	42,4	112,44	-1087,8	0,0025688
ГДП	-787,2	-1067,5	268,5	136,51	-771,2	0,0064576

Примечание: E_{pc0} – потенциал разомкнутой цепи в начале испытания; E_{pc3} – потенциал разомкнутой цепи через три часа после погружения образца в рабочий раствор; E_k – потенциал коррозии; I_k – ток коррозии; E_{kT} – потенциал коррозии, полученный экстраполяцией Тафеля; I_{kT} – ток коррозии, полученный экстраполяцией Тафеля

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования, направленные на изучение состава, структуры и коррозионных свойств, показали более высокие характеристики ХГД-покрытий на основе электроэрозионных порошков по сравнению с подложкой, на которую они были нанесены, что обеспечит им больший срок эксплуатации (ресурс).

Полученные результаты могут использоваться нами для разработки и подбора порошка для восстановления корпуса ТНВД, изготовленных на основе ресурсосберегающих технологий, с целью повышения их эксплуатационных свойств. [7]

На основании проведенных исследований, исследуя коррозионную стойкость корпуса ТНВД, мы можем получить электроэрозионный порошок, затем с помощью газодинамического напыления нанести смесь электроэрозионного порошка с добавлением стандартного, восстановить ТНВД.

Список литературы

- Агеев, Е. В. Восстановление и упрочнение деталей автотракторной техники порошками, полученными электроэрозионным диспергированием отходов твердых сплавов / Е. В. Агеев, Р. А. Латыпов // Международный научный журнал. – 2011. – № 5. – С. 103-106.
- Агеева, А. Е. Рентгенофлуоресцентный анализ элементного состава металлоотходов вольфрама, никеля и меди / А. Е. Агеева, О. Г. Локтионова, Д. А. Улитин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 20-31. – DOI 10.21869/2223-1528-2023-13-4-20-31.
- Агеева, Е. В. Исследование элементного состава свинцово-сурьмянистых сплавов методом рентгенофлуоресцентного анализа / Е. В. Агеева, М. С. Королев, Ю. С. Воробьев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2020. – Т. – Т.
- Агеев, Е. В. Восстановление корпусных деталей агрегатов автомобиля КГП с электроэрозионными материалами / Е. В. Агеев, С. А. Грашков, С. В. Хардинов. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2020. – 174 с. – ISBN 978-5-907356-02-3.
- Агеева, Е. В. Исследование элементного состава свинцово-сурьмянистых сплавов методом рентгенофлуоресцентного анализа / Е. В. Агеева, М. С. Королев, Ю. С. Воробьев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2020. – Т. – Т.
- Исследование элементного состава корпуса ТНВД / Баринов А.И., Серебровский В.И. // Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов. Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции. Курск, 2025. С. 44-49.
- ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРПУСА ТНВД ХГДН / Баринов А.И. / Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2025. С. 17-20.

Barinov Aleksey Igorevich, graduate student

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

STUDY OF CORROSION RESISTANCE OF THE FUEL PUMP HOUSING

Abstract: This article examines the corrosion resistance of high-pressure fuel pumps (HPFPs). Key definitions are provided and the concept of corrosion resistance is explained.

Key words: gas-dynamic spraying, high-pressure fuel pump, internal combustion engine, electrical erosion process, elemental analysis.

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ СЕЛЬХОЗПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Барсова Карина Максимовна, студент
(e-mail: barsovak@icloud.com)

Мясоедова Марина Анатольевна, к.т.н., доцент
(e-mail: lady.mysoeдова@yandex.ru)

Мамонова Людмила Геннадьевна, к.э.н., доцент
(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

*Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г.Курск, Россия*

В статье рассмотрены современные исследования и практические решения, направленные на снижение энергетических потерь в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Подчёркнута специфика аграрного сектора, характеризующегося неравномерностью нагрузок, удалённостью потребителей и высокой протяжённостью линий электропередачи. Приведены примеры внедрения интеллектуальных систем управления, цифровых технологий мониторинга, распределённой генерации и энергоэффективного оборудования. Отмечается, что минимизация потерь требует комплексного подхода, включающего техническую модернизацию, цифровизацию процессов и рациональное использование энергии.

Ключевые слова: электроснабжение, сельское хозяйство, энергетические потери, энергоэффективность, умные сети, распределённая генерация, рациональное использование энергии.

Электроснабжение сельского хозяйства — это важнейший элемент функционирования агропромышленного комплекса, от которого напрямую зависит уровень механизации, автоматизации и технологичности производства. При этом специфика отрасли накладывает ряд особенностей: высокая энергоёмкость процессов орошения и перекачки воды, использование электроприводных систем в животноводстве, большие затраты на хранение и переработку продукции. Нагрузки носят ярко выраженный сезонный характер, что приводит к колебаниям потребления и снижает эффективность работы сетей. Дополнительно фактор удалённости сельхозпотребителей от центров энергоснабжения обуславливает необходимость протяжённых линий электропередачи, где потери энергии в проводах и трансформаторах достигают значительных величин.

По данным исследований, в сельских электрических сетях низкого напряжения уровень технологических потерь нередко превышает 15–20 % от общего объёма передаваемой энергии, что существенно выше, чем в городских условиях. Учитывая растущие требования к энергоэффективности и экологической устойчивости, проблема снижения этих потерь приобретает стратегическое значение для развития отрасли [1].

Современные исследования по снижению энергетических потерь в сельском хозяйстве можно условно разделить на три взаимосвязанных направления: техническая модернизация сетей, внедрение цифровых и интеллектуальных систем управления, а также переход к распределённой генерации и использованию энергоэффективного оборудования.

Первое направление связано с улучшением качества и надёжности электрических сетей. Одним из базовых решений является применение проводов с пониженным активным сопротивлением, что позволяет снизить потери на участках большой протяжённости. Кроме того, широкое распространение получили компенсирующие устройства, такие как батареи статических конденсаторов и статические вар-компенсаторы, которые уменьшают потребление реактивной мощности и стабилизируют напряжение. Практика показывает, что при использовании таких установок уровень потерь может снижаться на 8–12 %. В ряде регионов России проведены пилотные проекты по замене трансформаторов с высоким уровнем холостого хода на современные малопоточные аналоги, что также даёт ощутимый эффект.

Второе направление связано с цифровизацией и внедрением интеллектуальных систем управления. Концепция «умных сетей» предполагает оснащение распределительных сетей датчиками, автоматическими выключателями, системами дистанционного мониторинга и управления. В сельском хозяйстве, где традиционно отсутствует плотная сеть диспетчерских центров, такие решения позволяют своевременно выявлять аварийные режимы, предотвращать перегрузки и балансировать нагрузку между различными потребителями. Примером является внедрение систем автоматизированного учёта электроэнергии (АСКУЭ), позволяющих не только фиксировать фактическое потребление, но и выявлять несанкционированные подключения, которые увеличивают суммарные потери в сетях [2–3].

Третье направление исследований — развитие распределённой генерации. Установка солнечных панелей на крышах теплиц, внедрение ветрогенераторов в регионах с подходящими климатическими условиями, использование биогазовых установок на фермах не только обеспечивают хозяйства собственной электроэнергией, но и существенно сокращают протяжённость сетей, через которые должна передаваться энергия. По оценкам экспертов, локализация генерации позволяет снизить сетевые потери на 20–30 % в сравнении с централизованной схемой.

Отдельного внимания заслуживает совершенствование сельскохозяйственного оборудования. Современные насосные станции оснащаются частотно-регулируемыми приводами, которые автоматически подстраивают скорость работы под текущую потребность в воде. Это снижает нагрузку на электросети и сокращает энергозатраты до 25 %. В системах освещения всё шире применяются светодиодные технологии, которые позволяют уменьшить потребление энергии на 40–60 % по сравнению с традиционными лампами накаливания и люминесцентными источниками. В животноводческих комплексах внедряются системы автоматического управления вентиляцией, обеспечивающие подачу воз-

духа в зависимости от фактического состояния микроклимата, а не по фиксированному режиму[4].

Применение накопителей энергии в сельском хозяйстве пока остаётся экспериментальным направлением, однако первые проекты демонстрируют высокую эффективность. Аккумуляторные системы позволяют сглаживать пики нагрузки, обеспечивать бесперебойную работу критически важного оборудования и снижать сетевые потери, возникающие при резких изменениях потребления. Например, успешно апробированы системы с литий-ионными аккумуляторами на молочных фермах, что дало возможность снизить до 10 % пиковые потери.

Таким образом, современные исследования показывают, что снижение энергетических потерь невозможно рассматривать исключительно в рамках инженерных мероприятий. Оно требует комплексного подхода, включающего модернизацию инфраструктуры, внедрение цифровых систем управления, применение энергоэффективного оборудования и организацию локальной генерации.

Минимизация потерь при электроснабжении сельхозпотребителей является важнейшей задачей, имеющей экономическое, технологическое и экологическое значение. Опыт отечественных и зарубежных исследований показывает, что снижение потерь достигается сочетанием инженерных и цифровых решений, внедрением интеллектуальных систем управления и активным использованием распределённой генерации. Примеры внедрения частотно-регулируемых электроприводов, светодиодного освещения, аккумуляторных систем и компенсирующих устройств подтверждают значительный потенциал в повышении энергоэффективности аграрного сектора[5].

В перспективе агропромышленный комплекс может стать не только потребителем, но и активным участником энергетического рынка, формируя собственные источники генерации и обеспечивая баланс нагрузки в сетях. Такой подход позволит снизить издержки производства, повысить устойчивость сельских территорий и внести весомый вклад в энергетическую и экологическую безопасность страны.

Список литературы

1. Новохатский Д.С., Мясоедова М.А., Электрические сети в сельской местности и их надёжность // Сб.: Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах. Курск, 2025. С. 228-231.
2. Масалов И.В., Мясоедова М.А. Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии в сельском хозяйстве // Сб.: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2025. С. 83-88.
3. Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. Актуальные проблемы и перспективы энергосетевого комплекса России // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра, сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2022. С.124-126.
4. Мясоедова М.А., Ароян А.В. К вопросу повышения энергоэффективности электрооборудования // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра, сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск, 2023. С.392-395.

5. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Способы повышения энергоэффективности и энергосбережения в предприятиях АПК // Сб.: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2021. С. 288-293.

6. Рыжов А.А., Мясоедова М.А., Ресурсосберегающие технологии. Взгляд в будущее // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 268-271.

Barsova Karina Maksimovna, student

(e-mail: barsovak@icloud.com)

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Myasoedova Marina Anatolyevna, associate professor

(e-mail: lady.mysloedova@yandex.ru)

State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Mamonova Lyudmila Gennadievna, associate professor

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

MODERN RESEARCH IN REDUCING ENERGY LOSSES IN POWER SUPPLY FOR AGRICULTURAL CONSUMERS

The article examines modern research and practical solutions aimed at reducing energy losses in power supply systems for agricultural consumers. The specific features of the agricultural sector are highlighted, including irregular loads, remote consumers, and long-distance power transmission lines. Examples of implementing smart grid technologies, digital monitoring systems, distributed generation, and energy-efficient equipment are presented. It is emphasized that minimizing losses requires a comprehensive approach that combines technical modernization, digitalization of processes, and rational use of energy.

Keywords: *power supply, agriculture, energy losses, energy efficiency, smart grids, distributed generation, rational energy use.*

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СВЕКЛОВИЧНОГО КУЛЬТИВАТОРА

Башкирев Анатолий Петрович, д.т.н., профессор

e-mail: tmv46@mail.ru

Проскурин Эдуард Владимирович, аспирант

e-mail: proskurin@yandex.ru

Чаплыгина Ирина Анатольевна, соискатель

chaplqina_irina46@mail.ru

*Курский государственный аграрный университет им. И.И.Иванова,
г.Курск, Россия*

*В статье рассмотрены особенности работы культиваторов для между-
рядной обработки почвы при возделывании сахарной свеклы в Курской области
с учетом особенностей ее возделывания.*

Ключевые слова: сахарная свекла, технология, культиватор, рабочие органы.

Многие исследователи считают, что междурядные механические обработки необходимы как для борьбы с сорняками, так и для улучшения агрофизических свойств почвы [50, 51, 70, 76]. По их мнению, уплотнение почвы в междурядьях ведёт к дефициту влаги, снижению аэрации почвы, что приводит к снижению ее микробиологической деятельности и уменьшению содержания в ней основных элементов питания.

В посевах сахарной свеклы сорняки уничтожают механическим способом, то есть подрезание их стрелчатými лапами культиваторов при выполнении между-
рядной обработки. Однако, независимо от ширины междурядий и от того по какой культуре проводится обработка посевов, всегда есть защитная зона. Защитная зона нужна для того, чтобы, во-первых, не срезать культурные растения во время обработки междурядий, а во-вторых, чтобы частицы почвы, которые будут поднимать, и перемещать лапы культиваторов, не присыпали и не травмировали листья. Учитывая это, по обе стороны от оси рядка создается защитная полоса, которая представляет собой ленту.

Первая междурядная обработка проводится для уничтожения сорняков и почвенной корки при помощи культиваторов со специальными бритвами для рыхления междурядий. Ее рекомендуется проводить при появлении первых дружных всходов на глубину около 5 см. Для предотвращения засыпания свеклы пропашные культиваторы должны быть оснащены защитными дисками [64, 73, 76].

Вторая и последующие междурядные обработки проводятся с целью рыхления почвы уничтожения сорняков и внесения подкормок. Глубина рыхления при второй 10-12 см., при третьей обработке 6-8 см.

Рабочие органы пропашных культиваторов делятся на четыре группы:

1. Полольные – для подрезания сорняков и рыхления почвы.
2. Рыхлящие – для рыхления почвы, частичного уничтожения сорняков, заделки удобрений.

3. Окучивающие – для присыпания сорняков в рядках растений, формирования гребней.

4. Специальные – для защиты растений от присыпания и повреждений, обеспечения точности вождения агрегата и других видов работ.

К полольным рабочим органам относятся односторонние плоскорежущие лапы (бритвы), стрелчатые плоскорежущие лапы, стрелчатые универсальные лапы- правые и левые с шириной захвата 85, 120, 150, 165 и 250 мм.

Лапа затачивается сверху с углом заточки 8...10 до толщины лезвия не более 0,5 мм.

Стрелчатые плоскорежущие лапы выпускают с шириной захвата 145, 150, 160, 220, 250 мм. Глубина обработки полольными лапами 4...8 см.

Стрелчатые универсальные лапы в отличие от плоскорежущих имеют угол раствора 60...65 град.и шириной захвата 220...385 мм. Все лапы выпускаются с возможностью к самозатачиванию.

Рыхлящие рабочие органы подразделяются на долотообразные лапы, подкормочные ножи, пружинные пропашные боронки, ротационные игольчатые диски, роторы пропашные, ротационные батареи, ротационные бороны.

Долотообразные лапы представляют собой стойку с отогнутым вперед расширенным носком. Носок заострен в виде долота шириной 20 мм и поэтому хорошо заглубляется даже на твердых сильноуплотненных почвах.

Глубина рыхления – до 16 см без перемешивания почвы.

Пружинная пропашная боронка служит для рыхления почвы и вычесывания нитевидных сорняков в защитной зоне и в междурядьях высокостебельных культур. Глубина обработки регулируется сжатием пружины 5.

Ротационные игольчатые диски применяют для разрушения почвенной корки и уничтожения слабо укоренившихся сорняков в междурядьях и защитных зонах высокостебельных культур на ранних стадиях развития. Диски имеют зубья в виде изогнутых игл. Зубья, заглубляясь до 9 см в почву, рыхлят ее и уничтожают сорняки. Диски бывают диаметром 350, 450 и 520 мм.

Ротационная батарея служит для разрушения почвенной корки и сплошного рыхления почвы до появления всходов, рыхления почвы в междурядьях и защитных зонах свеклы и овощных культур.

Окучивающие рабочие органы (корпуса) применяют для образования гребня по оси рядка, уничтожения сорняков в междурядьях и присыпания их в защитной зоне. Окучивающие корпуса бывают с цилиндрической рабочей поверхностью (на жесткой или пружинной стойках), с универсальной стрелчатой лапой, в виде сферических дисков, прутковые на пружинной С-образной стойке, в виде ярусных лап. К окучивающим рабочим органам можно отнести лапы-отвальчики и сферические диски.

К специальным рабочим органам относятся щитки, щитки-домики, плоские диски, прутковые роторы, шелерезы-направители.

Щитки, плоские диски, щитки-домики применяются для защиты растений от повреждений и присыпания при работе на повышенных скоростях. Щитки и

плоские диски устанавливаются по высоте с просветом 1...2 см от поверхности почвы. По ходу движения середину щитка (диска) смещают на 20 см назад относительно носка лапы, окучника.

Прутковые роторы предназначены для разрушения почвенных комков, выравнивания и уплотнения почвы. Используются роторы при сплошной обработке почвы перед посевом.

Щелерез-направитель представляет собой плоский черенковый нож. При установке на сеялке он прорезает в будущем междурядье щели глубиной до 35 см при минимальной защитной зоне 3...5 см. Уменьшение защитных зон позволяет снизить засоренность полей.

Возможные варианты расстановки рабочих органов культиватора представлены на рис. 1.

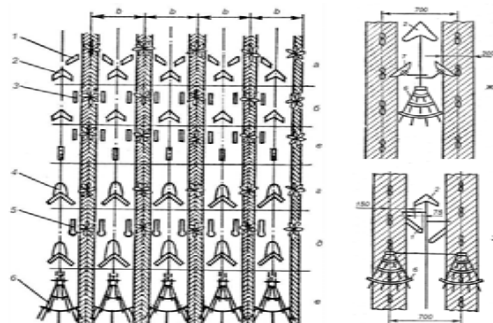


Рисунок 1. Схемы расстановки рабочих органов культиватора в междурядьях

а – подрезание сорняков и рыхление почвы; б – глубокое рыхление почвы и подрезание сорняков; в – глубокое рыхление почвы; г – окучивание; д – глубокое рыхление почвы с внесением удобрений и окучиванием; е – боронование; ж – с присыпанием сорняков в защитной зоне; з – с подрезанием сорняков и рыхлением защитной зоны; 1 – односторонняя плоскорежущая лапа; 2 – стрельчатая лапа; 3 – долотообразная лапа; 4 – окучник; 5 – подкормочный нож; 6 – пружинная прополочная борона; 7 – сферический диск.

Список литературы

1. Возделывание сахарной свеклы в Курской области/ Башкирев А.П., Ковалев И.И.// В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 12-15.
2. Особенности предпосевной подготовки почвы/ Башкирев А.П., Харламов Е.С.// В сборнике: Энергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 44-45.
3. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы/ Башкирев А.П., Климов Н.С., Соколов А.А., Оболенский Н.А.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 3-4.

4. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов/ Башкирев А.П., Семькин В.А.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 1. С. 40.
5. Дrajжированные семена сахарной свеклы и их изменчивость/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Грашков С.А., Ковалев И.И., Холодилин Д.Л.// В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 38-43.
6. Результаты экспериментальных исследований свекловичной сеялки/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Пашин Е.А. // Наука в центральной России. 2020. № 5 (47). С. 18-24.
7. Механические высевальные аппараты свекловичных сеялок/ Башкирев А.П., Ковалев И.И.// В сборнике: Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки. сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 9-10.
8. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы / А. П. Башкирев, Н. С. Климов, А. А. Соколов, Н. А. Оболенский // Научное обеспечение агропромышленного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 29–31 января 2014 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2014. – С. 3-4. – EDN UJLPNV.
9. Башкирев, А. П. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов / А. П. Башкирев, В. А. Семькин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 1. – С. 40. – EDN НУКТЕР.
10. Дrajжированные семена сахарной свеклы и их изменчивость / А. П. Башкирев, А. А. Шварц, С. А. Грашков [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 38-43. – EDN WZCXBA.
11. Башкирев, А. П. Обоснование периодичности полива картофеля / А. П. Башкирев, Н. С. Шершнева // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 36-37. – EDN SUQNLF.
12. Башкирев, А. П. Возделывание сахарной свеклы в Курской области / А. П. Башкирев, И. И. Ковалев // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 03–04 декабря 2020 года. Том Часть 4. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2020. – С. 12-15. – EDN ECPPUZ.

Bashkirev Anatoly Petrovich, Dr. of Engineering, Professor

Proskurin Eduard Vladimirovich, postgraduate student,

Chaplygina Irina Anatolyevna, applicant

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

FEATURES OF THE WORKING BODIES OF THE BEET CULTIVATOR

The article discusses the features of cultivator operation for inter-row tillage of sugar beet in the Kursk region, taking into account the specifics of its cultivation.

Keywords: sugar beet, technology, cultivator, working bodies.

СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВЫКАПЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Башкирев Анатолий Петрович, д.т.н., профессор
e-mail: tmv46@mail.ru

Поздняков Александр Александрович, аспирант
e-mail: Pozdnaa@yandex.ru

Сергеев Кирилл Александрович, аспирант
e-mail: Sergeev1999@yandex.ru

Чаплыгина Ирина Анатольевна, соискатель
chapluyina_irina46@mail.ru.

Курский государственный аграрный университет им. И.И.Иванова,
г.Курск, Россия

В статье рассмотрены современные свеклоуборочные комбайны для выкапывания корнеплодов сахарной свеклы в Курской области с учетом особенностей ее возделывания и уборки.

Ключевые слова: свеклоуборочный комбайн, сахарная свекла, технология, выкапывающие рабочие органы.

Центральное Черноземье и Курская область являются основными производителями сахарной свеклы. Технология уборки сахарной свеклы нацелена на получение минимальных потерь и повреждений и максимального сохранения урожая. Технология возделывания сахарной свеклы предполагает посев с шириной междурядья 45 см механическими и пневматическими сеялками точного высева [1.2.3]. При этом она должна проводиться в период технической спелости корнеплодов и максимальной сахаристости. Требования сахарных заводов – это не менее 16% сахаристости корнеплодов. Сахарная свекла имеет большие перспективы в дальнейшем развитии как по увеличению площадей посева так и по увеличению урожайности [1.2.3].

Увеличение площадей посева сахарной свеклы и повышения ее урожайности зависит от многих факторов: повышение потребности в сахаре, новые сорта сахарной свеклы, применение эффективных удобрений и средств защиты растений а также применение современных машин и оборудования для ее производства.

Отечественные и зарубежные производители специализированной техники для возделывания и уборки сахарной свеклы на сегодняшний момент предлагают большой набор машин для ее уборки [1.2.3]. Агротехнические требования для уборки корнеплодов сахарной свеклы оценивают как потери массы за счет потерь от срезания ботвы так и за счет потерь хвостовой части.

Агротехнические требования устанавливают, что при уборке ботвы потери не должны превышать 2%, загрязненность землей не должна превышать 0,5 %, плоскость среза должна проходить не ниже зоны спящих глазков, но и не выше 2см от основания листьев. Количество корней с низким срезом до 10%, с высоким срезом и с не обрезанной ботвой – 8%. Общая загрязненность вороха кор-

неплодов не должна превышать- 10%, в том числе растительных остатков не более -3%, потери в почве корнеплодов по массе не более 1,5%. Общие повреждения корнеплодов не должно превышать – 20%, в т.ч сильные повреждения не более 12%

Машины для выкапывания сахарной свеклы должны полностью удовлетворять вышеуказанным условиям.

На полях для выкапывания корнеплодов сахарной свеклы используются в основном свеклоуборочные комбайны зарубежных производителей.



Рис 1 Свеклоуборочный комбайн Ropa Euro-Tiger V8-3

Предназначен для уборки сахарной свёклы с междурядья 45 см, выкапывает 6 рядков .

Вес бункера объемом более 40 куб.м равномерно распределяется на 3 оси. Благодаря автоматической регулировке нагрузки на ось полная разгрузка бункера осуществляется всего за 60 сек. Вес 15т.

Ботвоуборочный агрегат, вальцы корчевателя, приемный транспортер и сепарирующие звезды позволяют индивидуально настраивать производительность очистки. Оптимальный эффект очистки происходит за счет автоматического подбора числа оборотов. Управляемый с помощью процессора излом рамы позволяет получить оптимальные результаты во время работы и обеспечивает высокую маневренность при движении по дорогам. Излом рамы на 60° (30° вправо и влево) позволяет достигать минимального радиуса поворота.

Регулирование высоты опускания ботвоудалителя осуществляется 2-мя опорными колёсами, которые смонтированы непосредственно спереди корпуса ботвоудалителя. Изменение регулировки высоты возможно индивидуально слева и справа, а также синхронно джойстиком. Установленная разгрузка гидравлических цилиндров БМ отображается на цветном терминеале.



Рис 2 Свеклоуборочный комбайн Maxtron 620 фирмы GRIMME

Предназначен для уборки 6 рядов сахарной свеклы с междурядьем 45 см, объем бункера 33 м³. За один проход срезается ботва, проводится дообрезка головок корнеплодов, выкапывание их вибрационными копачами и последующая доочистка корнеплодов на сепарирующих рабочих органах. Очищенные корнеплоды от почвы и растительных остатков передается в бункер.

Система сепарации и транспортировки корнеплодов "Optiflow" рассчитана на максимально бережную уборку при одновременном повышении производительности. Транспортировка выкопанных корнеплодов происходит посредством просеивающего транспортера и вальцевой группы по всей ширине захвата. Конструкция сепарирующего устройства без сужения потока корнеплодов обеспечивает щадящую транспортировку корнеплодов.

Преимущества:

- 7 копирующих колес с автоматическим контролем заглубления для оптимальной глубины копки;
- Параллелограмное ведение дообрезчика с регулировкой толщины среза обеспечивает постоянно горизонтальный срез корнеплодов;
- Активные дисковые копачи с гидравлическим приводом и боковым смещением делают возможным корчевание корнеплодов на полях с невыдержанными размерами междурядий;
- Автоматическая регулировка положения бункеронаполняющего транспортера для выдерживания постоянной высоты падения корнеплодов в трапезиевидный бункер;

Список литературы

1. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы/ Башкирев А.П., Климов Н.С., Соколов А.А., Оболенский Н.А. // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 3-4.
2. Дрожжированные семена сахарной свеклы и их изменчивость/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Грашков С.А., Ковалев И.И., Холодилин Д.Л. // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 38-43.
3. Результаты экспериментальных исследований свекловичной сеялки/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Пашин Е.А. // Наука в центральной России. 2020. № 5 (47). С. 18-24.
4. Fundamental principles of pulsed light technique in food preservation: mini review/ Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A. // Entomology and Applied Science Letters. 2016. Т. 3. № 3. С. 47-49.
5. Механические высевающие аппараты свекловичных сеялок/ Башкирев А.П., Ковалев И.И. // В сборнике: Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки. сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 9-10.
6. Возделывание сахарной свеклы в Курской области / Башкирев А.П., Ковалев И.И. // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 12-15.
7. Рамазанов АГ. Вибрационные процессы и целесообразность их использования в свеклоуборочных машинах (обзор, анализ, проблема). Воронеж: Истоки, 2003. — 54 с.

8. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов/ Башкирев А.П., Семькин В.А. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 1. С. 40.

9. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы / А. П. Башкирев, Н. С. Климов, А. А. Соколов, Н. А. Оболенский // Научное обеспечение агропромышленного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 29–31 января 2014 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2014. – С. 3-4. – EDN UJLPNV.

10. Башкирев, А. П. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов / А. П. Башкирев, В. А. Семькин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 1. – С. 40. – EDN НУКТЕР.

11. Дрожжированные семена сахарной свеклы и их изменчивость / А. П. Башкирев, А. А. Шварц, С. А. Грашков [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 38-43. – EDN WZCXBA.

12. Башкирев, А. П. Обоснование периодичности полива картофеля / А. П. Башкирев, Н. С. Шершнева // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 36-37. – EDN SUQNLF.

13. Башкирев, А. П. Возделывание сахарной свеклы в Курской области / А. П. Башкирев, И. И. Ковалев // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 03–04 декабря 2020 года. Том Часть 4. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2020. – С. 12-15. – EDN ECPPUZ.

Bashkirev Anatoly Petrovich, Doctor of Engineering, Professor, (e-mail: tmv46@mail.ru)
Pozdnyakov Alexander Alexandrovich, Postgraduate Student, e-mail: Pozdnaa@yandex.ru.
Kirill Aleksandrovich Sergeev, postgraduate student, e-mail: Sergeev1999@yandex.ru
Chaplygina Irina Anatolyevna, applicant, chaplygina_irina46@mail.ru.
Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

MODERN MACHINES FOR DIGGING SUGAR BEETS

The article discusses modern beet harvesters for digging up sugar beet roots in the Kursk region, taking into account the specifics of its cultivation and harvesting. Keywords: beet harvester, sugar beet, technology, digging working bodies.

КАЧЕСТВО ВЫКАПЫВАНИЯ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**Башикирев Анатолий Петрович**, д.т.н., профессорe-mail: tmv46@mail.ru**Поздняков Александр Александрович**, аспирантe-mail: Pozdnaa@yandex.ru**Сергеев Кирилл Александрович**, аспирантe-mail: Sergeev1999@yandex.ru**Чаплыгина Ирина Анатольевна**, соискательe-mail: chaplygina_irina46@mail.ruКурский государственный аграрный университет им. И.И.Иванова,
г.Курск, Россия

В статье рассмотрены показатели качества выкапывания корнеплодов сахарной свеклы современными свеклоуборочными комбайнами в Курской области с учетом особенностей ее возделывания и уборки.

Ключевые слова: потери, повреждения, загрязненность, свеклоуборочный комбайн, сахарная свекла, технология, выкапывающие рабочие органы.

Уборка сахарной свеклы в Курской области чаще всего проводится в сложных почвенно-климатических условиях. Если приходят ранние дожди в сентябре-октябре, то почва большей частью переувлажненная [1,2]. Если в сентябре-октябре дождей нет, то почва пересушенная и твердая. В такие периоды выкапывание сахарной свеклы сопряжено со значительными потерями, повреждениями и загрязненностью вороха корнеплодов, что снижает продовольственную безопасность страны [3,4,5,6].

Агротехнические требования для уборки корнеплодов сахарной свеклы оценивают как потери массы за счет потерь от срезания ботвы так и за счет потерь хвостовой части. Для этого идет постоянное совершенствование выкапывающих рабочих органов свеклоуборочных машин. Совершенствование процесса выкапывания корнеплодов сахарной свеклы в этих условиях позволит значительно сократить потери, повреждения и загрязненность почвой и растительными остатками [7,8]. Для определения уровней качественных показателей выкапывания корнеплодов сахарной свеклы в период уборки с твердой и пересушенной почвой исследовали процесс выкапывания свеклоуборочным комбайном Rora Euro-Tiger V8-3.

Определение условий проведения исследований. Исследования проводили на посевах сорта сахарной свеклы Рекордина КВС. Состояние свекловичного поля перед уборкой характеризовалось следующими показателями. Среднее количество корнеплодов на 1 погонном метре - 4,3 шт., с колебаниями от 3 до 6 шт., средний диаметр корнеплода в зоне его максимального утолщения - 146мм с колебаниями от 63 до 184мм, средняя техническая длина корнеплода - 244мм, с колебаниями от 181 до 269мм, средняя конусность корнеплода составила 28,4град., с колебаниями от 22 до 30,4 град., максимальная, высота выступания головок корнеплодов над почвой-78мм, с колебаниями от 24 до 78 мм, влаж-

ность почвы - 13,4%, твердость почвы - 0,37-0,61 МПа., скорость машины 2 м/с, глубина хода копачей - 6 см. Опытами установлено, при увеличении твердости почвы потери массы корнеплодов увеличиваются и достигают 16,3, что значительно превышает уровень установленный агротехническими требованиями.



Рисунок 1. Свеклоуборочный комбайн Rora Euro-Tiger V8-3

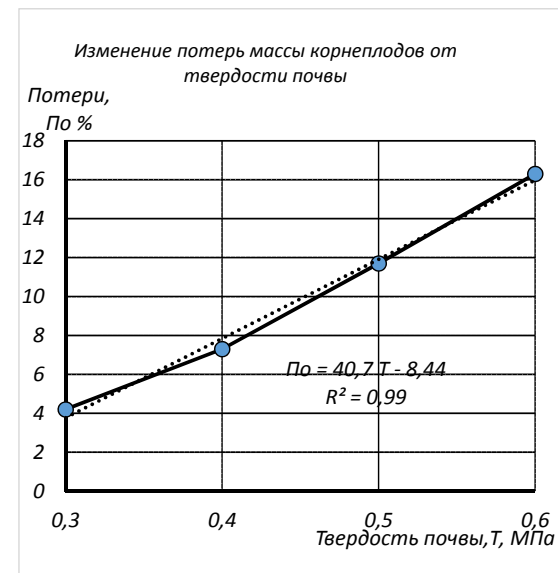


Рисунок 1. Изменение потерь массы корнеплодов сахарной свеклы при выкапывании от твердости почвы

Агротехнические требования устанавливают, что при уборке ботвы потери не должны превышать 2%, загрязненность земель не должна превышать 0,5 %, Общая загрязненность вороха корнеплодов не должна превышать 10%, в том

числе растительных остатков не более -3%, потери в почве корнеплодов по массе не более 1,5%. Общие повреждения корнеплодов не должно превышать – 20%, в т.ч. сильные повреждения не более 12%. Оптимальная твердость почвы не более 0,3МПа. Оптимальная влажность почвы находится в пределах 20-26%.

Определение потерь массы корнеплодов (По,%) позволило установить следующие показатели в зависимости от твердости почвы в период уборки.

Исходя из выше приведенных показателей по условиям уборки сахарной свеклы можем заключить, что твердость почвы имеет значительное влияние на уровень потерь массы корнеплодов. Увеличение твердости почвы ведет к значительному повышению потерь массы, что значительно отличается от оптимальных показателей установленных агротехническими требованиями.

Список литературы

1. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы/ Башкирев А.П., Климов Н.С., Соколов А.А., Оболенский Н.А.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 3-4.
2. Продовольственное обеспечение как составляющая часть экономической безопасности России в условиях санкций / Е. Н. Ноздрачева, С. Г. Боев, В. В. Дуплин, С. А. Харитонов // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2023. – Т. 12, № 3(44). – С. 72-76.
3. Результаты экспериментальных исследований свекловичной сеялки/ Башкирев А.П., Шварц А.А., Пашин Е.А.// Наука в центральной России. 2020. № 5 (47). С. 18-24.
4. Fundamental principles of pulsed light technique in food preservation: mini review/ Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A. // Entomology and Applied Science Letters. 2016. Т. 3. № 3. С. 47-49.
5. Механические высевающие аппараты свекловичных сеялок/ Башкирев А.П., Ковалев И.И.// В сборнике: Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки. сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 9-10.
6. Возделывание сахарной свеклы в Курской области/ Башкирев А.П., Ковалев И.И. // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 12-15.
7. Рамазанов АГ. Вибрационные процессы и целесообразность их использования в свеклоуборочных машинах (обзор, анализ, проблема). Воронеж: Истоки, 2003. — 54 с.
8. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов/ Башкирев А.П., Семькин В.А.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 1. С. 40.
9. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы / А. П. Башкирев, Н. С. Климов, А. А. Соколов, Н. А. Оболенский // Научное обеспечение агропромышленного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 29–31 января 2014 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2014. – С. 3-4. – EDN UJLPNV.
10. Башкирев, А. П. Сравнительная оценка экспериментального и серийного выкапывающих рабочих органов / А. П. Башкирев, В. А. Семькин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 1. – С. 40. – EDN НУКТЕР.
11. Дrajированные семена сахарной свеклы и их изменчивость / А. П. Башкирев, А. А. Шварц, С. А. Грашков [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных ста-

тей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 38-43. – EDN WZCXBA.

12. Башкирев, А. П. Обоснование периодичности полива картофеля / А. П. Башкирев, Н. С. Шершнева // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 36-37. – EDN SUQNLF.

13. Башкирев, А. П. Возделывание сахарной свеклы в Курской области / А. П. Башкирев, И. И. Ковалев // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 03–04 декабря 2020 года. Том Часть 4. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2020. – С. 12-15. – EDN ECPPUZ.

Bashkirev Anatoly Petrovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, (e-mail: tmv46@mail.ru)

Pozdnyakov Alexander Alexandrovich, post-graduate student, e-mail: Pozdnaa@yandex.ru.

Kirill Aleksandrovich Sergeev, postgraduate student, e-mail: Sergeev1999@yandex.ru.

Chaplygina Irina Anatolyevna, applicant, chaplygina_irina46@mail.ru.

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

QUALITY OF DRAUGHTING OF SUGAR BEETROOTS

The article discusses the quality indicators of sugar beet root extraction by modern beet harvesters in the Kursk region, taking into account the specifics of its cultivation and harvesting.

Keywords: losses, damage, and contamination. beet harvester, sugar beet, technology, and extraction working parts.

УДК 628.3

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Бриндукова Екатерина Евгеньевна, к.с.-х.н., доцент
(e-mail: brindikova@rambler.ru)*

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье описана высокоэффективная система обеззараживания и доочистки сточных вод молочного производства. Проведены энергетические и конструктивные расчеты линии обеззараживания и доочистки сточных вод, обоснован наиболее рациональный состав линии доочистки и обеззараживания сточных вод.

Ключевые слова: молочное производство, сточные воды, нефнежироуловитель, жирослам, флотатор, флотошлам, взвешенные вещества, БПК₅, ХПК, фосфаты, нефтепродукты, бактерии, ультрафиолет.

Сельское хозяйство тесно связано со многими жидкими средами: одни из них используются при выращивании животных и растений; другие идут на реализацию; третьи - являются побочными продуктами функционирования отраслей АПК к которым относятся сточные воды. Сточные воды - основной источник загрязнения водоемов. Они состоят из жидких или разбавленных водой плот-

ных отходов. Различают хозяйственно-бытовые (фекальные, кухонные, банно-прачечные), производственные (после использования на предприятиях), ливневые (содержащие в основном микрофлору почвы и воздуха) и комбинированные сточные воды. В санитарно-эпидемиологическом отношении наибольшую опасность представляют фекальные стоки и стоки кожевенных, шерстеобрабатывающих предприятий, предприятий молочного производства, мясокомбинатов, боен, биофабрик [1,2,13].

Сохранение водных ресурсов и предупреждение загрязнения окружающей среды - важнейшая социально-экономическая проблема.

Представленное оборудование предназначено для очистки промышленных стоков молочного комбината. Производительность установок 500 м³/сут.

Очистка сточных вод предусматривается по следующей технологической схеме:

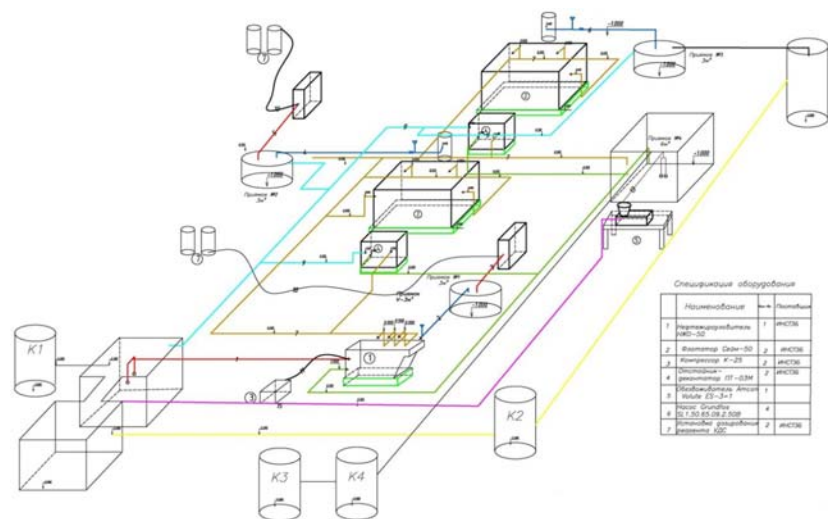


Рисунок 1 - Расположение технологического оборудования

I этап: Сточная вода, собранная с молочного комбината, по трубопроводу попадает в усреднитель расхода сточных вод, объемом 84 м³. Из усреднителя при помощи погружных насосов подается на установку НЖО - 50, где происходит осаждение осадка и сбор жира (рисунок 2). Исходная вода подается в камеру аэрации 1 через штуцер 11. В камере аэрации вода подвергается барботажу воздухом от компрессора с помощью аэраторов 3. Жир всплывает на поверхность, а взвешенные вещества по наклонным стенкам пускаются на дно. Далее вода попадает в камеру ТСЭ, где выделяются более мелкие капли жира и взвешенные вещества. Очищенная вода удаляется через водослив 4 и затвор 6 или 7. Жир и нефтепродукты, накопившейся на поверхности, сгребаются лопатками 8 и через штуцер 10 удаляется. Для удаления взвешенных частиц, выде-

ленных в камере аэрации 1 и в камере ТСЭ предназначены затворы 10. Уровень воды в камерах аэрации и ТСЭ регулируется шиберами 5. Обратный клапан 13 предотвращает попадание воды в воздушную линию при остановке компрессора. Запорный клапан 14, 15 предназначены для регулирования расхода воздуха, подаваемого в аэраторы 3. Жирошлам и осадок отводятся по трубопроводам самотеком в колодец для сбора. Из колодца осадок и шлам могут направляться на обезвоживатель шнековый Amson, либо по переливной трубе выносятся за территорию здания в приемную емкость, из которой шлам откачивается автоилососами [5].

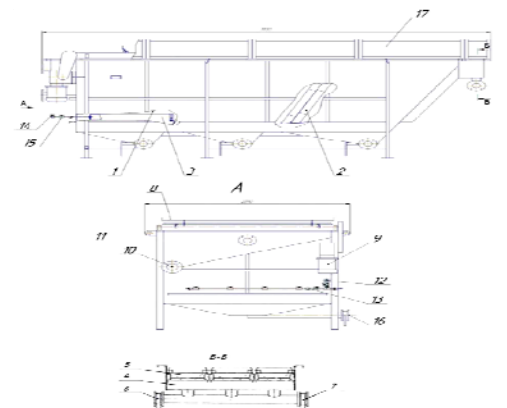


Рисунок 2 - Устройство НЖО-50

Схема управления электродвигателем устройства НЖО-50 представлена на рисунке 3.

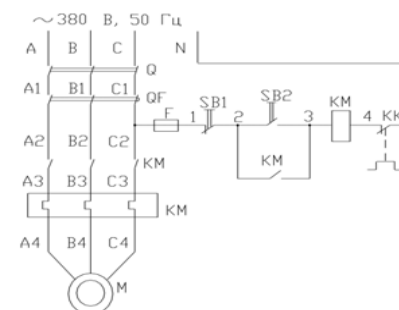


Рисунок 3 - Схема управления устройством НЖО-50.

Таблица 1 - Элементы схемы управления

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
F	Предохранитель ПРС-6У3-П с вставкой ПВД1-2У3	1	I=3,0А
KK	Реле токовое тепловое РТТ-10	1	I=3,0А
KM	Пускатель ПМА-111	1	U=220В
M	Электродвигатель АИР71В8	1	N=0,37 кВт; n=750 ^{об} /мин
Q	Выключатель пакетный ПВ3-63/У3	1	Исп.1
QF	Выключатель автоматический ВА47-29	1	С3
SB1	Выключатель кнопочный КЕ-081 исп.5 "красный"	1	
SB2	Выключатель кнопочный КЕ-081 исп.5 "черный"	1	

Фильтрат из обезвоживателя направляется в усреднитель. Обезвоженный кек вывозится в места утилизации. Ориентировочный (расчетный) эффект очистки на НЖО - 50 приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Ориентировочный эффект очистки на НЖО - 50

Наименование загрязнений	Исходная концентрация, мг/л	Содержание загрязнений после НЖО-50 мг/л
Взвешенные вещества	950	475
Жиры	250	100
БПК ₅	1910	950
ХПК	3500	1700
Фосфаты	20	15
Нефтепродукты	3	2

Накапливающейся осадок предусматривается сбрасывать по трубопроводам в колодец для сбора осадка с последующим обезвоживанием на обезвоживателе [12]. Ориентировочный (расчетный) объем осадка влажностью 85% образующегося в «НЖО-50» составит:

$$V_{oc} = \frac{C_{сyx} \cdot 100}{(100 - 90) \cdot P} \quad (1)$$

$$C_{сyx} = \frac{(1899 - 950) \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot 3600}{1000000000} = 0,19 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$V_{oc} = \frac{0,19 \cdot 100}{10 \cdot 1,4} = 1,35 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Количество жирослама плотностью 0,89 т/м³ при влажности 62%, удаляемой из НЖО - 50, составит:

$$C_{жс} = \frac{(400 - 250) \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot 3600}{1000000 \cdot 890} = 0,07 \text{ м}^3/\text{сут}$$

II этап: После прохождения НЖО - 50 осветленная вода сбрасывается в приемок №1 (V=3 м³), далее из него вода забирается на флотационную очистку при помощи консольного насоса и насосной станции, входящего в состав флотатора

Сейм -50 (рисунок 4). Ориентировочный (расчетный) эффект напорной реагентной флотационной очистки приведен в таблице 3 [3].

Таблица 3 - Расчетный эффект флотационной очистки

Наименование загрязнений	Исходная концентрация, мг/л	Содержание загрязнений после, Сейм-50 мг/л
Взвешенные вещества	475	250
Жиры	100	50
БПК ₅	950	400
ХПК	1700	750
Фосфаты	15	5
Нефтепродукты	2	0,5

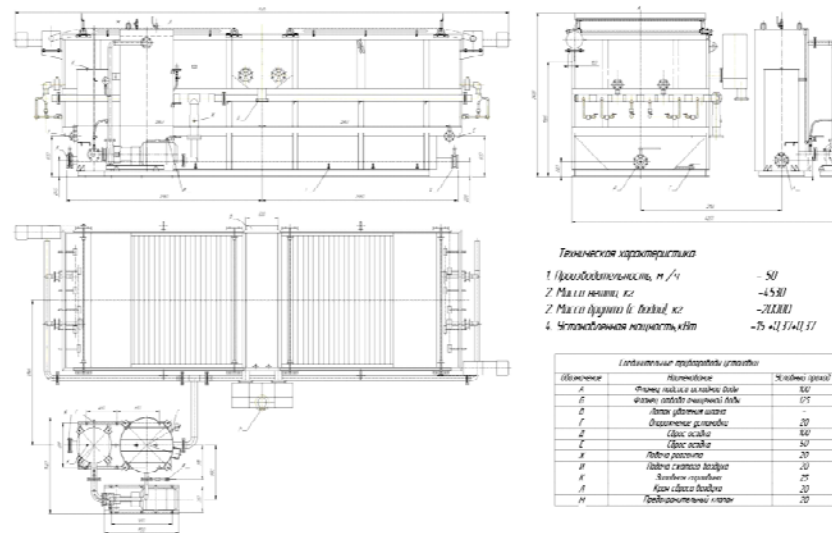


Рисунок 4 - Флотатор Сейм 50

Образующийся в процессе флотационной очистки флотошлам из флотатора направляется в отстойник-декантатор. Объем воды, удаляемый из флотатора с пенным продуктом составляет 1% от объема очищаемой сточной воды. В отстойнике-декантаторе пенный продукт отстаивается и разделится на флотошлам (в верхней части отстойника) и осадок (в нижней части отстойника), которые по соответствующим трубопроводам самотеком направляются в колодец для сбора. Из отстойника декантированная вода по предусмотренному трубопроводу отстаивной и декантированной воды направляется в «голову» очистных сооружений - в усреднитель [4,5]. Осадок и флотошлам, накапливающиеся в декантаторе, удаляются из него в емкости для сбора осадка и флотошлама и

подлежат обезвоживанию на обезвоживателе шнековым Amcon. Фильтрат из обезвоживателя направляется в усреднитель. Обезвоженный кек вывозится в места утилизации.

Ориентировочный (расчетный) объем осадка, влажностью 98%, образующегося при флотационной очистке, составит:

$$V_{oc} = \frac{0,09 \cdot 100}{10 \cdot 1,4} = 0,65 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$C_{сх} = \frac{(475 - 250) \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot 3600}{1000000000} = 0,09 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Количество флотошлама плотностью 0,89 т/м³ при влажности 62%, удаляемой из декантатора, составит:

$$C_{ж} = \frac{(100 - 50) \cdot 624000}{1000000 \cdot 890} = 0,36 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Флотошлам из декантатора необходимо удалять не реже 1 раза в течение 24 часов.

III этап: после прохождения Сейм-50 очищаемая вода сбрасывается в прием №2 (V=3 м³), далее из нее вода забирается на вторую линию флотационной очистки при помощи консольного насоса и насосной станцией, входящего в состав флотатора [7].

Ориентировочный (расчетный) эффект напорной реагентной флотационной очистки приведен в таблице 4

Таблица 4 - Расчетный эффект флотационной очистки

Наименование загрязнений	Исходная концентрация, мг/л	Содержание загрязнений после, Сейм – 50, мг/л
Взвешенные вещества	250	120
Жиры	50	20
БПК ₅	400	50
ХПК	750	300
Фосфаты	5	1
Нефтепродукты	0,5	0,1

Образующийся в процессе флотационной очистки флотошлам из флотатора направляется в отстойник-декантатор. Объем воды, удаляемый из флотатора с пенным продуктом составляет 1% от объема очищаемой сточной воды. В отстойнике-декантаторе пенный продукт отстаивается и разделяется на флотошлам (в верхней части отстойника) и осадок (в нижней части отстойника), которые по соответствующим трубопроводам самотеком направляются в колодец для сбора. Из отстойника декантированная вода по предусмотренному трубопроводу отстоянной и декантированной воды направляется в «голову» очистных сооружений - в усреднитель [6,7].

Осадок и флотошлам, накапливающиеся в декантаторе, удаляются из него в емкости для сбора осадка и жирошлама и подлежат обезвоживанию на обезвоживателе шнековым Amcon.

Фильтрат из обезвоживателя направляется в усреднитель. Обезвоженный кек вывозится в места утилизации.

$$V_{oc} = \frac{0,04 \cdot 100}{10 \cdot 1,4} = 0,28 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$C_{сх} = \frac{(250 - 120) \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot 3600}{1000000000} = 0,04 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Количество флотошлама плотностью 0,89 т/м³ при влажности 62%, удаляемой из декантатора, составит:

$$C_{ж} = \frac{(50 - 20) \cdot 624000}{1000000 \cdot 890} = 0,36 \text{ м}^3/\text{сут} = 0,22 \text{ т/сут}$$

На обеих установках Сейм-50 на трубопроводах очищенной воды установлены пожарные головки для экстренного опорожнения установок.

Всего на комплексе очистных сооружений количество флотошлама и осадка составит около 3-4 м³/сут.

Содержание загрязняющих веществ в жиросодержащих сточных водах прошедших очистку на представленном оборудовании приведен в таблице 3.5

Внутренняя температура воздуха в помещении для расположения оборудования не должна быть ниже +5°C. Кратность воздухообмена в 1 час - 3. Влажность в помещении установки - 70 %.

Сточная вода подается в усреднитель сточных вод. Из усреднителя сточных вод при помощи насосов сточная вода подается в НЖО - 50.

Насосы включаются автоматически при уровне воды – 0,200 в усреднителе сточных вод, отключается автоматически при уровне воды – 4,700 в усреднителе сточных вод [8,9,10].

Таблица 5 - Содержание загрязняющих веществ

Наименование загрязнений	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после НЖО-50, мг/л	Концентрация после Сейм-50, мг/л	Концентрация после Сейм-50, мг/л	ПДК, мг/л
Взвешенные вещества	950	475	250	120	220
Жиры	250	100	50	20	20
БПК ₅	1910	950	400	50	300
ХПК	3500	1700	750	300	450
Фосфаты	20	15	5	1	1,2
Нефтепродукты	3	2	0,5	0,1	0,176

Миксер, (N=0,18 кВт) установленный на установке дозирования реагента (2шт.), включается и отключается вручную при перемешивании реагента.

Насос-дозатор (N=0,25 кВт), установленный на установке дозирования реагента (4шт.), включается вручную и выключается автоматически по истечении заданного времени на щите управления.

Насос МТБ 50-200, установленный на флотаторе Сейм-50 (установленная мощность 3,0 кВт, потребляемая мощность 2,35 кВт), включается автоматически при уровне воды в накопительной емкости ($V=3\text{ м}^3$), входящей в состав флотатора - - 0,300 м., отключается автоматически при уровне воды в накопительной емкости - - 1,500 м.

Мотор-редуктор 2МРЦЧ-80 (N=0,37 кВт), установленные на флотационной установке (2шт.), включается и отключается одновременно с насосом МТБ 50-200. Предназначен для приведения в движение скребковых механизмов, снимающих флотошлам.

Мотор-редуктор МРЧ-80М2 (N=0,37 кВт), установленные на «НЖО-50», включается и отключается одновременно с насосом установленным в усреднителе сточных вод. Предназначен для приведения в движение скребковых механизмов, снимающих жирослам.

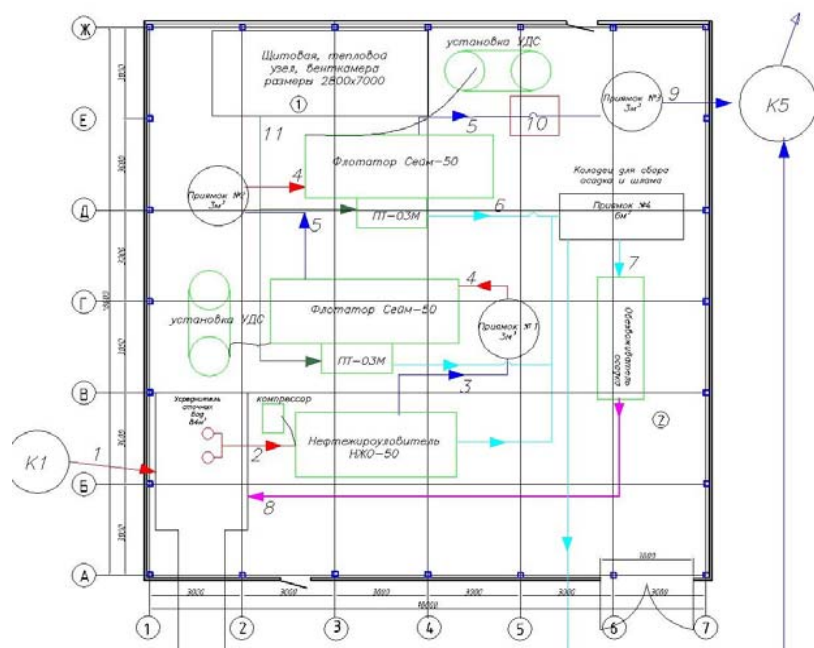


Рисунок 5 - Окончательная технологическая схема доочистки и обеззараживания сточных вод молочного производства.

Однако, как уже говорилось выше, данную очистку нельзя считать окончательной, т.к. в воде содержится еще достаточно большое число бактерий. Избавиться от бактерий и довести их количество до безопасного для животных и человека можно при помощи обработки ультрафиолетом. Поэтому мы предлагаем установить Лазурь М50 в представленную линию по очистке сточных вод. Окончательная схема очистки представлена на рисунке 5. Установка изображена под номером 10 [8,11,12].

Список литературы

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. для вузов (направление «Строительство»). 4-е изд., доп. и перераб. М.: АСВ: Изд-во МГСУ, 2006. – 704 с.
2. Герасимов Г.Н. Обеззараживание коммунальных питьевых вод: необходимость и возможности // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. -№10.-с. 32-37.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: т.2., изд. 2-е, пер. и доп. Учеб. пособие. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 496 с.
4. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. Учеб. пособ. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Альянс, 2008. – 256 с.
5. Пат. 6090296 США, МПК7 С 02 F 1/30. Method and apparatus for UV oxidation of toxics in water and UV - disinfection of water. Stephen P.Oster. (США). - № 09/270850; Заявл. 17.05.1999.; Опубл. 18.07.2000.
6. Пономарев В.Г., Чучалин И.С. Применение импеллерной флотации для очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. -№ Ю.-с. 29-31.
7. Жданов С.И., Бриндукова Е.Е., Солопова И.М. Энергетическая система России и пути её развития // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции. Часть 2. – Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2015. – С 75-77.
8. Савлук О.С., Потапченко Н.Г., Косинова В.Н. Обеззараживание питьевой воды // Химия и технология воды. 2008. - т. 20, № 1. - с. 99 - 110.
9. Zasyalov G.O., Klimovsky V.A., Abramov E.S., Brindukova E.E., Stytsenko V.D., Glotov A.P. Hydrotreating Of Lignocellulosic Bio-oil (A Review). – Petroleum Chemistry. – 2023. – Т. 63. – № 10. – С. 1143-1169.
10. Mazurova K.M., Nedolivko V.V., Boev S.S., Vinokurov V.A., Glotov A.P., Stavitskaya A.V., Brindukova E.E. Influence Of The Procedure For Preparing Ruthenium Nanoparticles On The Internal Surface Of Aluminosilicate Nanotubes On Their Catalytic Properties In Benzene Hydrogenation In The Presence Of Water. – Petroleum Chemistry. – 2021. – Т. 61. – № 6. – С. 676-681.
11. Засыпалов Г.О., Климовский В.А., Абрамов Е.С., Бриндукова Е.Е., Стыщенко В.Д., Глотов А.П. Гидрооблагораживание лигноцеллюлозной бионефти (обзор). – Нефтехимия. – 2023. – Т. 63. – № 6. – С. 775-808.
12. Смирнова Е.М., Мельников Д.П., Демихова Н.Р., Рубцова М.И., Боев С.С., Бриндукова Е.Е., Глотов А.П., Винокуров В.А. Микро-мезопористый катализатор на основе природных алюмосиликатных нанотрубок и цеолита ZSM-5 для превращения метанола в углеводороды. – Нефтехимия. – 2021. – Т. 61. – № 4. – С. 532-539.
13. Рудник М.И., Гаврилов Ю.Л., Резанова Е.Е. Технологии и оборудование ТЭК: технологическо-аппаратурные условия создания и применения комплексной переработки опасных отходов с использованием технологии "ДСР Процесс". – Экологический вестник России. – 2012. – № 2. – С. 31-38.

Brindukova Ekaterina Evgenievna, Candidate of Agricultural Sciences, (e-mail: brindukova@rambler.ru)

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov

brindikova@rambler.ru

DEVELOPMENT OF A HIGHLY EFFICIENT DISINFECTION SYSTEM FOR AFTER-TREATMENT OF DAIRY PRODUCTION WASTEWATER

Abstract. This article describes a highly efficient system for disinfection and post-treatment of dairy wastewater. Energy and design calculations for the wastewater disinfection and post-treatment line are provided, and the most efficient design for the post-treatment and disinfection line is substantiated.

Keywords: dairy production, wastewater, oil and grease trap, grease sludge, flotation tank, flotation sludge, suspended solids, BOD₅, COD, phosphates, petroleum products, bacteria, ultraviolet.

ТЕХПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ НОЖА ЛОПАТКИ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ УДОБРЕНИЙ

Булавинов Евгений Константинович, аспирант
(e-mail: bulavinov evg@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г. Курск, Россия

В данной статье рассмотрен техпроцесс восстановления изношенного ножа лопатки диска разбрасывателя удобрений, какими методами и способами ее можно восстановить.

Ключевые слова: технологический процесс, восстановление детали, износостойкие покрытия, нож лопатки диска разбрасывателя удобрений, НЛДРУ.

Цель: изучить существующие способы восстановления и ремонта ножа лопатки диска разбрасывателя удобрений и составить техпроцесс его восстановления.

Часть производственного процесса ремонта деталей машин, связанная с изменением состояния детали (геометрической формы, размеров, качества поверхности и др.) – это и есть технологический процесс восстановления детали. Техпроцесс восстановления детали включает еще подготовительные и сопутствующие операции (доставка объектов ремонта, материально-техническое снабжение, сортировка и контроль деталей, контроль сборки объектов ремонта, обкатка и испытание).

Восстановление работоспособности ножа лопатки диска разбрасывателя удобрений (НЛДРУ) – важный процесс, связанный с ресурсосбережением, так как восстановлению подвергается лопатка зарубежного производства.

Существует несколько способов ремонта и восстановления НЛДРУ, каждый из которых зависит от степени износа или повреждения (рис. 1).

Рассмотрим подробнее технологию восстановления НЛДРУ путём нанесения износостойких покрытий.

Цель этого способа заключается в повышении твёрдости и износостойкости НЛДРУ, что важно в условиях интенсивного абразивного изнашивания, которое наблюдается при разбрасывании сухих удобрений.

Технология восстановления путём нанесения износостойких покрытий включает несколько этапов, рассмотрим каждый из них более подробно.

1. Подготовка поверхности.

Сначала проводится очистка поверхности, чтобы удалить грязь, нагар, старые масла и лакокрасочные покрытия. Это позволяет выявить повреждения и обеспечить качество восстановления.

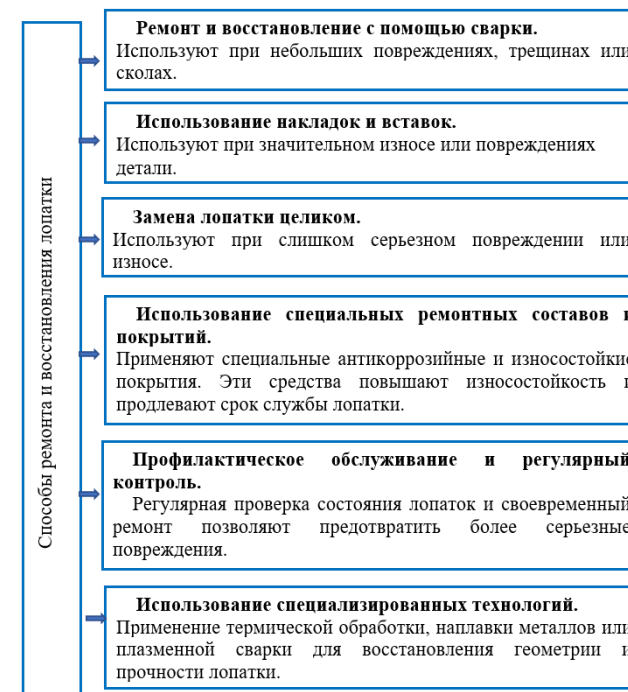


Рисунок 1 – Способы ремонта и восстановления НЛДРУ

Удаление загрязнений, ржавчины и старых покрытий проводится с помощью щеток, пескоструйной обработки или химических средств.

Затем поверхность обрабатывается растворителями или специальными обезжиривающими средствами для обеспечения хорошего сцепления покрытия и проверяется на наличие трещин, деформаций и повреждений. В случае их обнаружения проводят устранение с помощью заварки, шлифовки.

2. Механическая обработка.

Чтобы поверхность получилась гладкой и ровной, её шлифуют и полируют. Это способствует равномерному нанесению покрытия.

Острые края и заусенцы могут способствовать растрескиванию покрытия, поэтому, чтобы избежать этого процесса проводят обработку кромок и краев детали.

3. Нанесение износостойкого покрытия.

Перед началом нанесения покрытия необходимо выбрать материал. Обычно используют износостойкие композиты (рис. 2).

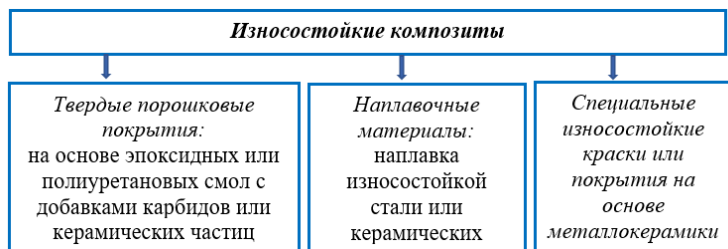


Рисунок 2 – Классификация износостойких композитов

Существует несколько методов нанесения износостойких покрытий.

Порошковое напыление: с помощью электростатического распыления наносится порошковый состав, затем обжигается в печи для полимеризации.

Плазменную наплавку: порошковыми сплавами проводят в среде аргона. Для предотвращения трещин целесообразно наносить тонкие слои толщиной до 0,5–0,8 мм с одновременными колебаниями с амплитудой, не превышающей 12 мм.

Термическое напыление: для наплавки износостойких слоёв используются плазменные или дуговые установки.

Химическое или электрохимическое покрытие: этот метод используют, если покрытие требует химической обработки.

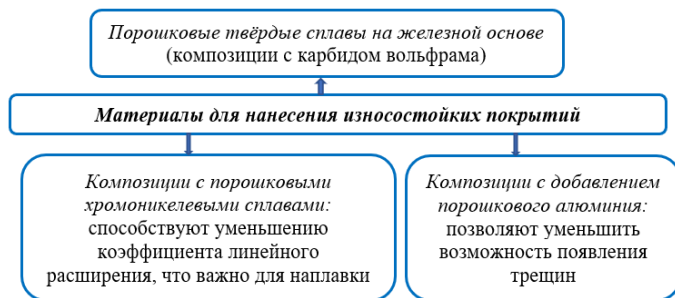


Рисунок 3 – Классификация материалов

Газопламенное напыление: исходный материал нагревают до жидкого или пластичного состояния и распыляют газовой струёй. Особенность этого метода заключается в высокой производительности (до 40 кг/ч) и возможности получать покрытия в большом диапазоне толщины (0,1–5 мм).

Прерывистая наплавка: ее проводят отдельными прямолинейными или дугообразными валиками, ширина которых меньше расстояния между ними. Это

снижает скорость изнашивания поверхности наклонных граней за счёт увеличения степени деформирования.

Для нанесения износостойких покрытий используют следующие материалы (рис.3).

Для реализации технологии используют специальное оборудование (рис. 4).

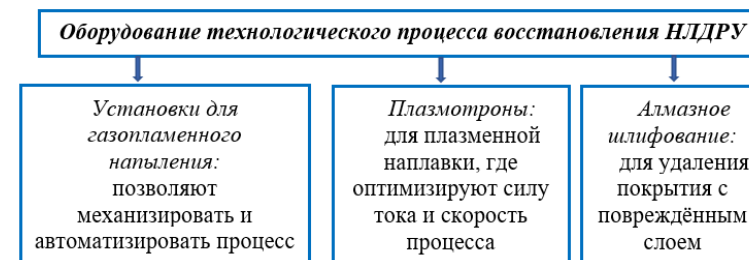


Рисунок 4 – Классификация оборудования

4. Контроль качества.

После нанесения покрытий проводят контроль качества, виды которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Контроль качества нанесенного покрытия

Контроль качества	
Металлографические исследования	Испытания износостойкости
Оценивается толщина нанесенных покрытий и полнота удаления отработанных покрытий	На автоматизированной машине трения исследуют образцы покрытий по стандартной схеме испытания «шарик-диск»

5. Механическая обработка.

Для восстановления заданных геометрических размеров, удаляют избыток наплавленного материала.

6. Термическая обработка.

Для закрепления покрытия и повышения его адгезии к металлу, а также для повышения износостойкости проводят обжиг или запекание.

7. Контроль качества.

Проверяется толщина покрытия.

Таким образом, процесс восстановления НЛДРУ включает в себя ремонт сваркой, установку накладок и вставок, нанесение защитных покрытий и регулярное обслуживание. Выбор конкретного метода зависит от степени повреждения, износа и условий эксплуатации.

Список литературы

1. Рентгеноспектральный микроанализ нихромового порошка, полученного методом электроэрозионного диспергирования в среде керосина / Е. В. Агеев, А. А. Горохов, А. Ю. Алту-

хов [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 1(64). – С. 26-31.

2. Получение и исследование порошков из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов электроэрозионным диспергированием / Е. В. Агеев, Р. А. Латыпов, Е. В. Агеева, А. А. Давыдов. – Курск : Индивидуальный предприниматель Горохов Александр Анатольевич, 2013. – 200 с. – ISBN 978-5-905556-41-8.

3. Исследование алюминиевого порошка, полученного методом электроэрозионного диспергирования в дистиллированной воде / Р. А. Латыпов, Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, Е. П. Новиков // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2016. – № 4. – С. 19-22.

4. X-ray analysis of the powder of micro- and nanometer fractions, obtained from wastes of alloy Ti15K6 in aqueous medium / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, S. V. Pikalov [et al.] // Журнал нано- и электронной физики. – 2015. – Vol. 7, No. 4. – P. 04058.

5. Electroerosion micro- and nanopowders for the production of hard alloys / R. A. Latypov, G. R. Latypova, E. V. Ageeva, O. V. Kruglyakov // Russian Metallurgy (Metally). – 2016. – Vol. 2016, No. 6. – P. 547-549. – DOI 10.1134/S0036029516060082.

6. Хорьякова, Н. М. Электроэрозионные медные порошки для гальванических покрытий / Н. М. Хорьякова, Е. В. Агеев, Е. В. Агеева // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2014. – № 4(112). – С. 18-20.

7. Manufacture of Cobalt–Chromium Powders by the Electric Discharge Dispersion of Wastes and Their Investigation / R. A. Latypov, E. V. Ageev, A. Y. Altukhov, E. V. Ageeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2018. – Vol. 2018, No. 12. – P. 1177-1180. – DOI 10.1134/S0036029518120108.

8. Manufacture of Cobalt–Chromium Powders by the Electric Discharge Dispersion of Wastes and Their Investigation / R. A. Latypov, E. V. Ageev, A. Y. Altukhov, E. V. Ageeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2018. – Vol. 2018, No. 12. – P. 1177-1180. – DOI 10.1134/S0036029518120108.

9. Агеева, Е. В. Исследование производительности процесса ээд при получении порошкового материала их отходов стали X13 / Е. В. Агеева, Н. М. Игнатенко, С. В. Хардинов // Современные материалы, техника и технологии. – 2021. – № 3(36). – С. 4-9.

10. Подбор оптимальных режимов искрового плазменного спекания никелевых порошков, полученных в воде, экспериментальным путем / Е. В. Агеева, О. Г. Локтионова, А. Е. Агеева, Д. В. Воскобойников // Современные материалы, техника и технологии. – 2022. – № 6(45). – С. 10-14.

11. Новиков, Е. П. Исследование фазового состава порошка электрокорунда, полученного электродиспергированием отходов сплава АД0Е / Е. П. Новиков, В. О. Поданов, А. Е. Агеева // Современные инновации в науке и технике : Сборник научных статей 12-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 14–15 апреля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 186-190.

12. Новиков, Е. П. Форма и морфология частиц электрокорунда, полученного электродиспергированием отходов сплава АД0Е / Е. П. Новиков, В. О. Поданов, А. Е. Агеева // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 127-131.

13. Новиков, Е. П. Исследование гранулометрического состава электрокорунда, полученного электродиспергированием отходов сплава АД0Е / Е. П. Новиков, В. О. Поданов, А. Е. Агеева // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 320-324.

14. Агеева, А. Е. Размерный анализ частиц порошка электрокорунда, полученного электродиспергированием отходов алюминия марки АД0Е / А. Е. Агеева, Е. П. Новиков // Современные материалы, техника и технологии. – 2022. – № 4(43). – С. 12-21.

15. Агеев, Е. В. Оптимизация процесса изготовления жаропрочного никелевого сплава путем искрового плазменного спекания порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов ЖС6У в воде / Е. В. Агеев, В. О. Поданов, А. Е. Агеева // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2023. – Т. 19, № 4(220). – С. 170-174. – DOI 10.36652/1813-1336-2023-19-4-170-174.

Bulavinov Evgeny Konstantinovich, PhD student

Kursk State Agrarian University named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia

TECH PROCESS FOR REPAIRING THE FERTILIZER DISTRIBUTOR'S SCAPULA KNIFE

This article discusses the process of restoring a worn-out blade of a fertilizer spreader disc, and the methods and techniques used to restore it.

Key words: *technological process, part restoration, wear-resistant coatings, fertilizer spreader disc blade, NLDRO.*

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ В НУТРИЦИОЛОГИИ

*Вековцев Андрей Алексеевич*¹,

*Лобач Евгения Юрьевна*²,

Тохириён Боисджони^{3*},

*Позняковский Валерий Михайлович*⁴

¹*Компания «Арт Лайф», г. Томск, Россия,*

²*ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», Сочи, Россия,*

³*Уральский государственный экономический университет,*

г. Екатеринбург, Россия

⁴*Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России,*

г. Кемерово, Россия,

**E-mail: 9530076903@mail.ru*

В статье рассматриваются вопросы создания пробиотических продуктов для улучшения микробиома и качества жизни. Представлена рецептура БАД, содержащего бифидо- и лактобактерии, пептидные ультрализаты, пребиотики (лактозула, бета-глюкан и фибригам) и витамины В1 и В6. Обоснована рецептура, описаны свойства ингредиентов, установлены показатели качества и условия хранения. Отмечается, что разработанный биокомплекс может применяться для поддержания микрофлоры кишечника, профилактики инфекций и нормализации пищеварения. Производство соответствует стандартам качества ISO и GMP.

Ключевые слова: *биотехнология, пробиотики, микробиом, рецептура, качество*

Рассматриваются приоритеты в биотехнологии и нутрициологии. Особое внимание уделяется разработке пробиотических продуктов специализирован-

ного назначения, направленных на формирование микробиома и обеспечение качества жизни[1-8].

Разработан пробиотический продукт в форме БАД на основе пробиотиков: бифидо- (*Bifidobacterium bifidu*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*), лактобактерий (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*) и пептидных ультрализатов (*Propionibacterium freudenreichii*, *Propionibacterium arabinosum*). В качестве пребиотиков использованы: лактулоза, бета-глюкан и фибригам. В состав рецептуры включены витамины В₁ (тиамин,) и В₆ (пиридоксин), которые являются коэнзимами ферментов и необходимы для нормального роста и развития бактерий в кишечнике человека. Научно обоснована рецептура биокомплекса в форме БАД, дана характеристика биологически активных ингредиентов.

Функцию пробиотиков в разработанном биокомплексе выполняют живые микрокапсулированные бифидо- и лактобактерии.

Пребиотиками в данном комплексе служат лактулоза, бета-глюкан, фибригам. Лактулоза, доходя в неизменённом виде до толстой кишки, захватывается и метаболизируется бактериями толстой кишки, способными ее усваивать. Продукты бактериального метаболизма лактулозы сдвигают, рН среды в толстой кишке в кислую сторону, угнетая тем самым рост и размножение патогенных микроорганизмов.

Установлены регламентируемые показатели качества разработанного биокомплекса (табл. 1). Изучены санитарно-гигиенические и санитарно-токсикологические показатели безопасности по истечении 16 месяцев изготовления продукта при температуре от 2 до 6°C и относительной влажности воздуха не более 60%, что позволило определить сроки и режимы хранения – 1 год при указанных выше условиях.

Таблица 1-Регламентируемые показатели качества биокомплекса

Наименование показателя	Содержание характеристики
Внешний вид	желатиновая капсула
Цвет содержимого капсулы	порошок от белого до кремового цвета, допустимы вкрапления
Запах и вкус	специфический
Средняя масса капсулы, мг	476 (428-523)
Содержание бета-глюканов, мг, в 1 капсуле	15 (12 – 18)

Разработанный пробиотический биокомплекс рекомендуется в качестве общеукрепляющего и профилактического средства для поддержания нормальной флоры тонкого и толстого кишечника, профилактики кишечных инфекций, нормализации пищеварения и формирования здорового иммунитета. Действующие вещества специализированного продукта обладают синергическими свойствами и формируют его пробиотическую направленность.

Рецептура и технология апробированы в производственных условиях компании «Арт Лайф» по требованиям международных стандартов ISO 9001, 22000 и GMP, что гарантирует качество, безопасность продукции и доверие со стороны потребителей.

Список литературы

1. Лобач, Е.Ю. Специализированные продукты пробиотического назначения: показатели качества и функциональной направленности / Лобач Е.Ю., Гурьянов Ю.Г., Позняковский В.М., Костин А.М. / Техника и технология пищевых производств. – 2017. -№3(46) – С.121-127.
2. Австриевских, А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения: монография / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, Н.Г. Челнакова, В.М. Позняковский, под.общ.ред. проф. В.М. Позняковского. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 414 с.
3. Позняковский, В.М. Интеграция традиционной и научной медицины – инновационный вектор развития современной нутрициологии / В.М. Позняковский//коллективная монография «Инновационные технологии и биотехнологии в агропромышленной сфере и нутрициологии». – Санкт-Петербург, издательство «Лань», 2024. – С.12-25.
4. Lobach, E. Yu. Probiotics and Ascorbic Acid Specialized Product: Production and Quality Indicators / E. Yu. Lobach, V. M. Poznyakovsky, T. Boisjoni [et al.] // Communications on Applied Nonlinear Analysis. – 2025. – Vol. 32, No. S3. – P. 460-468. – DOI 10.52783/cana.v32.2669. – EDN CLYIBL.
5. Дорн, Г.А. Экспериментальные исследования безопасности пантогаматогена в качестве функционального ингредиента специализированных продуктов: аллергенные и иммунотоксические свойства / Г. А. Дорн, Е. Ю. Лобач, Ю. Г. Гурьянов [и др.] // Аграрная наука Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 3. – С. 415-424.
6. Мухаметова, Ю.Р. Моделирование и разработка инновационной формы БАД с заданными функциональными свойствами / Ю. Р. Мухаметова, М. М. Шамова, Б. Тохириен [и др.] // Пищевая промышленность. – 2024. – № 12. – С. 67-73.
7. Позняковский, В. М. Пищевые системы: специализированные продукты питания, новые технологии, эффективность применения / В. М. Позняковский, Б. Тохириен, О. А. Толмачев. – Санкт-Петербург : Общество с ограниченной ответственностью «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГИОРД», 2023. – 240 с.
8. Челнакова, Д. А. Рецептурный состав и оценка качества БАД антиоксидантного действия / Д. А. Челнакова, Б. Тохириен // Юность и Знания - гарантия Успеха - 2022 : сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 313-316.

*Andrey Alekseevich Vekovtsev*¹, *Evgenia Yuryevna Lobach*², *Tohiriyon Boisdzhoni*^{3*}, *Valery Mikhaylovich Poznyakovsky*⁴

¹Art Life Company, Tomsk, Russia,

²Sochi State University, Sochi, Russia,

³Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

⁴Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia,

*E-mail: 9530076903@mail.ru

BIOTECHNOLOGICAL PRIORITIES IN NUTRITION

Abstract: This article discusses the development of probiotic products to improve the microbiome and quality of life. The paper presents a formulation for a dietary supplement containing bifidobacteria and lactobacilli, peptide ultralysates, prebiotics (lactulose, beta-glucan, and fribigam), and vitamins B1 and B6. The formulation is substantiated, the properties of the ingredients are described, and quality indicators and storage conditions are established. It is noted that

the developed biocomplex can be used to maintain intestinal microflora, prevent infections, and normalize digestion. Production complies with ISO and GMP quality standards.

Keywords: biotechnology, probiotics, microbiome, formulation, quality

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ НА ИЗНОС ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНОВ МАШИН

Воропаев Андрей Евгеньевич, аспирант

(*a.stolnyy@yandex.ru*)

Дедов Виталий Юрьевич, магистрант

(*dedovvitalik03@gmail.com*)

Белоусов Николай Иванович, к. т. н., доцент,

(*belnikiva@mail.ru*)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

Статья посвящена минеральному составу почв и влиянию его на износ почвообрабатывающих органов машин.

Ключевые слова: минеральный состав, компоненты, почва, чернозём, кварц, вещества.

Одними из самых плодородных почв, являются чернозёмы. Современная интенсификация аграрного производства приводит к ухудшению плодородия почвы, её истощению, разрушению плодородного слоя, увеличению кислотности. Снижение почвенной кислотности пахотных почв, при внесении извести и известковых удобрений оказывает благоприятную роль на рост и развитие сельскохозяйственных растений. При внесении известковых удобрений применяются машины с обоснованными параметрами [1-4]. Физико-механические свойства материала оказывают существенное влияние на показатели технических средств [5,6]. Внесение известковых, органических удобрений благотворно влияет на плодородие почв [7].

Авторы работ [8-11] предлагают устройства и приспособления для ремонта транспортных и технических средств.

Чернозёмные почвы содержат разнообразные минеральные вещества, которые являются основой для плодородия почвы, это создаёт благоприятные предпосылки для возделывания сельскохозяйственных культур. Минеральные вещества в почвах могут содержаться в разных отношениях, среди данных веществ выделяются основные компоненты, которые оказывают значительное воздействие на строение и состав почвы. Минералами почвы являются твёрдые неорганические вещества, которые относятся к твёрдой структуре почвы. К основным минеральным веществам, входящим в состав почв, относятся кварц, полевой шпат, карбонат кальция, слюда или алюмосиликаты.

Минеральные вещества в почве, представляют собой сложное, динамическое строение, которые находятся в постоянном перемещении между твердой, жидкой и живой структурой почвы.

Кварц химическая формула SiO_2 , является наиболее распространённым минералом в составе почв, устойчив к выветриванию, составляет основу для песчаных фракций. Кварц не обладает питательными веществами, но устанавливает структуру почвы, что осуществляет влияние на стирание и износ рабочих органов почвообрабатывающих машин, так как структура данного минерала представлена мелкой зернистой фракцией. Полевой шпат, является источником кальция, калия, натрия, которые необходимы для объединения углеводов в растениях, и способствует улучшению устойчивости к внешним факторам, таким как засуха, заболевания. Карбонат кальция является мощным буфером для почвы, нейтрализует кислотность почвы, тем самым создаёт благоприятные условия для растений и полезных микроорганизмов. Участвует в формировании структуры почвы. Почва становится более рыхлой, комковатой, пористой, что улучшает доступ к корням растений больше кислорода, вода лучше впитывается и меньше испаряется, соответственно уменьшается ветровая и водная эрозия почвы. Карбонаты благотворно и позитивно влияют на обработку почвы, почву легче обрабатывать, но частички кальцида обладает образивностью, что приводит к микрорезанья и износу рабочих органов. По твёрдости частицы карбонатов мягче частиц кварца. При избытке карбонатов в почве происходит защелачивание почвы, которое снижает доступ железа, цинка, фосфора, бора и других полезных элементов необходимых для питания растений. Слюда представляет группу слоистых алюмосиликатов, наиболее распространены это мусковит светлая бесцветная слюда, биотит тёмная или бурая слюда. Свойство алюмосиликатов по ионному обмену обеспечивает стабильное снабжение растений необходимыми макроэлементами, такими как калий и фосфор, а также микроэлементами, например, железом и бором. Элементы, которые связываются с минеральными частицами, становятся доступными для растений в нужные моменты роста, поддерживая их нормальное развитие и обеспечивая высокую урожайность. По твёрдости алюмосиликаты примерно приравниваются к карбонатам, которые мягче кварца.

В данной статье рассмотрели состав почв по минеральному составу. Из структуры минерального состава можно сделать заключение, что минералы оказывают на рабочие органы почвообрабатывающих машин большое воздействие. Наибольший износ на рабочие органы оказывает кварц, по твёрдости частицы кварца превышают твердость стали, из которой изготавливаются рабочие органы. Полевой шпат, карбонат кальция, алюмосиликаты по твёрдости имеют более мягкую структуру чем сталь рабочих органов машин. Так же на структуру почвы оказывает влияние физические показатели почвы гранулометрический состав, плотность, пористость, структура, влажность, воздушные свойства.

Список литературы

1. Воропаев, В. Н. классификация машин для внесения химических мелиорантов / В. Н. Воропаев, В. Е. Желудев, Н. И. Белоусов // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 9-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 23–24 января 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 403-405.

2. Поддубный, Е. В. Обоснование параметров кузова разбрасывателя химических мелиорантов / Е. В. Поддубный, Н. И. Белоусов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего : Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 06–08 декабря 2017 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2018. – С. 283-285.

3. Обоснование вместимости кузова разбрасывателя химических мелиорантов / Н. И. Белоусов, Е. В. Поддубный, А. А. Шукруллаев, М. С. Александров // Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК : материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 19–21 декабря 2018 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 202-205.

4. Белоусов, Н. И. Обоснование размеров кузова разбрасывателя известковых материалов / Н. И. Белоусов, Д. Н. Целиков, Д. А. Щенников // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. ре-дактор Т.Х. Жураев. – Курск: "Дурдона" ("Sadriddin Salim Buxoriy" Durдона nashriyoti), 2020. – С. 42-44.

5. Исследование физико-механических свойств соломы / В. А. Кончин, А. П. Бабков, М. О. Зубарева, А. Е. Кузько // Физика и современные технологии в АПК : материалы XI Всероссийской молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников с международным участием, Орел, 19 февраля 2020 года. – Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2020. – С. 454-457.

6. Шукруллаев, А. А. Зависимость липкости химических мелиорантов от их влажности / А. А. Шукруллаев, Д. Н. Целиков, Н. И. Белоусов // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 06 февраля 2020 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 74-77.

7. Кожевников, М. С. Обоснование оптимальных параметров кузова машины для внесения органических удобрений / М. С. Кожевников, В. А. Сальков, Ю. А. Гуреев // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 9-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 23–24 января 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 547-551.

8. Воропаев, А. Е. Анализ износа рабочих органов сельскохозяйственных машин / А. Е. Воропаев, Н. И. Белоусов // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 48-53.

9. Дремов, С. Н. Основные неисправности турбокомпрессора двигателя серии ЯМЗ-536 / С. Н. Дремов, Н. И. Сасин, Н. И. Белоусов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 октября 2021 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 36-39.

10. Шор, М. И. К вопросу ремонта турбокомпрессоров автотракторных двигателей / М. И. Шор, Ю. А. Гуреев, Н. И. Белоусов // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агроинженерный университет имени П.А. Костычева» совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: Рязанский государственный агроинженерный университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 47-51.

занский государственный агроинженерный университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 47-51.

11. Белоусов, Н. И. Универсальное приспособление для демонтажа и ремонта ведущих мостов тракторов / Н. И. Белоусов, Д. Н. Целиков, А. В. Жуков // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 05 июня 2020 года / Отв. редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 201-203.

Voropaev Andrey Evgenievich, PhD student (a.stolnyy@yandex.ru)

Dedov Vitaly Yurievich, master's student (dedovvitalik03@gmail.com)

Nikolay Ivanovich Belousov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, (belnikiva@mail.ru)

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov

INFLUENCE OF THE MINERAL COMPOSITION OF THE SOIL ON THE WEAR OF THE SOIL-TILLING MACHINES

The article is devoted to the mineral composition of soils and its influence on the wear of soil-processing machine bodies.

Keywords: mineral composition, components, soil, chernozem, quartz, substances.

ИННОВАЦИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Гарницкая Анна Сергеевна, аспирант

(e-mail: anna220187@mail.ru)

Моштак Антон Анатольевич, к.п.н., доцент

(e-mail: 89214091650@yandex.ru)

Алексеев Геннадий Валентинович, д.т.н., профессор

(e-mail: gva2003@mail.ru)

Гатчинский государственный университет

В настоящей статье рассматриваются вопросы обеспечения продовольственной безопасности, связанные с переработкой сельскохозяйственного сырья. Большое внимание в решении этой проблемы следует уделять подготовке сырья для производства продукции пищевой промышленности, в том числе его мойке и сепарации с целью удаления из него некондиционной части после определенного срока хранения с нарушением регламентированных условий. Предлагается к использованию инновационное оборудование.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, сельскохозяйственное сырье, инновационное оборудование.

Вопросы безопасности питания населения постоянно находятся в сфере пристального внимания всех национальных структур, отвечающих за поступательное развитие социально-экономических условий жизни нашего общества. Так, например, еще 19 апреля 2017 года принято Распоряжение Правительства РФ № 738-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года».

Эта стратегия направлена на обеспечение населения полноценным питанием, предотвращение заболеваний и повышение качества и продолжительности жизни. Кроме того, стратегия ориентирована на поддержку производства и продажи пищевых продуктов, что способствует развитию данной отрасли в экономике.

Достижение указанных целей стратегии до 2030 года предусматривает, в частности, разработку технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции. В этих целях завершено внутригосударственное согласование поправок в технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) для приведения к единообразию обязательных требований к пищевой продукции, установленных в техническом регламенте и Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)». Такой документ привел к утверждению Росстандартом ГОСТа 29032-2022 «Продукты переработки фруктов и овощей».

По итогам проводимой исследовательской деятельности подготовлены и зарегистрированы целый ряд охраняемых результатов интеллектуальной деятельности.

Все описанные меры самым прямым образом относятся к переработке продукции сельского хозяйства. Статистический анализ видов пищевой продукции потребляемой нашими соотечественниками убедительно свидетельствует о том, что почти половина такой продукции производится переработкой корнеклубнеплодов (картофеля, моркови, свеклы и других).

Машино-аппаратурные схемы переработки корнеклубнеплодов, как показывает современный опыт, содержит в своем составе различного рода устройства, предназначенные для отбора наиболее высококачественной продукции, допущенной принятыми стандартами к переработке. Именно это является залогом обеспечения продовольственной безопасности производимой продукции.

Так, например, часть линий по переработке корнеклубнеплодов содержит стол переборочный ленточный СПЛ, производства фирмы «Агрокомплект» (info@agrokmp.ru).

Он предназначен для ручной инспекции корнеклубнеплодов. Некачественные, битые, подгнившие, нестандартные, корнеклубнеплоды помещаются в разделитель, находящийся в центральной части стола, откуда автоматически попадают на отводящий транспортёр или в специальную тару.

Известна и широко применяется комплектная сортировочная линия для картофеля и лука Remprodex 20-25 TON, производства компании «АГРОМИР» (agro@mirpole.ru).

Она предназначена для сортировки клубней картофеля (лука) на 4 фракции: клубни мелкие, семенные клубни I, семенные клубни II и клубни крупные.

Комплекс 20-25 TON состоит из приемного ковша V 5120 и сортировщика JKS 220-5S. Сортировщик JKS 220-5S, работает как элемент сортировочной линии и предназначается для сортирования клубней картофеля и лука на 4 фракции по размеру. Производительность ок. 20-25 т/ час, сита покрытые резиной с

размером 1300 мм x 900 мм. Привод от трехфазного двигателя 2,2 кВт с бесступенчатой регулировкой скорости посредством инвертора. Автоматическая очистка сит с собственным приводом – от трехфазного двигателя 0,37 кВт, с регулировкой цикла совместно с селекционным столом.

Предпринимаются попытки применения в конструкциях такого рода и оборудования, являющегося интеллектуальной собственностью. К нему можно отнести переборочный стол для корнеплодов (Патент на изобретение №1544241, МПК А01 D33/08, 1990).

Техническое решение, описанное в этом патенте, существенно совершенствует известные, описанные выше устройства ручной инспекции картофеля. Качество сортировки корнеклубнеплодов повышается, поскольку специально установленным делителем они вначале отделяются от мелких примесей типа песка или осколков камней а затем клубни внимательно осматриваются переборщиком. Этим самым заранее гарантируется отсутствие посторонних предметов среди клубней отправляемых потребителю.

Большинство из используемых сегодня линий по сепарации сырья для переработки в значительной мере используют ручной труд, занимают значительные площади и, как правило, используют уже мытое сырье.

В качестве устройства автоматически решающего большинство из указанных проблем может быть предложено новое устройство для мойки и сепарации корнеклубнеплодов (рис.1)

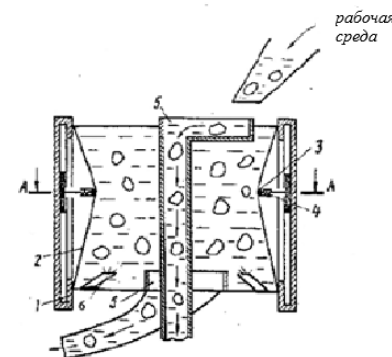


Рис.1. Устройство для мойки и сепарации корнеклубнеплодов

Такое устройство для разделения смеси корнеклубнеплодов, снабжено вертикальным корпусом 1, вдоль которого установлены направляющие. Рабочее пространство предлагаемого устройства ограничено двумя фланцами. Эти конструктивные элементы служат для крепления гофрированной манжеты 2. Со стороны корпуса установлено кольцо 3, имеющее возможность перемещения вдоль оси корпуса, причем механизм его перемещений связан пружиной 4 с гофрированной манжетой. Специальные отводы 5 служат для удаления из корпуса отделенных корнепло-

дов определенной плотности и отходов. Они смонтированы непосредственно примыкающими к нижнему и верхнему фланцам ограничивающим рабочий объем устройства 1.

Предлагаемое устройство при обеспечении круговой циркуляции в рабочей зоне моющей жидкости дополнительно очищает поверхность корнеклубнеплодов, то есть может одновременно совмещать мойку и сепарацию сельхозсырья по качеству. Оно позволяет сократить ручной труд автоматизируя процесс и намного более компактно, чем известные сортировочные столы. Указанные достоинства предлагаемого устройства сокращает занимаемые оборудованием площади и делает процесс более экономичным.

Список литературы

1. Савельев А.П., Гарницкая А.С., Алексеев Г.В. Совершенствования процесса дозирования неньютоновских сред для кондитерских производств. В сборнике: Молодежь и XXI век - 2025. сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2025. С. 25-28.

2. Гарницкая А.С., Ивлева Е.Н., Тестина Я.С., Алексеев Г.В. Возможности цифровизации управления инновациями в сетевом маркетинге. В сборнике: Актуальные проблемы развития социально-экономических систем: теория и практика. Сборник научных статей 15-й Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Великой Победы. Курск, 2025. С. 46-49.

3. Гарницкая А.С., Ивлева Е.Н., Алексеев Г.В. Возможности цифровизации при построении технологических линий для продуктов питания. В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-х томах. Курск, 2025. С. 347-351.

Anna Sergeevna Garnitskaya, PhD student

(e-mail: anna220187@mail.ru)

Anton Anatolyevich Moshtakov, PhD, Associate Professor

(e-mail: 89214091650@yandex.ru)

Alekseev Gennady Valentinovich, Doctor of Technical Sciences, Professor (e-mail: gva2003@mail.ru)

Gatchina State University

INNOVATIONS IN THE PROCESSING OF ROOT CROPS

Abstract. *This article discusses the issues of food safety related to the processing of agricultural raw materials. In solving this problem, great attention should be paid to the preparation of raw materials for the production of food products, including its washing and separation in order to remove substandard parts from it after a certain shelf life in violation of regulated conditions. Innovative equipment is offered for use.*

Keywords: *food security, agricultural raw materials, innovative equipment.*

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЁННЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Дубров Иван Владимирович, студент

(e-mail: dubrovivan2003@yandex.ru)

Волков Руслан Олегович, студент

(e-mail: ruslan.volkov03@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются перспективы применения ветрогенераторов для электроснабжения удалённых животноводческих комплексов, не имеющих доступа к централизованным электрическим сетям. Приводятся особенности проектирования автономных систем, основанных на использовании энергии ветра, а также примеры расчётов и анализа эффективности таких установок. Отмечены основные технические и экономические преимущества, а также выявлены ограничения и риски при эксплуатации ветроэнергетических установок в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: ветрогенератор, автономное электроснабжение, животноводческие комплексы, возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика.

Введение

Энергоснабжение животноводческих комплексов, расположенных в удалённых районах, представляет собой серьёзную проблему для аграрного сектора. Проведение централизованных линий электропередачи в такие зоны требует значительных капитальных вложений, зачастую экономически неоправданных. В условиях необходимости круглосуточного энергопитания оборудования (системы вентиляции, обогрева, освещения, насосные установки для водоснабжения и кормораздачи) всё более актуальным становится использование автономных возобновляемых источников энергии.

Одним из наиболее перспективных решений выступает внедрение ветроэнергетических установок (ВЭУ). Природные условия России, характеризующиеся наличием регионов с высокой и стабильной ветровой активностью (степные районы, побережья, открытые возвышенности), позволяют эффективно использовать ветрогенераторы для покрытия энергетических потребностей животноводческих хозяйств [1].

1. Энергетические потребности животноводческих комплексов

Животноводческие фермы характеризуются круглогодичной потребностью в электроэнергии. Основные направления её использования:

1. освещение помещений;
2. системы вентиляции и поддержания микроклимата;
3. электроприводы кормораздатчиков;
4. насосное оборудование для подачи воды;
5. системы обогрева (особенно в холодных климатических зонах).

По данным Минсельхоза РФ, средняя потребность животноводческого комплекса на 100–150 голов крупного рогатого скота составляет от 20 до 50 кВт·ч в

сутки, что вполне может быть обеспечено ветрогенераторной установкой мощностью 5–10 кВт [2].

2. Применение ветрогенераторов в автономных системах

Современные ветрогенераторы способны работать как в составе гибридных систем (совместно с солнечными панелями и дизель-генераторами), так и в полностью автономном режиме.

Ключевые преимущества:

1. независимость от централизованных сетей;
2. снижение затрат на топливо (по сравнению с дизельными установками);
3. экологическая безопасность и соответствие тренду «зелёной энергетики»;
4. возможность долгосрочной эксплуатации при минимальных операционных расходах.

По исследованиям Б. А. Коноплева [1], использование ВЭУ для малых сельхозпотребителей позволяет экономить до 40 % эксплуатационных расходов по сравнению с традиционными дизельными электростанциями.

3. Конструктивные особенности и расчёт параметров

Проектирование ветроэнергетической системы для животноводческого комплекса должно учитывать:

1. среднегодовую скорость ветра на высоте установки;
2. суточный и сезонный характер ветрового режима;
3. расчётную нагрузку комплекса;
4. условия резервирования (аккумуляторы или дополнительные источники).

Для обеспечения надёжности электроснабжения рекомендуется применение аккумуляторных батарей, обеспечивающих запас энергии на 12–24 часа автономной работы. Современные системы (например, проекты компании AltSolar [3]) включают в себя ветрогенератор, контроллер заряда, аккумуляторные блоки и инвертор для преобразования постоянного тока в переменный.

4. Экономическая эффективность

Внедрение ветрогенераторов требует сравнительно высоких первоначальных инвестиций. Однако при правильном проектировании срок окупаемости составляет 5–7 лет, что подтверждается практическими проектами внедрения в России и за рубежом [2,3].

Основные факторы, влияющие на экономику проекта:

1. ветровой потенциал местности (чем выше, тем быстрее окупаемость);
2. стоимость оборудования и монтажа;
3. наличие государственной поддержки (субсидии, льготы);
4. объём потребляемой электроэнергии.
5. Ограничения и риски

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение ветрогенераторов связано с рядом проблем:

1. необходимость в ветроизмерениях и точных прогнозах (низкая скорость ветра делает установку неэффективной);
2. шум и вибрация, что требует соблюдения санитарных норм;

3. зависимость от сезонных условий (зимой эффективность может снижаться из-за обледенения).

Тем не менее современные технологии позволяют минимизировать данные риски за счёт применения систем обогрева лопастей, гибридного электроснабжения и цифрового мониторинга работы ВЭУ.

Заключение

Применение ветрогенераторов для электроснабжения удалённых животноводческих комплексов является перспективным направлением развития сельского хозяйства. Такие системы позволяют обеспечить хозяйства надёжной и экологически чистой энергией, сократить эксплуатационные расходы и повысить автономность производства.

В условиях повышения цен на традиционные энергоносители и государственной поддержки проектов в области возобновляемой энергетики использование ветрогенераторов в аграрном секторе может стать ключевым фактором устойчивого развития удалённых ферм.

Список литературы

1. Коноплев Б. А. Применение ветроэнергетической установки в системе автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей малой мощности: автореферат дис. канд. техн. наук. Ставрополь, 2007. - URL: <https://tekhnosfera.com/primenenie-vetroenergeticheskoy-ustanovki-v-sisteme-avtonomnogo-elektrosnabzheniya-selskohozyaystvennyh-potrebiteley>
2. Минсельхоз РФ. Рекомендации по использованию нетрадиционных источников энергии в животноводстве. 2003. - URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293845/4293845897.htm>
3. Современные системы обеспечения надежности электроснабжения. // AltSolar. - URL: <https://altsolar.ru/vetrogenerator/>

Dubrov Ivan Vladimirovich, student

(e-mail: dubrovivan2003@yandex.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

Volkov Ruslan Olegovich, student

(e-mail: ruslan.volkov03@mail.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

APPLICATION OF WIND GENERATORS FOR POWER SUPPLY OF REMOTE ANIMAL FARMING COMPLEXES

Abstract. The article discusses the prospects for using wind turbines to supply electricity to remote livestock farms that do not have access to centralized power grids.

Keywords: wind generator, autonomous power supply, livestock complexes, renewable energy sources, wind energy.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ ПИКОВЫХ НАГРУЗОК

Дубров Иван Владимирович, студент

(e-mail: dubrovivan2003@yandex.ru)

Волков Руслан Олегович, студент

(e-mail: ruslan.volkov03@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются особенности электропотребления молочных ферм, связанные с высокой концентрацией энергопотребляющего оборудования, работающего в определённые интервалы времени. Основное внимание уделено проблеме возникновения пиковых нагрузок, которые приводят к росту затрат на электроэнергию и повышению риска перегрузок в электрических сетях. Предложены методы анализа и оптимизации режимов работы электрооборудования, включающие применение систем автоматизации, использование графиков нагрузок и перераспределение потребления. Рассмотрены примеры внедрения технологий энергоменеджмента и возможности их применения для снижения эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: молочная ферма, электрооборудование, пиковая нагрузка, оптимизация режимов, энергосбережение.

Введение

Современные молочные фермы представляют собой энергоёмкие предприятия, в которых значительная доля затрат связана с электроэнергией. Электропотребление формируется за счёт работы доильных установок, систем охлаждения молока, вентиляции, насосного оборудования, систем обогрева и освещения. Наиболее характерной особенностью является неравномерность нагрузок: оборудование запускается синхронно в часы доения и охлаждения молока, что приводит к пикам мощности [1].

Повышенные пиковые нагрузки негативно влияют на энергосистему хозяйства:

1. возрастает потребление реактивной мощности и увеличиваются потери в сети;
2. перегружаются трансформаторы и линии электропередачи;
3. повышаются тарифные расходы из-за учёта максимальной мощности;
4. сокращается срок службы оборудования.

Поэтому актуальной задачей является оптимизация режимов работы электрооборудования с целью снижения пиковых нагрузок и повышения общей энергоэффективности молочных ферм.

1. Особенности электропотребления молочных ферм

Энергопотребление молочной фермы отличается от промышленных объектов другим профилем нагрузки. Наибольший вклад в формирование графика дают:

1. Доильные установки – работают строго по расписанию (обычно 2–3 раза в сутки), потребляют значительные токи в моменты запуска;
2. Охладители молока – включаются после доения для быстрого охлаждения, создавая пики в потреблении;
3. Вентиляционные системы – зависят от температуры и влажности воздуха, но часто работают синхронно в жаркий период;
4. Насосы водоснабжения и навозоудаления – работают кратковременно, но с высоким пусковым током;
5. Освещение и обогрев – зависят от сезона и времени суток, формируя дополнительную нагрузку.

Анализ показывает, что до 60–70 % всей мощности потребляется в утренние и вечерние часы, что приводит к значительным пикам и снижает эффективность использования электросети фермы [2].

2. Анализ режимов работы электрооборудования

Для оценки электропотребления молочной фермы используются методы анализа графиков нагрузки. На практике применяются:

1. Суточные графики потребления – позволяют выявить пики нагрузки, связанные с технологическими процессами (доение, охлаждение молока).
2. Недельно-месячные графики – учитывают сезонные колебания и особенности эксплуатации оборудования.
3. Факторный анализ – определяет вклад каждого вида оборудования в формирование пиковых нагрузок.

Исследования показывают, что максимальная мощность потребления в фермерских хозяйствах в 1,5–2 раза превышает среднее значение нагрузки. Это связано с отсутствием равномерного распределения режимов работы оборудования [3].

Пример: при одновременном запуске доильных аппаратов, насосов и охладителей нагрузка может превышать номинальные возможности трансформатора, что вызывает аварийные отключения или снижение напряжения в сети.

3. Методы оптимизации режимов для снижения пиковых нагрузок

Оптимизация режимов электропотребления на молочных фермах может включать следующие меры:

1. Перераспределение нагрузки во времени.
2. Сдвиг работы охладителей молока на 15–20 минут после завершения доения.
3. Автоматическое включение насосов в ночное время, когда общая нагрузка минимальна.
4. Применение систем автоматизированного управления.
5. Использование программируемых контроллеров, управляющих включением оборудования.
6. Внедрение «умных» систем энергоменеджмента, анализирующих графики нагрузки в реальном времени.
7. Использование частотно-регулируемых приводов (ЧРП).

Применение ЧРП для насосов и вентиляторов снижает пусковые токи и выравнивает нагрузку.

8. Установки накопителей энергии.

Аккумуляторные системы позволяют сглаживать пики, аккумулируя энергию в часы низкой нагрузки и отдавая её в часы пикового потребления.

9. Оптимизация освещения и обогрева.

Использование светодиодных светильников снижает энергопотребление на 30–40 %.

10. Автоматизация систем обогрева позволяет снизить нагрузку в утренние часы.

Комплексное применение указанных методов позволяет снизить пиковую нагрузку на 20–25 %, а также сократить расходы на оплату электроэнергии.

4. Практические рекомендации и примеры внедрения

Опыт внедрения энергосберегающих технологий на молочных фермах показывает эффективность комплексного подхода:

1. В фермерских хозяйствах Германии и Нидерландов активно применяются автоматизированные системы управления доильными залами, которые обеспечивают равномерный запуск оборудования и предотвращают пики нагрузки [1].

2. В российских молочных комплексах внедряются светодиодные системы освещения и частотно-регулируемые приводы для насосов, что позволяет снизить энергозатраты на 15–20 % [2].

3. Использование аккумуляторных систем (Li-ion батарей) в хозяйствах Канады позволило уменьшить пиковую нагрузку на 30 % и сократить затраты на электроэнергию более чем на 10 % [3].

Внедрение современных технологий оптимизации режимов работы электрооборудования позволяет значительно повысить энергоэффективность молочных ферм.

Заключение

Анализ режимов электропотребления молочных ферм показал, что наибольшие проблемы связаны с пиковыми нагрузками, возникающими в часы доения и охлаждения молока. Их последствия включают перегрузку сетевого оборудования, снижение надёжности энергоснабжения и рост затрат на электроэнергию.

Применение методов оптимизации — перераспределение нагрузок, автоматизация процессов, использование ЧРП и накопителей энергии — позволяет снизить пики потребления на 20–30 % и повысить экономическую эффективность хозяйства.

Результаты анализа подтверждают, что внедрение интеллектуальных систем энергоменеджмента является перспективным направлением развития молочных ферм, обеспечивающим устойчивое и рациональное энергопотребление.

Список литературы

1. Мониторинг профиля электрической нагрузки сельскохозяйственных предприятий (на примере фермы КРС). // Энергетика и электротехника. – 2020. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-profilya-elektricheskoy-nagruzki-selskohozyaystvennyh-predpriyatij-na-primere-fermy-krk>

2. Аккумуляционные установки для охлаждения молока на фермах. // Вестник агроинженерии. – 2021. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/akkumulyatsionnye-ustanovki-dlya-ohlazhdeniya-moloka-na-fermah>

3. Министерство сельского хозяйства РФ. Рекомендации по переходу на дифференцированные тарифы (ДУЭ) для производственных потребителей электроэнергии в сельском хозяйстве. - URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293845/4293845701.htm>

Dubrov Ivan Vladimirovich, student

Southwest state university, Kursk, Russia

Volkov Ruslan Olegovich, student

Southwest state university, Kursk, Russia

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT OPERATION IN DAIRY FARMS TO REDUCE PULSE LOADS

Abstract. The article discusses the features of electricity consumption in dairy farms, which are associated with a high concentration of energy-consuming equipment that operates at specific intervals.

Keywords: dairy farm, electrical equipment, peak load, mode optimization, and energy saving.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ОСВЕЩЕНИЕМ ТЕПЛИЦ

Дубров Иван Владимирович, студент

(e-mail: dubrovivan2003@yandex.ru)

Волков Руслан Олегович, студент

(e-mail: ruslan.volkov03@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются современные методы управления системами освещения теплиц с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Применение интеллектуальных алгоритмов позволяет повысить энергоэффективность, снизить эксплуатационные затраты и обеспечить оптимальные условия для роста растений. Особое внимание уделяется энергосберегающим технологиям, интеграции ИИ в тепличные комплексы, а также перспективам дальнейшего развития отрасли.

Ключевые слова: теплицы, искусственный интеллект, энергосбережение, освещение, агроинформатика.

Введение

Современное сельское хозяйство характеризуется стремлением к цифровизации и внедрению технологий «умного управления» для оптимизации производственных процессов. Тепличные хозяйства, являясь энергоёмкими объектами, особенно остро нуждаются в повышении энергоэффективности. Одним из ключевых факторов энергопотребления в теплицах является система освещения, на долю которой приходится до 40% затрат на электроэнергию [1].

Использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) в управлении освещением открывает новые возможности для сокращения энергопотребления и повышения урожайности. В последние годы в России и за рубежом активно

разрабатываются интеллектуальные системы, способные адаптировать режимы освещения под конкретные потребности растений с учётом фаз их развития, погодных условий и стоимости электроэнергии [2].

1. Современные подходы к освещению теплиц

Классические системы освещения теплиц строятся на основе стандартных графиков включения и отключения светильников. Однако такой подход не учитывает динамические изменения во внешней среде, а также физиологические потребности растений.

Применение светодиодных (LED) светильников позволило значительно сократить энергозатраты, однако без интеллектуального управления их потенциал используется не полностью [3]. В этом контексте особую роль играет внедрение систем ИИ, которые позволяют анализировать большие массивы данных о росте растений, погодных условиях и энергопотреблении.

2. Внедрение ИИ в системы управления освещением

Интеллектуальные системы освещения, основанные на ИИ, включают следующие ключевые компоненты:

1. Датчики освещённости и микроклимата – фиксируют интенсивность естественного света, температуру и влажность.
2. Системы машинного обучения – анализируют данные и прогнозируют оптимальные режимы досветки.
3. Адаптивные алгоритмы – изменяют интенсивность и спектр освещения в реальном времени.

Например, проект Smartlight предусматривает использование ИИ для динамического управления освещением теплиц. Система самостоятельно определяет необходимость включения или снижения мощности светильников, что позволяет экономить до 30% электроэнергии [1].

3. Эффективность внедрения интеллектуальных систем

Практические результаты внедрения подтверждают значительный потенциал технологии. По данным исследований, интеллектуальное управление освещением в теплицах может сократить энергопотребление на 25–33% и одновременно увеличить урожайность на 10–15% за счёт оптимизации фотосинтетически активной радиации [2].

Кроме того, интеллектуальные системы позволяют адаптироваться под тарифные особенности энергосистем. Например, в ночные часы, когда стоимость электроэнергии ниже, система может увеличить досветку, а в часы пик – сократить её, не снижая качества выращивания растений [3].

4. Перспективы развития технологии

Применение ИИ в агропромышленном комплексе продолжает активно развиваться. Основные направления совершенствования включают:

1. Интеграцию с цифровыми двойниками теплиц для прогнозирования урожайности и управления всем комплексом инженерных систем.
2. Развитие систем предиктивной аналитики, которые позволяют прогнозировать потребление электроэнергии и минимизировать затраты.

3. Применение облачных платформ и Интернета вещей (IoT), обеспечивающих дистанционный мониторинг и управление теплицами.

В долгосрочной перспективе использование ИИ в управлении освещением может стать обязательным элементом для крупных тепличных комплексов, так как оно напрямую связано с экономической эффективностью производства и устойчивым развитием сельского хозяйства.

Заключение

Применение искусственного интеллекта в управлении системами освещения теплиц является перспективным направлением, способствующим повышению энергоэффективности и урожайности. Практика показывает, что внедрение интеллектуальных технологий позволяет снизить энергопотребление до 33%, что особенно актуально в условиях роста тарифов на электроэнергию. В дальнейшем можно ожидать интеграции ИИ с другими системами управления тепличными комплексами, что приведёт к формированию полностью автоматизированных «умных теплиц».

Список литературы

1. Освещение в теплицах с помощью искусственного интеллекта. // Smartlight - URL: <https://smartlight.elec.ru/news/osvesheniem-v-teplicah-budet-upravlyat-iskusstvennyj-intellekt-00169.html>
2. Сокращение расходов на электроэнергию с помощью умных теплиц. // BOSS Agro - URL: <https://bossagro.kz/27779-umnye-teplicy-mogut-sokratit-rasxody-na-elektroenergiyu-do-33/>
3. Энергосберегающие технологии для систем освещения промышленных теплиц. // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberegayuschie-tehnologii-dlya-sistem-osvescheniya-promyshlennyh-teplit>

Dubrov Ivan Vladimirovich, student

(e-mail: dubrovivan2003@yandex.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

Volkov Ruslan Olegovich, student

(e-mail: ruslan.volkov03@mail.ru)

Southwest state university, Kursk, Russia

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GREENHOUSE LIGHTING CONTROL

Abstract. The article discusses modern methods of managing greenhouse lighting systems using artificial intelligence (AI) technologies.

Keywords: greenhouses, artificial intelligence, energy saving, lighting, agroinformatics.

«УМНАЯ» ТЕПЛИЦА: ПОЛНЫЙ ЦИКЛ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ БЕЗ УЧАСТИЯ ЧЕЛОВЕКА

Елисеев Алексей Александрович, студент

(e-mail; alesha.eliseev.5@mail.ru)

Научный руководитель –

Бунеев Сергей Сергеевич, к.физико-мат.н., доцент

(email; LIMES88@mail.ru)

Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

Современный тепличный комплекс превратился из простой конструкции в высокотехнологический кибер-физический комплекс. В ней все процессы – от орошения и заканчивая регулированием света и состава воздуха – контролируются автоматизированной системой на основе данных, поступающих от сети датчиков, и прогнозов погоды. Это позволяет добиться максимальной продуктивности и улучшения характеристик сельскохозяйственных культур при оптимизации расходов на энергоресурсы и воду.

Ключевые слова: Умная теплица, автоматизация тепличного комплекса, предиктивное управление микроклиматом, интернет вещей в сельском хозяйстве, точное земледелие, энергоэффективность теплицы, агрономическая модель

Актуальность развития интеллектуальных теплиц обусловлено необходимостью перехода к устойчивому и высокопроизводительному сельскому хозяйству. Традиционные теплицы сталкиваются с проблемами, снижающих их эффективность:

- отсутствие возможности точного управления основными параметрами микроклимата вручную приводит к стрессу растений и потере урожая;
- человеческий фактор негативно влияет на состояние растений;
- высокие затраты на энергию и воду при неоптимизированном управлении

Решением является концепция «умной теплицы» - интегрированной системы, где все процессы управляются автоматически на основе поступающей с датчиков и агрономических алгоритмов, часто с использованием прогнозов погоды для превентивного контроля.

Внедрение умных теплиц является объективной необходимостью для повышения продовольственной безопасности, экономии ресурсов и конкурентоспособности агробизнеса.

Предмет исследования: автоматизированная система управления микроклиматом «умной» теплицы.

Цель: обосновать эффективность унифицированной системы автономного управления для увеличения урожайности и оптимизации потребления ресурсов.

Задачи:

- определить ключевые параметры микроклимата, требующие автоматизированного контроля;
- рассмотреть структуру и взаимодействие компонентов системы

—определить преимущества использования предиктивных алгоритмов на основе внешних данных;

—оценить эффективность внедрения системы по критериям урожайности и экономии ресурсов.

Архитектура умной теплицы: от данных к действию

В основе умной теплицы лежит кибер-физическая структура, условно разделенная на три взаимосвязанных уровня, работающее как единый организм:

Слой восприятия. Это совокупность датчиков, постоянно собирающих данные о микроклимате и состоянии растений. Климат, температура, влажность воздуха/почвы, освещенность и уровень CO₂. Полив и питание, влажность субстрата, pH и электропроводность питательного раствора.

Слой управления. Полученные данные поступают в программируемый логический контроллер, где они обрабатываются с использованием агрономических моделей – алгоритмов, определяющих идеальные параметры для конкретной культуры, принимая решение о необходимых действиях.

Слой исполнения. Получив команду от «мозга», исполнительные устройства изменяют среду: Температура/вентиляция: сервоприводы форточек, системы обогрева и охлаждения. Влажность: увлажнители или осушители. Освещение: светодиодные фитосветильники. Полив: соленоидные клапаны и дозирующие насосы.

Суть интеграции: Система работает по-принципу замкнутого цикла. Сенсоры непрерывно измеряют результат действий механизмов и передают информацию обратно в контроллер, который корректирует управление для поддержания заданных параметров. Это обеспечивается полной автономностью.

Практический результат: анализ эффективности

Автоматизированное управление обеспечивает значимый экономический и агрономический эффект:

Экономическая эффективность: Снижение расхода воды и удобрений на 25-40% за счет точного дозирования. Экономия электроэнергии на 15-30% благодаря оптимизации работ светильников и климатического оборудования. Уменьшение затрат на управление до 80%

Агрономическая эффективность: Повышение урожайности на 20-35% за счет поддержания оптимального микроклимата. Улучшение качества продукции. Снижение риска заболеваний растений на 25-50%

Операционная эффективность: Постоянный контроль и прогнозирование микроклимата. Минимизация влияния человеческого фактора. Возможность управления несколькими теплицами из единого центра. Внедрение системы окупается за 1-3 года в зависимости от масштаба и культуры выращивания.

Список литературы

1. Кочкин Н.В., Анисимов Б.В. Автоматизация технологических процессов в растениеводстве защищенного грунта. — М.: КолосС, 2020. — 215 с.

2. Редькин Л.П., Сабиров Р.Н. Интеллектуальные системы управления агротехнологиями // Научное обеспечение инновационного развития АПК: сб. статей. — Курск, 2022. — С. 145-149.

3. Benke K., Tomkins B. Future Food-Production Systems: Vertical Farming and Controlled-Environment Agriculture // Sustainability: Science, Practice and Policy. — 2021. — Vol. 13, No. 1. — P. 13-26.
4. Pahuja R., Verma S., Uddin M. A Wireless Sensor Network for Greenhouse Climate Control // IEEE Pervasive Computing. — 2023. — Vol. 22, No. 2. — P. 49-58.
5. Федоров М.П. (ред.) Цифровизация и роботизация сельского хозяйства: от точного земледелия к агроинтернету вещей. — СПб.: Лань, 2021. — 189 с.
6. Costa J.M., Heuvelink E. The Greenhouse Horticulture Industry: Toward Sustainable Production // Acta Horticulturae. — 2022. — No. 1345. — P. 305-316.
7. Патент 2743215 РФ. Система автоматического управления микроклиматом теплицы / Петров А.С., Сидоров И.В.; заявитель ООО "АгроТех". — №2020134567; заявл. 15.10.2020; опубл. 20.02.2021, Бюл. №5.

Eliseev Alexey Aleksandrovich, student (e-mail: alesha.eliseev.5@mail.ru)

Buneev Sergey Sergeevich, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yelets State University named after I.A. Bumín"

«SMART» GREENHOUSE: FULL-CYCLE MICROCLIMATE MANAGEMENT WITHOUT HUMAN INTERVENTION

Abstract. A modern greenhouse complex has evolved from a simple structure into a high-tech cyber-physical system. In it, all processes – from irrigation to regulating light and air composition – are controlled by an automated system based on data from a sensor network and weather forecasts. This allows for maximum productivity and improved crop characteristics while optimizing energy and water consumption.

Keywords: Smart greenhouse, greenhouse automation, predictive climate control, Internet of Things in agriculture, precision agriculture, energy-efficient greenhouse, agronomic model.

DOI 10.47581/2025.SXA-14.Efimova-Aleksandra-01

УДК 631.6.02

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСАДОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ РИЗОМ МИСКАНТУСА

Ефимова Александра Андреевна, студент

(aleksandraefimova696@gmail.com)

Научный руководитель —

Лавров Александр Владимирович, к.т.н., доцент

кафедры механизации сельского хозяйства

Российский государственный аграрный университет —

МСХА имени К.А. Тимирязева

Статья посвящена проблеме технического обеспечения механизированной посадки ризом мискантуса. Рассмотрены полуавтоматические посадочные машины, которые могут применяться для посадки ризом мискантуса. Проведен анализ технических характеристик данных машин, выявлены их недочеты.

Ключевые слова: Полуавтоматические посадочные машины, мискантус, технические характеристики, посадка, производительность.

Введение. С позиций глобальной экологии и сокращения вырубки лесов, приоритетную значимость приобретают культуры, снижающие парниковый эффект и тормозящие эрозию почвы. Комплексные сравнительные исследования европейских ученых с рядом древесных, кустарниковых и многолетних травянистых растений показали, что одной из перспективных биоэнергетических культур на сегодняшний день является Мискантус.

Мискантус представляет собой многолетнее травянистое растение, которое привлекло значительное внимание в последние годы благодаря своим уникальным характеристикам. Культура демонстрирует высокую скорость роста и способна производить значительное количество растительного сырья, что делает её перспективным экологически чистым источником энергии, хорошей альтернативой углю и газу.

Однако у этой перспективной культуры есть серьёзное «узкое место» – сложность посадки, так как Мискантус размножают ризомами [1]. Процесс посадки ризом напоминает технологию возделывания картофеля, но требует более высокой степени точности: необходимо правильно ориентировать корневища, заглублять их на строго определенную глубину и обеспечивать равномерное распределение. Ручная посадка является трудоёмким и дорогостоящим процессом, а применение стандартных сельскохозяйственных машин, таких как картофелесажалки, часто приводит к неравномерности всходов, что негативно сказывается на урожайности [2].

Решением данной проблемы является поиск и анализ машин, обеспечивающих посадку ризом мискантуса с высокой производительностью и качеством, соответствующим требованиям агротехники [3].

Цель – провести обзор и анализ посадочных машин для возделывания ризом мискантуса.

Материалы и методы. Проведен анализ полуавтоматических машин, применяемых для посадки ризом мискантуса. Поиск проводился на сайтах производителей сельскохозяйственной техники, а также в научных базах данных.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного анализа были выявлены машины, которые могут применяться для полуавтоматической посадки мискантуса в условиях питомников:

- полуавтоматическая картофелесажалка PPS-2F итальянской фирмы ИМАС;
- полуавтоматическая картофелесажалка финской фирмы ЈУКО;
- полуавтоматическая четырёхрядная картофелесажалка СПК-4 Техмаш Беларусь;
- полуавтоматическая сажалка клубней клонов картофеля СН-4Б-К;
- полуавтоматическая сажалка СКТС-2.

В таблице 1 представлены технические характеристики данных машин.

Из таблицы 1 видно, что представленные машины могут применяться для посадки ризом мискантуса и удовлетворяют требованиям агротехники: шаг посадки – 14-38 см и глубина посадки – 5-15 см.

Недостатками данных машин являются:

- низкая производительность;

- небольшая вместимость бункера.
- расположение бункера в хвостовой части сажалки;
- рабочее положение сажальщиков спиной в сторону движения агрегата;
- в случае падения сажальщик может попасть под сажалку.

Таблица 1 – Технические характеристики полуавтоматических Посадочных машин

Показатель	Модель				
	PPS-2F	ЛУКО	СПК-4	СН-4Б-К	СКТС-2
Количество рядов, шт.	2	2	4	4	2
Ширина междурядий, см	50-90	70-80	70-75	70	75
Шаг посадки, см	14-28	20-30	20-35	20-35	14-38
Глубина посадки, см	6-10	6-10	5-15	4-14	6-10
Вместимость бункера, кг	150	32	360	200	150
Рабочая скорость, км/ч	1,5	0,7	0,7	1,5	1,5
Производительность, га/ч	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2

Заключение. В результате проведенного анализа характеристик полуавтоматических посадочных машин установлено, что они могут применяться для посадки ризом мискантуса. Однако для улучшения их технико-экономических показателей и безопасности требуется усовершенствование конструкции.

Список литературы

1. Кухмазов, К. З. Размерная характеристика ризомы мискантуса / К. З. Кухмазов, И. Е. Карасев, Р. А. Янборисов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Всероссийской науч-но-практической конференции, Пенза, 28–29 марта 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 107-110. – EDN ECTRID.
2. Янборисов, Р. А. Механизированная посадка ризом мискантуса / Р. А. Янборисов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 26–27 октября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 325-328. – EDN IGTUJC.
3. Бейлис В.М., Московский М.Н., Лавров А.В. Инновационная система машинно-технологического обеспечения фермерских хозяйств, селекционных и семеноводческих организаций: моногр. – М.: ФГБНУ «Роинформагротех», 2022. – 288 с.

Efimova Alexandra Andreevna, student

Russian State Agrarian University –

Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

ANALYSIS OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF PLANTING MACHINES FOR MISCANTHUS RHIZOMES

The article is devoted to the problem of technical support for mechanized planting of miscanthus rhizomes. Semi-automatic landing machines that can be used for planting miscanthus rhizomes are considered. The technical characteristics of these machines were analyzed, and their shortcomings were identified.

Keywords: Semi-automatic landing machines, miscanthus, technical characteristics, landing, performance.

DOI 10.47581/2025.SXA-14.Kabdin-Andreev-01

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Кабдин Николай Егорович, к.т.н., доцент

e-mail: entrgo-nek@rgau-msha.ru

Андреев Сергей Андреевич, д.т.н., доцент

e-mail: asa-finance@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева, г.Москва, Россия

В статье рассмотрены вопросы математического описания электродвигателей, используемых в системах автоматического управления технологическими процессами АПК. При проектировании систем наиболее удобной формой, отражающей динамические свойства электродвигателей, являются передаточные функции. Рассмотрены примеры формирования передаточных функций для электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением и асинхронного электродвигателя. В качестве выходной величины принималась частота вращения, в качестве входной – напряжение, подводимое к обмоткам якоря или степень изменения загрузки. В обоих примерах работа электродвигателей анализировалась в совокупности с рабочими машинами. Сформированы соответствующие дифференциальные уравнения первого и второго порядков. На основе преобразования Лапласа полученные уравнения сведены к передаточным функциям.

Ключевые слова: электродвигатель, рабочая машина, нагрузка, частота вращения, вращающий момент, момент сопротивления, степень изменения загрузки, дифференциальное уравнение, передаточная функция.

Электродвигатели являются наиболее распространенными устройствами для преобразования электрической энергии во вращательное движение. В современных системах автоматического управления сельскохозяйственного назначения электродвигатели могут выполнять роль исполнительного механизма, регулирующего органа или даже объекта автоматизации. Во всех случаях расчет таких систем обычно осуществляется в операторной форме, когда динамические параметры звеньев определяются передаточными функциями [1]. Не секрет, что процедура определения передаточных функций звеньев является непростой задачей. Наиболее часто передаточная функция находится через предварительно

составленное дифференциальное уравнение. При этом само дифференциальное уравнение формируется в результате теоретических рассуждений, минуя стадию экспериментального получения кривых переходного процесса или частотных характеристик.

В большинстве случаев выходной величиной, характеризующей результативность работы электродвигателя, является частота вращения. Иногда, напротив, – в качестве выходной величины рассматривается вращающий момент. Поскольку частота вращения связана с нагрузкой, ее следует рассматривать в совокупности с характеристиками рабочей машины. В зависимости от типа электродвигателя и принятого способа управления в качестве входной величины могут быть приняты различные по физической природе воздействия.

Рассмотрим примеры управления частотой вращения якоря машины постоянного тока с независимым возбуждением изменением подводимого к его обмоткам напряжения и частотой вращения ротора асинхронного электродвигателя от степени загрузки.

Для первого примера будем считать, что входной величиной является напряжение U на якоре, выходной – частота ω его вращения.

Запишем основное уравнение моментов :

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_{дв} - M_c \quad (1)$$

где J – момент инерции, кг·м², ω – круговая скорость, рад/с; $M_{дв}$ – момент, развиваемый электродвигателем, Н·м; M_c – момент сопротивления, определяемый рабочей машиной, Н·м.

Значения моментов, входящих в уравнение (1), можно представить следующим образом:

$$M_{дв} = C_m \Phi i_a \quad (2)$$

где C_m – магнитная постоянная двигателя; Φ – магнитный поток якоря, Вб; i_a – ток в обмотке якоря, А.

Будем считать, что с увеличением частоты вращения момент сопротивления линейно возрастает:

$$M_c = a\omega \quad (3)$$

где a – коэффициент пропорциональности.

В результате подстановки выражений (2) и (3) в уравнение (1) получим:

$$J \frac{d\omega}{dt} = C_m \Phi i_a - a\omega \quad (4)$$

С другой стороны, уравнение цепи якоря в дифференциальной форме может быть записано следующим образом:

$$U = e + L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a, \quad (5)$$

где e – э.д.с., индуцированная в якоре, В; R_a – активное сопротивление обмотки якоря, Ом; L_a – индуктивность обмотки якоря, Гн.

Значение э.д.с. e в якоре определяется произведением;

$$e = C_e \Phi \omega \quad (6)$$

где C_e – электрическая постоянная электродвигателя.

Разместив правую часть выражения (6) в уравнении (5), получим:

$$U = C_e \Phi \omega + L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a$$

Перенесем слагаемое $C_e \Phi \omega$ в левую часть:

$$U - C_e \Phi \omega = L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a \quad (7)$$

Объединив выражения (4) и (7), получим систему двух уравнений:

$$\begin{cases} J \frac{d\omega}{dt} = C_m \Phi i_a - a\omega \\ U - C_e \Phi \omega = L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a \end{cases} \quad (8)$$

Величина силы тока i_a в цепи якоря электродвигателя может быть определена из первого уравнения системы (8):

$$i_a = \frac{J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{a}{C_m \Phi} \omega$$

Подставив это значение во второе уравнение системы (8), получим:

$$U - C_e \Phi \omega = L_a \frac{d}{dt} \left[\frac{J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{a}{C_m \Phi} \omega \right] + R_a \left[\frac{J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{a}{C_m \Phi} \omega \right]$$

Раскроем скобки в правой части последнего равенства:

$$U - C_e \Phi \omega = \frac{L_a J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{L_a a}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{R_a J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{R_a a}{C_m \Phi} \omega \quad (9)$$

Перенесем слагаемое $C_e \Phi \omega$ в правую часть выражения (9) и сгруппируем члены в порядке убывания порядка производной:

$$U = \frac{L_a J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{L_a a}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{R_a J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d\omega}{dt} + \frac{R_a a}{C_m \Phi} \omega + C_e \Phi \omega \quad (10)$$

или

$$\frac{L_a J}{C_m \Phi} \cdot \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \left[\frac{L_a a}{C_m \Phi} + \frac{R_a J}{C_m \Phi} \right] \frac{d\omega}{dt} + \left[\frac{R_a a}{C_m \Phi} + C_e \Phi \right] \omega = U \quad (11)$$

Домножим все слагаемые выражения (11) на $C_m \Phi$:

$$L_a J \frac{d^2 \omega}{dt^2} + [L_a a + R_a J] \frac{d\omega}{dt} + [R_a a + C_e C_m \Phi^2] \omega = U C_m \Phi \quad (12)$$

Для достижения равенства коэффициента при выходной величине ω единице поделим все слагаемые равенства (12) на сумму $R_a a + C_e C_m \Phi^2$:

$$\left[\frac{L_a J}{R_a a + C_e C_m \Phi^2} \right] \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \left[\frac{L_a a + R_a J}{R_a a + C_e C_m \Phi^2} \right] \frac{d\omega}{dt} + \omega = \frac{C_m \Phi}{R_a a + C_e C_m \Phi^2} U \quad (13)$$

Обозначим:

$$T_2 = \frac{L_a J}{R_a a + C_e C_m \Phi^2}; \quad T_1 = \frac{L_a a + R_a J}{R_a a + C_e C_m \Phi^2}; \quad K = \frac{C_m \Phi}{R_a a + C_e C_m \Phi^2}$$

В таком случае дифференциальное уравнение (13) примет классический вид:

$$T_2 \frac{d^2 \omega}{dt^2} + T_1 \frac{d\omega}{dt} + \omega = KU \quad (14)$$

Воспользовавшись преобразованием Лапласа, запишем уравнение (14) в операторной форме:

$$T_2 p^2 \omega + T_1 p \omega + \omega = KU$$

По определению искомая передаточная функция будет соответствовать отношению: $W(p) = \frac{\omega(p)}{U(p)} = \frac{K}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}$.

Для рассмотрения динамики асинхронного электродвигателя вновь обратимся к уравнению равновесия моментов (1).

Величину момента, развиваемого электродвигателем, можно определить по формуле Клосса [:

$$M_{дв} = \frac{2M_k(1+\alpha S_k)}{\frac{S_k}{S} + \frac{S}{S_k} + 2\alpha S_k} = \frac{2M_k(1+\alpha S_k)S_k S}{S^2 + 2\alpha S_k^2 S + S_k^2}, \quad (15)$$

где $\alpha = \frac{M_1}{M_2}$ – степень изменения момента загрузки электродвигателя;

Таким образом, электромагнитный момент двигателя является функцией степени загрузки α и частоты вращения ротора. Рассматриваемая зависимость является нелинейной

Момент сопротивления, создаваемый рабочей машиной, определяется выражением

$$M_c = M_o + (M_{сн} - M_o) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^b, \quad (16)$$

где M_o – начальный момент сопротивления, определяемый приведенным моментом инерции, Н·м; $M_{сн}$ – момент сопротивления при номинальной нагрузке электродвигателя, Н·м; ω_n – номинальная частота вращения ротора, рад/с; ω – текущая частота вращения ротора, рад/с; b – коэффициент, характеризующий разновидность механической характеристики электродвигателя. Для подъемных механизмов, кранов, лебедок и т.п. $b = 0$, для поршневых насосов, зерноочистительных машин, генераторов с независимым возбуждением $b = 1$; для вентиляторов, центробежных насосов, гребных винтов средств водного транспорта $b = 2$ и т.д.

Линеаризуем выражения (15) и (16):

$$\Delta M_{дв} = \frac{\partial M_{дв}}{\partial \alpha} \Delta \alpha + \frac{\partial M_{дв}}{\partial \omega} \Delta \omega = K_1 \Delta \alpha + K_2 \Delta \omega,$$

$$\text{где } K_1 = \frac{\partial M_{дв}}{\partial \alpha} \text{ и } K_2 = \frac{\partial M_{дв}}{\partial \omega};$$

$$\Delta M_c = \frac{\partial M_c}{\partial \omega} K_c \Delta \omega,$$

$$\text{где } K_c = \frac{\partial M_c}{\partial \omega}$$

С учетом линеаризации уравнение (1) можно свести к виду:

$$J \frac{d\Delta \omega}{dt} + (K_c - K_1) \Delta \omega = K_1 \Delta \alpha \quad (17)$$

Поделим все члены уравнения (4) на $K_c - K_1$:

$$\frac{J}{K_c - K_1} \cdot \frac{d\Delta \omega}{dt} + \Delta \omega = \frac{K_1}{K_c - K_1} \cdot \Delta \alpha$$

Обозначив дробь $\frac{J}{K_c - K_1}$ постоянной времени T и дробь $\frac{K_1}{K_c - K_1}$ – коэффициентом передачи $K_{дв}$, запишем:

$$T \frac{d\Delta \omega}{dt} + \Delta \omega = K_{дв} \cdot \Delta \alpha$$

Переходя к операторной форме и поделив выходную величину на входную, получим передаточную функцию вида:

$$W(p) = \frac{K_{дв}}{Tp + 1}$$

Описанная методика может быть использована при математическом описании электродвигателей других типов.

Список литературы

1. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления / Учебник для ВУЗов / Сер.Высшее образование (2-е издание, исправленное и дополненное) Москва, 2025. - 377 с.
2. Герасенков А.А., Кабдин Н.Е. Автоматизированный электропривод. Основные понятия. Терминология и условные обозначения / М.: МГАУ имени В.П.Горячкина. 2009, – 99 с.
3. Смирнов А.Ю., Александрова Е.Н., Усунц-Кригер Т.Н. Построение механических характеристик асинхронных двигателей по паспортным данным / Интеллектуальная электротехника, 2020, №3, – С.53 – 63.
4. Кирилин Н.И. Теория расчета оптимальных систем автоматического управления. Научное издание М.: МГАУ имени В.П.Горячкина, 1999 – 240 с.

Kabdin Nikolay Egorovich, Cand. Tech. Sci. associate professor

Russian State Agrarian University - MTAA named after K.A.Timiryazev

Andreev Sergey Andreevich, Doctor .Tech. Sci. associate professor

Russian State Agrarian University - MTAA named after K.A.Timiryazev

DETERMINATION OF TRANSFER FUNCTIONS OF ELECTRIC MOTORS IN AGRICULTURAL AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

Abstract. The article considers the issues of mathematical description of electric motors used in automatic process control systems of the agro-industrial complex. When designing systems, the most convenient form reflecting the dynamic properties of electric motors is transfer functions. Examples of the formation of transfer functions for a DC electric motor with independent excitation and an asynchronous electric motor are considered. The rotation frequency was taken as the output value, and the voltage supplied to the armature windings or the degree of change in the load was taken as the input value. In both examples, the operation of electric motors was analyzed in conjunction with the working machines. The corresponding differential equations of the first and second orders were formed. Based on the Laplace transform, the obtained equations were reduced to transfer functions.

Keywords: electric motor, working machine, load, rotation frequency, torque, resistance moment, degree of change in load, differential equation, transfer function.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Калин Владимир Владимирович, студент

(e-mail: popo10102006@gmail.com)

Мясоедова Марина Анатольевна, к.т.н., доцент

(e-mail: lady.mysyedova@yandex.ru)

Мамонова Людмила Геннадьевна, к.э.н., доцент

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г.Курск, Россия

В статье рассмотрены проблемы в области энергетики, выявлено, что решением проблемы является энергосбережение, определены пути решения по энергосбережению, а именно предложено применение биогазовой установки, обосновано применение биогазовых установок в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: энергосбережение, сельское хозяйство, вторичные источники энергии, энергосберегающие технологии, биогазовые установки.

В настоящее время все более актуальной проблемой становится энергосбережение. Высокая стоимость энергии, ограниченность энергетических ресурсов и негативное влияние на окружающую среду, связанное с их производством, все эти факторы побуждают к рациональному использованию электроэнергии, что является сегодня важнейшей задачей в сельском хозяйстве

Сохранение энергии - наиболее обещающий путь к решению в ближайшей перспективе проблем нехватки ископаемого топлива для производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Главным резервом сохранения энергии является использование вторичных источников энергии. Это - применение энергосберегающих технологий, основными из которых являются:

- совершенствование конструктивных решений систем вентиляции, средств регулирования микроклимата, эксплуатации теплового оборудования и т.д.;
- использование тепловых насосов;
- регенерация теплоты на животноводческих фермах;
- использование биогаза.

Для использования биогаза возможно применение стандартной установки с биореактором на 6 куб. м. Данная установка осуществляет биотехнологическую переработку всех видов органических отходов (навоза, помета) фермы крупного рогатого скота (КРС) на 15-20 голов, или свинофермы на 150-180 голов, или птицефермы на 1500-1800 голов и позволяет наладить непрерывное производство удобрений.

Производительность данной установки:

выход по биогазу с общей теплотворной способностью 480 тыс. кДж/сутки (эквивалент 17 кг топочного мазута) до 24 куб. м. в сутки;

общее количество вырабатываемой тепловой энергии, 432 тыс. кДж в сутки, эквивалент по электроэнергии 48 кВт*ч в сутки;

количество вырабатываемых органических удобрений до 0,6 тонн в сутки.

Установка может собираться в батарее из 2-х и более блок-модулей и обрабатывать, соответственно, отходы от 30-40 и более голов КРС или другой живности.

В базовую комплектацию входят биореактор и газгольдер.



Рисунок 1 - Схема и размещение рассматриваемой установки на сельскохозяйственной ферме

Биогаз может быть неплохой альтернативой невозобновляемым источникам энергии. Производство биогаза представляет одну из составляющих комплексного подхода по получению альтернативной энергии, наряду световой, солнечной и др. её видами.

Таким образом, применение энергосбережения в виде использования биогаза в сельском хозяйстве должно решить вопросы снижения прямых и совокупных затрат энергии.

Список литературы

1. Масалов И.В., Мясоедова М.А. Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии в сельском хозяйстве // Сб.: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2025. С. 83-88.
2. Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. Проблемы и пути решения электросетевого комплекса // Сб.: Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2023. С. 148-150.
3. Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. Актуальные проблемы и перспективы энергосетевого комплекса России // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра, сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2022. С.124-126.
4. Мясоедова М.А., Ароян А.В. К вопросу повышения энергоэффективности электрооборудования // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра, сборник научных статей 2-й Между-

народной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск, 2023. С.392-395.

5. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Способы повышения энергоэффективности и энергосбережения в предприятиях АПК // Сб.: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2021. С. 288-293.

6. Рыжов А.А., Мясоедова М.А., Ресурсосберегающие технологии. Взгляд в будущее // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 268-271.

7. Мясоедова М.А., Ароян А.В. Энергетика сегодня. новые реалии для России // Сб.: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 30-32.

Kalin Vladimir Vladimirovich, student

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Myasoedova Marina Anatolyevna, associate professor

State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Mamonova Lyudmila Gennadiyevna, associate professor

State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

PROBLEMS OF ELECTRICITY USE AND WAYS SOLUTIONS OF ENERGY SAVING IN AGRICULTURE

The article discusses the problems in the field of energy, reveals that the solution to the problem is energy saving, identifies ways to solve the problem of energy saving, namely, the use of a biogas plant, and substantiates the use of biogas plants in agriculture. Keywords: energy saving, agriculture, secondary energy sources, energy-saving technologies, biogas plants.

Keywords: power supply, agriculture, energy losses, energy efficiency, smart grids, distributed generation, rational energy use.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Калуцкий Евгений Сергеевич, к.т.н., ведущий научный сотрудник

Оськина Татьяна Александровна, старший научный сотрудник

(e-mail: kalutsky1990@mail.ru)

ФГБУ НИИПХ Росрезерва, г. Москва

В настоящей работе проведен анализ особенностей использования металлических покрытий для защиты металлов от коррозии. Даны основные направления использования этих покрытий, рассмотрены особенности расчета экономического эффекта от использования рассматриваемых покрытий.

Ключевые слова: коррозия, металл, металлические покрытия.

Металлические покрытия применяются по двум основным причинам: в декоративных целях и для защиты металла от коррозии. Эти причины не являются взаимоисключающими. Покрытие, служащее, главным образом, для защиты металла от коррозии, может не удовлетворять декоративным функциям, но декоративное покрытие не выполнит своего назначения в течение какого-либо

определенного периода времени, если не обеспечит защиты основного металла от коррозии [1,2,3].

На выбор конструкционного материала влияет множество факторов: прочность, масса, стоимость, термо- и электропроводность, твердость, сопротивляемость износу [4].

Часто случается, что полностью соответствующий перечисленным факторам материал не обеспечивает нужного сопротивления действию коррозии окружающей среды.

Следовательно, главное назначение металлического покрытия – исключить коррозионное действие окружающей среды на основной металл. Металлическое покрытие должно не только обеспечивать большую сопротивляемость коррозии, чем основной металл, но и удовлетворять предъявляемым к нему экономическим требованиям.

Необходимо рассматривать не только реакцию между окружающей средой и металлическим покрытием, но и реакцию, которая происходит, когда воздействию окружающей среды подвергается гальваническая пара. При этом из-за пористости, дефектов покрытия, механического повреждения или в результате коррозии покрытия не обеспечивается защита основного металла. Если при воздействии определенной среды покрытие служит катодом по отношению к основному металлу, то образуются малый анод и большой катод, что приводит к интенсивной коррозии, сосредоточенной на малой площади. При дальнейшей коррозии соотношение площадей анод – катод существенным образом не изменяется, поскольку покрытие не корродирует и площадь коррозии основного металла не увеличивается. В этих условиях плотность анодного тока остается почти постоянной, независимо от воздействия продуктов коррозии, и коррозия продолжается с первоначальной скоростью.

Следовательно, целесообразнее использовать покрытие, служащее анодом по отношению к основному металлу, чтобы происходила анодная коррозия покрытия. Тогда основной металл будет защищен в любом месте при незначительном влиянии на общую степень коррозии покрытия, так как возникает соотношение большой анод – маленький катод [5,6].

Расход анода на анодном покрытии можно снизить и срок действия покрытия увеличить, если повысить сопротивление коррозионного активного электролита (основной металл в местах разрыва покрытия образует защитную пленку) или если нерастворимые продукты коррозии создадут барьер сплошности. В случае применения катодных покрытий увеличенное сопротивление электролита и наличие нерастворимых продуктов коррозии уменьшат коррозию основного слоя, замедлив степень ее проникновения на малых локализованных участках коррозии. Таким образом, анодные либо катодные по отношению к основному металлу покрытия могут успешно применяться на практике в зависимости от значений параметров активной среды.

Цвет, состав, структура и блеск декоративного покрытия должны сохраняться в течение длительного срока эксплуатации, что возможно при высокой сопротивляемости коррозионному воздействию окружающей среды. Для дости-

жения этого зачастую необходимо применять многослойные покрытия, в котором нижние слои других металлов используются между тонким декоративным верхним слоем (который может сохранять несплошность) и основным металлом. Промежуточные слои могут служить защитой основного слоя от окружающей среды, которая в противном случае могла бы влиять на него в результате несплошности декоративного верхнего слоя.

Экономический эффект от применения противокоррозионной защиты трудно оценить точно, так как он зависит от многочисленных факторов. В основном этот эффект определяется максимальным снижением стоимости защитных мероприятий.

Общая формула оценки экономичности мероприятия по защите от коррозии (такого, как использование металлического покрытия):

$$100 \frac{\Delta T}{T} \left(1 + \frac{L}{C}\right) - 100 \frac{\Delta C}{C} > 0, \quad (1)$$

где ΔT – увеличение срока службы;

T – срок службы конструкции или ее элемента;

L – стоимость рабочей силы, используемой для замены конструкции или ее элемента;

C – стоимость материалов конструкции или ее элемента;

ΔC – добавочная стоимость мероприятия, используемого для предотвращения коррозии.

Ежегодный доход можно вычислить из вышеприведенного выражения, умножив итог на $C/[100(T + \Delta T)]$.

Можно заметить, что экономический эффект мероприятий по предотвращению воздействия коррозии зависит не только от их относительной стоимости, но и от соотношения между дополнительными расходами, ожидаемым увеличением срока службы и стоимостью замены. Таким образом, даже нанесение тонкого покрытия дорогостоящего металла на основной слой дешевого металла становится экономически выгодным, если достигается увеличение срока службы, особенно при значительной стоимости замены конструкции или элемента.

Список литературы

1. Серебровский В.И., Калуцкий Е.С., Мясоедова М.А. Влияние режимов электролиза на субмикроструктуру электроосажденного железа // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2022. Т. 12. № 2. С. 26-39.

2. Калуцкий Е.С., Серебровский В.В., Блинков Б.С. Упрочнение электроосажденного железа бором // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 78-80.

3. Каримова С.А., Чесноков Д.В. Металлические и неметаллические неорганические покрытия для защиты от коррозии изделий, эксплуатирующихся во всеклиматических условиях // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2014. № 11. С. 36-41.

4. Григорьев С.Н., Андреев А.А., Шулаев В.М. Наноструктурные износостойкие покрытия, полученные методами физического осаждения вещества в вакууме // Упрочняющие технологии и покрытия. 2005. № 9. С. 4-8.

5. Калиновская В.А., Огурцова Д.Д. Коррозия металлов. Методы по защите металлов от корродирования // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2022. № 1. С. 124-128.

6. Мишина А.М., Мишин М.М. Коррозия металлов и методы борьбы с ней // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

Kaluzky Evgeny Sergeevich, Ph.D., Leading Researcher

Oskina Tatiana Alexandrovna, Senior Researcher

FSBI NIIPH Rosreserva, Moscow

THE USE OF METAL COATINGS TO PROTECT AGAINST CORROSION

In this paper, an analysis of the features of the use of metal coatings to protect metals from corrosion is carried out. The main directions of using these coatings are given, and the features of calculating the economic effect of using the coatings in question are considered.

Keywords: corrosion, metal, metal coatings.

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Ключникова Дарья Алексеевна, студент

Воронов Александр Алексеевич, д.ю.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский институт ФСИИ России, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена некоторым анализу проблем, которые относятся к управлению энергетическими системами.

Ключевые слова: энергетический объект, управление.

В ходе анализа различных регионов в нашей стране, можно наблюдать, что реализуется процесс рост спроса, который связан с большим количеством энергетических ресурсов. Во многих случаях потребителей ожидают, что поставщики, будут осуществлять снижение тарифов по электроэнергии. Следует отметить, что должно быть увеличение показателей, которые связаны с надежностью. При этом должно быть улучшение прозрачности относительно схем поставок электроэнергии [1, 2].

Когда рассматривается концепция Smart Grid, то ее можно применять для того, чтобы решать задачи. В энергетических системах, которые сформированы на основе принципов Smart Grid, есть возможности для того, чтобы вести передачу не только энергетических составляющих, но и информационных потоков. В этой связи потенциальные потребители энергетических ресурсов могут быть охарактеризованы на основе взаимодействия с энергосистемами [3, 4].

По мере того, как внедряется и разворачивается инфраструктура, связанная с Smart Grid, важно ориентироваться на различные наукоемкие системно-аналитические мероприятия. Мы можем отметить такие:

- реализация разработок, связанных с множеством методических подходов в энергетической сфере. Они ведут к тому, что осуществляются процессы эффективной разработки и внедрения элементов информационных систем Smart Grid;

- поддержка разработок, связанных с методическим аппаратом, базирующихся на соответствующих моделях данных, которые относятся к информационным системам Smart Grid;

- осуществление формирования различных эффективных подходов, относящихся к процессам прогнозирования по параметрам объектов для энергетической сферы. Они представляют возможности, чтобы на их базе осуществить формирование прогнозирующих программных модулей. При этом будут создаваться информационные системы Smart Grid.

- осуществление исследований, которые относятся к вопросам, которые связаны с оценками по характеристикам надежности энергетических систем при мониторинге и прогнозировании [5, 6].

Также, при том, что действует весьма развитый аппарат, относящийся к энергетической сфере, мы можем отметить наличие объективной необходимости в осуществлении разработок в рамках системного подхода. В качестве такого же методического подхода есть возможности для анализа комплексов методик [7, 8], связанных с разработками информационных систем, которые сформированы внутри Smart Grid.

При подобных условиях реализация разработок, которые относятся к теоретическим направлениям для системного подхода при создании информационных систем в рамках Smart Grid может анализироваться в виде достаточно перспективной возможности.

Некоторые характеристики, которые соотносятся с методиками системного анализа и принятием решений с учетом того, как формируются и развертываются компоненты информационных систем при задействовании процедур мониторинга параметров в электроэнергетических комплексах для технологий Smart Grid подвергаются анализу в достаточно большом количестве работ. Можно отметить еще существование определенных нормативных и правовых документов. На их базе возникают возможности, чтобы осуществлять описание по направлениям, внутри которых наблюдаются процессы развития стандартов в области Smart Grid. В связи с тем, что технология рассматривается как достаточно новая, можно отметить расплывчатость и несогласованность относительно описания по некоторым понятиям. Помимо этого, не во всех случаях есть полноценная информация относительно результатов исследований [9, 10].

Ключевая основа в любых информационных системах, в том числе и системах мониторинга и прогнозирования может рассматриваться в виде модели данных. Она описывает ключевые компоненты систем и предметных областей. Для современных этапов развития системных способов разработки ИС можно говорить об устойчивой тенденции при формировании унифицированных моделей данных. Построенные информационные системы в рамках подобных принципах будут обладать большими интеграционными возможностями с такими же системами.

В качестве одного из базовых методических средств при формировании моделей данных предметных областей является объектно-ориентированный анализ и его языковая интерпретация — унифицированный язык моделирования

UML. Комплексы UML моделей данных предметной области объединяются в так называемые единые информационные модели (СИМ-модель), содержащие исчерпывающую информацию о статических и динамических свойствах системы. В области электроэнергетики существует базовая СИМ-модель", описывающая модели данных для информационных систем электроэнергетических объектов. С другой стороны, несмотря на наличие такой модели отсутствует методика разработки реляционной базы данных по данной модели при реализации конкретных систем, например систем мониторинга и прогнозирования параметров электроэнергетических комплексов.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.
5. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.
6. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.
7. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.
8. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.
9. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.
10. Klimentko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

Klyuchnikova Darya Alexeevna, student

Voronov Alexander Alekseevich, Doctor of Law, Professor

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia
Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia

ON SOME POSSIBILITIES OF ENERGY SYSTEMS MANAGEMENT

Annotation: The article is devoted to the analysis of issues related to the possibilities of managing energy systems.

Key words: energy system, management..

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Куплыгин Павел Александрович, магистрант

Коняева Наталья Ивановна, преподаватель

Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент

Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова

В данной статье описываются особенности потребления энергетических ресурсов сельскохозяйственным производством. Приведены примеры потребления энергии в животноводстве. Дано описание устройства и принципа работы тепловых насосов. Рассмотрены возможности применения тепловых насосов в животноводческом секторе АПК.

Ключевые слова: температура, электроэнергия, животноводство, энергетическая система, ресурсы, низкопотенциальная теплота, тепловой насос.

Современное сельскохозяйственное производство в настоящее время потребляет значительное количество топливно-энергетических ресурсов. Одним и наиболее ощутимых потребителей энергоресурсов является животноводческий сектор АПК. Применяемое в настоящее время технологии и оборудование, занятое в животноводстве очень энергонасыщенное. Основную долю в потреблении АПК энергоресурсов многие исследователи относят к электрической энергии. В животноводстве почти все оборудование, занятое в технологических процессах получения продукции, электрифицировано и автоматизировано. Энергонасыщенными можно считать машины и оборудование, применяемое в системах уборки и транспортировки навоза, получения и раздачи кормовых смесей, получения и первичной обработки молока, поения и подготовки воды, обогрева животных и поддержания температуры в животноводческих помещениях. По мнению многих авторов, если рассматривать структуру распределения энергозатрат по технологическим процессам, то большая доля приходится на оборудование для поддержания необходимой температуры в помещениях. Понятно, что это связано с климатическими условиями территории нашей страны, когда интервалы отрицательных температур могут сохраняться в течении нескольких месяцев. А для получения максимального количества продукции от сельскохозяйственных животных необходимо обеспечить оптимальные условия их содержания. Одним из основных факторов, влияющих на продуктивность животных, является температура, которая обеспечивается в помещении благодаря различным электротехнологическим установкам и системам, обладающих высоким энергопотреблением. В настоящее время в животноводстве, как и во всех

отраслях народного хозяйства стоит остро вопрос энергосбережения и энергоэффективности. Для снижения потребления топливно-энергетических ресурсов активно внедряются в производство энергосберегающие технологии и энергоэффективное оборудование [1,2,3]. Одним из решений снижения энергоемкости и повышения энергоэффективности выступает применение альтернативных источников энергии и оборудования, разработанного на этих принципах [4,5]. Примеров такого оборудования для систем обогрева помещений может служить использование теплового насоса.

Устройство теплового насоса сходно с конструкцией установки, в принципе работы которой заложена идея обратного термодинамического цикла. Суть этой идеи сводится к возможности переноса тепловой энергии от источника с низкой температурой к потребителю с более высокой температурой. В общем тепловой насос представляет холодильную установку, только работающую «наоборот». Здесь, в отличие от холодильной машины, где теплоотдача является побочным процессом, основная задача теплового насоса - нагревать помещение или воду. Одним из наиболее применяемых вариантов теплового насоса является парокомпрессионный тепловой насос. Такие же результаты работы можно получить и у абсорбционных систем, но они используются реже и только для крупных объектов.

Упрощенная принципиальная схема работы системы теплоснабжения с парокомпрессионным тепловым насосом изображена на рисунке 1.

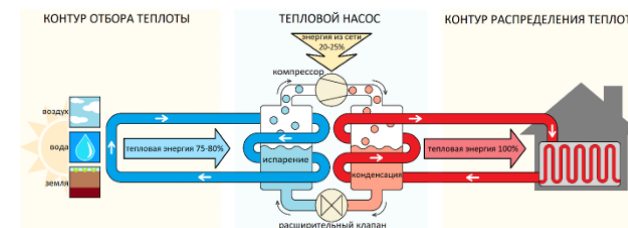


Рисунок 1 – Схема работы теплового насоса (рисунок из свободного доступа сети Интернет)

Данная система состоит из теплового насоса, контура для транспортировки низкопотенциального тепла к насосу и контура для распределения полученной высокотемпературной теплоты. В некоторых вариантах один или оба контура могут отсутствовать, если теплообмен происходит напрямую между рабочим телом и средой без использования промежуточного теплоносителя [6,7,8].

В качестве рабочего вещества в тепловых насосах обычно применяются фреоны - хладогены, которые широко используются в холодильной технике. Парокомпрессионный тепловой насос состоит из четырех основных элементов: испаритель, компрессор, конденсатор и дросселирующее устройство. Все устройство компрессора разделено на зоны низкого и высокого давления. В испарителе при низком давлении фреон испаряется и забирает тепло от источников с

низкой температурой. В качестве основных источников низкой температуры могут выступать воздух, вода и грунт. Потом газообразный фреон попадает в зону действия поршня компрессора, где повышается давление и его температура. Он попадает в конденсатор, где отдает тепло с более высоким потенциалом какому-то посреднику. После конденсатора уже остывший фреон вновь возвращается в испаритель через дросселирующее устройство, которое снижает давление и снова нагревается от низкотемпературного источника, накапливая теплоту.

Такое устройство теплового насоса позволяет делать его реверсивным. Меняя направление движения фреона, можно переключать режим работы между обогревом и охлаждением. Кроме принципа действия, тепловые насосы классифицируют по виду источника низкопотенциального тепла (воздух, грунт, вода, тепловые отходы и др.), по комбинации рабочих сред («воздух-воздух», «воздух-вода», «грунт-вода» и т.п.), типу привода компрессора (электродвигатель, двигатель внутреннего сгорания) и методам регулировки мощности (циклический запуск, частотное управление).

Для тепловых насосов источниками низкопотенциального тепла в настоящее время могут выступать как природные среды, так и тепловые отходы производства или зданий - например, воздух из вентиляционных систем, канализационные стоки, сбросы теплоотдачи от технологических процессов. Для массового применения тепловых насосов, особенно на животноводческих объектах, стоит сосредоточиться на природных и легко доступных источниках низкопотенциального тепла - наружном воздухе, грунте, грунтовых водах, а также навозных стоках.

Тепловая энергия, извлекаемая из низкопотенциальных источников, является возобновляемым ресурсом, поскольку такие источники служат естественными накопителями солнечной энергии. Наличие рядом с объектом подходящего источника низкопотенциального тепла (НПТ) встречается редко, что требует индивидуального подхода при проектировании тепловых насосных установок (ТНУ).

Системы тепловых насосов отличаются по уровню сложности и затратам на установку. Наиболее простой и бюджетный способ получения тепла - использование наружного воздуха, для чего достаточно смонтировать воздушный теплообменник с вентилятором.

Самым сложным и дорогим вариантом является добыча тепла из грунта, особенно из глубоких его слоёв. По этой причине в мире наиболее популярны воздушные тепловые насосы типа «воздух-воздух» и «воздух-вода». В таких системах тепло берётся из наружного воздуха и преобразуется в тепловую энергию более высокого потенциала. Однако у этих установок есть существенный недостаток - при снижении температуры воздуха их эффективность и тепловая производительность падают.

При очень низких температурах, когда требуется максимальная отдача тепла, воздушные тепловые насосы работают менее эффективно. Существует критический порог температуры, при котором тепловая мощность системы оказыва-

ется недостаточной для поддержания комфортного микроклимата в помещениях. В регионах с суровыми зимами применение воздушных тепловых насосов часто требует дополнительных источников отопления.

Для извлечения тепловой энергии из грунта применяют вертикальные зонды суток (геозонды) и горизонтальные грунтовые теплообменники-коллекторы. Кроме того, используют системы с открытым контуром, которые поднимают грунтовые воды на поверхность для забора тепла.

Делая вывод, можно сказать, что применение тепловых насосов будет возможно и обосновано в животноводческих помещениях. Использование альтернативной теплоты позволит снизить общее энергопотребление при производстве продукции животноводства [9,10].

Список литературы

1. Ильина О.М., Коняев Н.В., Блинков Б.С. Энергосбережение в животноводстве // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 57-60.
2. Грецов А.А., Коняев Н.В. Энергосбережение при производстве продукции животноводства // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2021. Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах. Отв. редактор М.С. Разумов. Курск, 2021. С. 247-251.
3. Анненкова А.П., Фомичев Д.В., Коняев Н.В. Ресурсосбережение в сельском хозяйстве // В сборнике: ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах. Ответственный редактор Горохов А.А., 2019. С. 181-184.
4. Коняев Н.В., Иванова Е.М. Биоэнергия как альтернативный источник энергии в масштабах агропромышленного предприятия // В сборнике: Инновационная деятельность в модернизации АПК. материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 235-237.
5. Коняев Н.В., Блинков Б.С., Бледнов С.Е. Применение альтернативного источника тепла // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 182-186.
6. Коняев Н.В., Колядин Н.В. Альтернативные системы отопления для сельскохозяйственных объектов // В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 193-198.
7. Блинков Б.С., Коняев Н.В., Степашов Р.В., Ивченко Р.Э. Применение тепловой насосной установки для отопления животноводческих помещений // В сборнике: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИИ: МОЛОДЕЖНЫЙ ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ. сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции. Курск, 2020. С. 224-227.
8. Худенцов А.Е., Коняев Н.В. Использование альтернативных способов отопления помещений // В сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Курск, 2023. С. 232-236.
9. Коняев Н.В., Познахирёв Е.Н., Воронин В.В. Тенденция энергопотребления в сельском хозяйстве // В сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 88-92.

10. Коняева О.Н., Коняев Н.В. Энергосбережение в сельском хозяйстве // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах. Под редакцией: В.М. Кузьминой. Курск, 2023. С. 325-328.

Pavel Aleksandrovich Kuplygin, student

Konyaeva Natalia Ivanovna, teacher

Konyaev Nikolay Vasilyevich, candidate of technical sciences, associate professor

Kursk State Agrarian University named after I. I. Ivanov

APPLICATION OF HEAT PUMPS IN ANIMAL HUSBANDRY

Abstract. *This article describes the features of energy consumption in agricultural production. Examples of energy consumption in animal husbandry are given. The device and principle of operation of heat pumps are described. The possibilities of using heat pumps in the animal husbandry sector of the agro-industrial complex are considered.*

Keywords: *temperature, electricity, animal husbandry, energy system, resources, lowpotential heat, heat pump.*

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА И НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ АГРОДРОНОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Логачева Дана Андреевна, к.э.н., доцент

(e-mail: ldacchgeu@yandex.ru)

Воронежский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются особенности государственного учета и регистрации беспилотных летательных аппаратов сельскохозяйственного назначения. Особое внимание уделено расчету налога на имущество организации и транспортного налога в отношении агродронов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, агродрон, бухгалтерский учет, налог на имущество организации, транспортный налог.

Сельское хозяйство XXI века трудно представить без использования современных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Первые БПЛА начали применяться в сельском хозяйстве еще до 2000-х годов. Они представляли собой летательные аппараты самолетного типа на радиоуправлении и предназначались для опрыскивания сельскохозяйственных культур. Однако их эффективность была невелика, так как они не имели системы навигации и современных датчиков.

С развитием авиационных технологий сельскохозяйственные БПЛА оснащались системами для внесения удобрений и пестицидов, модулями GPS, камерами высокого разрешения, инфракрасными камерами и лидарами.

Современные агродроны позволяют не только с высокой точностью вносить удобрения и средства борьбы с вредителями, но и проводить мониторинг и анализ состояния посевов.

В сельском хозяйстве наибольшее распространение получили БПЛА мультироторного (квадрокоптеры, гексакоптеры, октокоптеры) и самолетного типов.

Но встречаются также и гибридные БПЛА, например, автожиры и конвертопланы.

Приобретая БПЛА для сельскохозяйственных работ, организации необходимо учитывать особенности учета и налогообложения беспилотных летательных аппаратов.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 25 мая 2019 г. N 658 «Об утверждении Правил государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации», беспилотный летательный аппарат необходимо поставить на государственный учет в течении 10 дней с момента приобретения [1]. До первого полета на корпус БПЛА должен быть нанесен регистрационный номер. К БПЛА с максимальной взлетной массой до 30 кг относятся летательные аппараты с полезной нагрузкой в виде камер и лидаров различных конструктивных схем – квадрокоптеры, самолетная схема, «летающее крыло». Стоимость таких БПЛА может достигать нескольких миллионов рублей, что предполагает их отражение в бухгалтерском учете организации на счете 01 «Основные средства» и начисление амортизации на счете 02 «Амортизация основных средств».

Агродроны, предназначенные для внесения удобрений и средств защиты посевов от вредителей, представлены квадрокоптерами, гексакоптерами и октокоптерами. Их максимальная взлетная масса превышает 30 кг, что, в соответствии со статьей 33 Воздушного кодекса РФ, обязывает организацию зарегистрировать их в Государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации с получением свидетельства о государственной регистрации [2]. На БПЛА такого типа необходимо также получить сертификат летной годности.

Такие агродроны отражаются в бухгалтерском учете как основное средство на счете 01 «Основные средства» и являются недвижимым имуществом организации, поскольку зарегистрированы в Государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации.

БПЛА данной категории облагаются региональными налогами – налогом на имущество организации и транспортным налогом.

Налоговой базой по налогу на имущество организации в отношении агродронов является среднегодовая стоимость имущества, исчисленная по остаточной стоимости, поскольку на агродроны начисляется амортизация. Предельный размер налоговой ставки не может превышать 2,2% в зависимости от субъекта Российской Федерации.

В некоторых регионах РФ могут применяться налоговые льготы по налогу на имущество организации.

Так, например, в Воронежской области объекты недвижимого имущества, принадлежащие организациям, осуществляющим производство, первичную и последующую промышленную обработку сельскохозяйственной продукции, а

также ее реализацию, при условии, что выручка от данного вида деятельности составляет не менее 70% от общей суммы выручки по итогам налогового (отчетного) периода, предоставляется налоговая льгота в виде пониженной налоговой ставки – 1,7% от налоговой базы.

По итогам отчетного периода (I квартал, полугодие и 9 месяцев) организации уплачивают авансовые платежи, по истечении налогового периода (календарный год) – организация-налогоплательщик предоставляет налоговую декларацию и уплачивает оставшуюся сумму налога.

Транспортный налог уплачивается организациями и физическими лицами, в собственности которых имеются зарегистрированные транспортные средства.

В отношении агродронов налоговая база по транспортному налогу определяется мощностью двигателя.

В технических характеристиках БПЛА мультироторного типа указывается, как правило, мощность в ваттах на один ротор. Для определения суммарной мощности необходимо умножить ее на количество роторов.

Так, мощность на ротор одного из передовых сельскохозяйственных дронов от компании DJI Technology Agras T50 составляет 2000Вт. Данный БПЛА представляет собой октокоптер, т.е. имеет 8 роторов. Соответственно суммарная мощность летательного аппарата составляет 16000Вт или 16кВт. Для расчета налоговой базы по транспортному налогу необходимо выразить мощность в лошадиных силах. Согласно письму ФНС России от 29 октября 2022 года для перерасчета мощности двигателя используется соотношение: 1 киловатт-час = 1,35962 лошадиные силы [3]. Таким образом, мощность агродрона Agras T50 составит 21,75 л.с.

На территории Воронежской области для воздушных судов, имеющих двигатели, ставка транспортного налога составляет 100 р. с каждой лошадиной силы. Общая сумма транспортного налога на данный агродрон составит 2175 р., размер авансового платежа, уплачиваемого за I, II и III кварталы – 543,75 р. Наличие или отсутствие авансовых платежей по транспортному налогу зависит от регионального законодательства.

Таким образом, после приобретения беспилотного летательного аппарата для целей сельского хозяйства, организации необходимо своевременно и правильно поставить его на государственный учет, принять к бухгалтерскому и налоговому учету в зависимости от того, к какой категории по максимальной взлетной массе он относится.

Список литературы

1. Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации : постановление Правительства Российской Федерации от 25 мая 2019 года № 658. – Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс». – Текст : электронный.

2. Воздушный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 19 марта 1997 года № 60-ФЗ : [в редакции от 31 июля 2025 года]. – Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс». – Текст : электронный.

3. О «переводном коэффициенте» для целей применения налоговой базы по транспортному налогу : письмо ФНС от 29 октября 2022 года № БС-4-21/17774@. – Текст : электронный // Федеральная налоговая служба : официальный сайт. – URL: https://www.nalog.gov.ru/rn77/about_fts/docs/12825234/ (дата обращения : 30.09.2025).

*Logacheva Dana Andreevna, Cand.Econ.Sci., associate professor
Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia*

FEATURES OF ACCOUNTING AND TAXATION OF AGRICULTURAL DRONES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract. This article discusses the features of state registration and accounting for agricultural unmanned aerial vehicles. Special attention is paid to the calculation of property tax and transport tax for agricultural drones.

Keywords: unmanned aerial vehicle, agricultural drone, accounting, property tax, transport tax.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

*Львович Яков Евсеевич, д.т.н., профессор
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)*

*Воронежский государственный технический университет,
г.Воронеж, Россия*

Статья посвящена анализу проблем, связанным с управлением энергетическими системами.

Ключевые слова: энергетический процесс, управление.

Несмотря на разнообразие энергетических объектов с неоднородными характеристиками, современные методы управления ими базируются на классических подходах. Для повышения эффективности управления предлагается использовать автоматическое регулирование и процедуры стабилизации входных переменных, не учитывая их существенную неоднородность [1, 2].

В некоторых случаях выбор оптимального варианта из существующих осуществляется с учётом заданных уровней риска. Также возможно вычисление управляющих воздействий на основе информации о предыдущих шагах управления, используя средневзвешенный коэффициент уравнивания для описания траектории изменения выходных переменных. При этом информация от лиц, принимающих решения в условиях неопределенности, не учитывается [3, 4].

Неоднородность характеристик энергетических объектов существенно влияет на формирование целевых функций в условиях неопределенности, что приводит к задачам оптимального выбора.

Эти задачи связаны с определением наилучшего варианта среди допустимых. Существуют публикации, интерпретирующие задачи оптимального выбора как задачи поиска оптимальных решений на дискретных множествах. Предлагаемые в них подходы ориентированы на разработку алгоритмического обеспечения, но не дают методологических основ для решения рассматриваемых проблем [5, 6].

Также существуют задачи идентификации в условиях неоднородности, которые касаются только уменьшения ошибок при планировании эксперимента. Классификация источников неоднородности производится только в зависимости от их природы. Исследователи проводят теоретическое исследование однородных энергетических процессов (определённых однородных энергетических компонентов), не анализируя другие источники неоднородности [7, 8].

При проектировании и исследовании сложных энергетических систем управления вопросы учета неоднородности учитываются лишь частично.

В связи с большим разнообразием источников неоднородности, возникает задача введения определенной однородности в структуры моделей. Классификация по типам неоднородностей и обозначение класса энергетических объектов с неоднородными характеристиками возникли из практических задач управления энергетическими объектами [9, 10].

Задачи оптимального управления потребовали учета неоднородности различных характеристик, что привело к необходимости разработки классификации источников неоднородности энергетических объектов, методов оценки степени их неоднородности, способов идентификации и формирования однородных задач управления.

В контексте учета особенностей энергетических объектов, учет неоднородности рассматривается как один из факторов роста эффективности управления.

Анализируемая проблема заключается в том, что на основе категории разнообразия относительно энергетических объектов с неоднородными характеристиками, требуется разработка принципов идентификации и управления. Эти принципы направлены на повышение эффективности и качества работы энергетических объектов.

В связи с этим, для энергетических объектов с неоднородными характеристиками необходимо решить следующие вопросы:

1. Разработать классификацию источников и оценить степень неоднородности объектов.
2. Разработать методы идентификации объектов.
3. Разработать методы рационального упрощения математических моделей путем выделения и описания однородных компонент, сокращения времени и объема эксперимента при идентификации.
4. Разработать методы постановки и решения задач многокритериальной оптимизации с количественной оценкой качественных характеристик.
5. Разработать методы оценки и обеспечения эффективности, надежности и качества при влиянии субъективных факторов, обусловленных взаимодействием человека с техникой.
6. Разработать алгоритмические процедуры, обеспечивающие оптимальное распределение функций между человеком (ЛПП) и ЭВМ.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.

2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.

5. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.

6. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

7. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

8. Klimentko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

9. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

10. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

*Lvovich Yakov Evseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia*

ON THE FEATURES OF ENERGY SYSTEMS MANAGEMENT

Annotation: The article is devoted to the analysis of problems associated with the management of energy systems.

Key words: energy process, management.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Макешин Владислав Геннадьевич, магистрант

Бабков Андрей Петрович, к.т.н., доцент

(e-mail: babkov_ap@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрены направления применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: агродрон, распылитель, рабочий раствор, сельскохозяйственная культура.

Агродрон – беспилотный летательный аппарат, предназначенный для сельскохозяйственных работ. Выпускают дроны для мониторинга, опрыскивания посевов, внесения удобрений. Устройство состоит из рамы, винтов, моторов, к которым прикрепляют: резервуар, распылитель, приставку для внесения сухих минеральных удобрений или посева мелкосеменных культур и другое оборудование. Агродроны можно применять для различных операций производственных процессов в сельском хозяйстве, на совершенствование которых направлены научные разработки [1,2,3].

Современные беспилотники оснащают такими сенсорами, как тепловизоры, мультиспектральные и гиперспектральные камеры [4,5,6]. Технологии помогают собирать точные данные о состоянии посевов и окружающей среды. Рабочий приезжает на поле и на пульте управления обрисовывает нужный контур. Если есть препятствия, то их обозначают Т-маркером. Дрон может и сам облетать столбы: у него установлены камеры и радары. Но тонкий штырь устройство может и не заметить, поэтому рекомендуют отмечать препятствия на карте.

Рабочий раствор подготавливают заранее и заполняют им резервуар. Агродрон работает в среднем 15 минут, далее дрону заменяют аккумулятор, а разряженный заряжают. Обычно для обслуживания достаточно 1-2 человека – пилот и помощник. За 1 час дронами можно обработать 15 гектаров.

Функции выполняемые агродронами следующие. Первая функция, которая делает эффективнее все остальные, – мониторинг. Беспилотник быстро облетает поле и передает информацию в режиме реального времени. Другие функции: опрыскивание растений; распыление удобрений; внесение трихограммы – насекомых до 1 мм в длину, которые предотвращают размножение вредителей и защищают растения; посадка семян, дрон высевает мелкие семена по заданным параметрам; полив растений в засуху.

Дроны для сельского хозяйства имеют преимущества перед громоздкой техникой:

- адекватная стоимость. Агродрон обойдется в 2-3 миллиона рублей и заменит, например, прицепной опрыскиватель. Аппарат может работать и днем, и ночью, а за 12 часов, в зависимости от модели, дрон может обработать 100-150 га;

- недолгий курс обучения. В среднем нужно 14-15 дней для повышения квалификации;

- минимальный человеческий фактор. Дрон летает в автоматическом режиме по полетному заданию;

- экономия воды и препаратов. Дрон расходует меньше воды и может опрыскивать не все поле, а очаги сорняков или места, где удобрений недостаточно. Это важное преимущество при постоянно растущей стоимости препаратов;

- возможность работы после дождя. Есть поля, где фермеры не могут зайти колесной техникой на влажную почву – трактор завязнет. Распылять с дрона можно сразу после дождя;

- обработка высоких культур. Специализированная техника для опрыскивания обрабатывает культуры высотой до 1,8 метра. Но некоторые культуры могут вырастать более 2 метров, например, подсолнечник максимально вырастает до 2,5 метров. С дрона обрабатывают культуру любой высоты. Современные дроны-опрыскиватели способны заметно повысить качество работы сельскохозяйственной кампании и позволяют добиться существенной экономии средств.

- поле не вытаптывается колесной техникой. При работе дрона на зерновых культурах не происходит вытаптывание посевов, в отличие от колесной техники. С беспилотниками агрономы сохраняют на 3-6% больше урожая.

Крупные компании делают выбор в сторону беспилотной техники для обработки полей, в том числе и на коммерческой основе как оказание услуг. По сравнению с габаритной техникой, агродроны для опрыскивания не травмируют урожай, обрабатывают даже высокие культуры и экономят расход воды и препаратов.

Однако, при большом количестве преимуществ имеются и недостатки:

Значительной преградой для использования агродронов в защите посевов сельскохозяйственных культур является то, что они способны поднимать небольшое количество раствора или рабочего вещества. Например, есть сельскохозяйственные культуры, для которых норма расхода рабочего раствора до 300л/га. При таких условиях получить желаемый результат с использованием агродронов невозможно.

- сильная зависимость от погодных условий. В ветреную погоду обработка полей исключена;

- коптеры эффективны на полях небольшого размера;

- есть определенные культуры для которых необходимо строгое соблюдение требований агрономии, невозможность использования обработок методами ультрамалого опрыскивания;

- ряд регионов Российской Федерации ввели полный временный запрет на использование гражданских БПЛА над территориями субъектов, не указывая примерную дату его окончания;

- необходима тщательная проработка и доработка существующей законодательной базы. Так хозяйства должны согласовывать каждый свой вылет с Центром управления воздушным движением. На подачу заявки, принятие решения,

получения разрешения на вылет требуется время, которого иногда не бывает, так как вредители могут уже уничтожить посевы;

- нехватка специалистов по управлению и ремонту сельскохозяйственных дронов обусловлена небольшим количеством образовательных проектов в этой сфере.

Подводя итоги, стоит отметить, что, несмотря на комплекс пока нерешенных проблем, интерес аграриев к использованию дронов на сельскохозяйственных угодьях значительно возрос в течение последних лет. В том, что беспилотники способны эффективно решать задачи в поле, многие специалисты российского АПК убедились на практике. А если есть интерес, то и технология будет развиваться, несмотря на сложности.

Список литературы

1. Бабков, А. П. Транспортное средство для внутрихозяйственных перевозок грубых кормов / А. П. Бабков, В. И. Варавин, В. А. Семькин // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 1(101). – С. 52-57. – EDN PIRVFK.
2. Нестеров, А. М. Повышение эффективности использования сеялок семейства СЗ / А. М. Нестеров, А. П. Бабков // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015. – С. 35-37. – EDN UGAPWV.
3. Мищенко, М. В. Система автоматического отбора проб зерна из транспортных средств / М. В. Мищенко, А. П. Бабков // Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 31 марта 2021 года / Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 223-226. – EDN BXEMFT.
4. Морозов, Н. В. Применение БПЛА для мультиспектральной съемки в сельском хозяйстве / Н. В. Морозов, Д. С. Нестеренок, Н. В. Коняев // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок, Курск, 01 декабря 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 270-272. – EDN CSYAZN.
5. Чельшева, Д. Н. Беспилотные летательные аппараты как один из основных инструментов цифровой трансформации АПК / Д. Н. Чельшева // АПК: экономика, управление. – 2024. – № 2. – С. 96-101. – DOI 10.33305/242-96. – EDN GOSCKU.
6. Трубников, В. Н. Визуализация обхода препятствий беспилотным летательным аппаратом средствами MATLAB / В. Н. Трубников, Н. В. Трубников, Е. А. Самборская // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 73-летию Курского ГАУ, Курск, 15 мая 2024 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 342-347. – EDN KGLSUE.

Makeshin Vladislav Gennadievich, Master's Student

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Babkov Andrey Petrovich, PhD, Associate Professor

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING DRONES IN AGRICULTURE

Abstract. This article discusses the applications of unmanned aerial vehicles in agriculture, their advantages, and disadvantages.

Keywords: *agrodron, sprayer, working solution, agricultural crop.*

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ БЕЗРЕДУКТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Мамонova Людмила Геннадьевна, к.э.н., доцент

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Новосельцев Владимир Михайлович, ст. преподаватель

(e-mail: novoselcev-vladimir@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И.Иванова

В настоящей работе проведено исследование особенностей динамического конденсаторного торможения безредукторных систем электропривода. Даны рекомендации по использованию определенного вида торможения асинхронных электродвигателей применительно к сельскохозяйственному производству.

Ключевые слова: емкость, электродвигатель, динамическое торможение, безредукторный электропривод.

Способ динамического конденсаторного торможения является наиболее приемлемым для высокоинерционных безредукторных электроприводов, имеющих устройство для емкостной компенсации. Это обуславливается простотой схемы управления электроприводом и относительно малым значением потерь энергии при торможении, определяемым только запасом кинетической энергии системы [1,2,3].

Режим конденсаторного торможения системы с безредукторным электроприводом имеет свои особенности: торможение происходит по статической характеристике торможения, так как механическая постоянная времени T_m значительно больше электромагнитной постоянной времени $T_{эм}$; для осуществления торможения используются те же конденсаторы, что и для компенсации реактивной мощности без переключения в цепи управления; при переходе в режим торможения вторичная обмотка статического ФПЧ остается включенной параллельно конденсаторам, т.е. является активно-индуктивной нагрузкой, что повышает эффективность торможения; большая часть энергии при торможении выделяется во вторичной цепи ФПЧ, что разгружает электродвигатель от тепловых нагрузок [4,5,6].

Рассмотрим режим конденсаторного торможения, используя схему замещения фазы системы вторичная обмотка ФПЧ – асинхронный электродвигатель (рисунок 1). В режиме конденсаторного торможения уравнение для ЭДС статорной обмотки:

$$I_m x_m f_{1*} = I_1 z_1, \quad (1)$$

где z_1 – полное сопротивление контура нагрузки;

f_{1*} - относительная частота тока в режиме торможения

$$f_{1*} = f_1 / f_{1ном}, \quad (2)$$

где $f_{1ном}$ – номинальная частота питания электродвигателя.

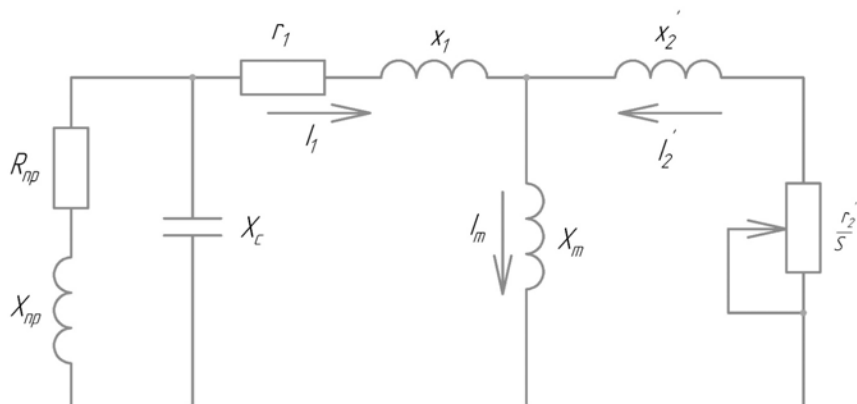


Рисунок 1 – Схема замещения фазы системы вторичная обмотка ФПЧ – асинхронный электродвигатель для режима конденсаторного торможения.

На основании схемы замещения (рисунок 1) и соответствующей векторной диаграммы имеем:

$$z_1 = \sqrt{r_1 + \frac{R_{pp}x_c^2}{R_{pp}f_{1*}^2 - (X_{pp}f_{1*} + x_c)^2} + \left[x_1f_{1*} + \frac{X_c(X_{pp}f_{1*}^2 + x_cX_{pp} + R_{pp}^2)}{R_{pp}^2 - f_{1*}(X_{pp}f_{1*} + x_c/f_{1*})} \right]^2}, \quad (3)$$

В начале самовозбуждения можно принять ток статора I_1 равным намагничивающему току I_m . В связи с этим условие начала самовозбуждения на основе (1) имеет следующий вид:

$$z_1 = x_m f_{1*}, \quad (4)$$

Величина x_m зависит от насыщения, а следовательно, от приложенного напряжения [6,7]. Так как самовозбуждение начинается при малых напряжениях, то x_m соответствует ненасыщенному участку кривой. Это позволяет получить граничные значения скорости для начала самовозбуждения при различных сочетаниях параметров. При $R_{pp} = \infty$ и $X_{pp} = \infty$ получаем зависимость:

$$f_{1*} = \sqrt{x_c/x_m}, \quad (5)$$

Зависимость (5) соответствует минимальной угловой скорости (частоте вращения) начала самовозбуждения:

$$\omega_{min*} = n_{min*} = \sqrt{x_c/x_m}, \quad (6)$$

Значение максимальной угловой скорости, при которой прекращается самовозбуждение, а следовательно, и торможение, определяется из условия равенства $I_m = 0$.

При $R_{pp} = \infty$ и $X_{pp} = \infty$ это условие можно представить в виде:

$$\omega_{max*} = \left(1 + \frac{r_2'}{r_1}\right) \sqrt{\frac{x_c}{x_1 + x_2'}}, \quad (7)$$

Для того, чтобы участок $\omega_{max*} - \omega_{min*}$ был в пределах значений угловых скоростей, не превышающих номинальную скорость, емкость должна быть равна $C_* = C/C_{ном} < 20$. Базовое значение емкости $C_{ном}$, мкФ, определяется по выражению:

$$C_{ном} = I_{m_{ном}} 10^6 / 2\pi\sqrt{3}U_{ном}f_{1_{ном}}, \quad (8)$$

При значениях $C_* > 20 \div 30$ в области скоростей $0 - \omega_{ном}$ самовозбуждение и тормозной эффект не наблюдаются.

Экспериментальные исследования безредукторного электропривода молочного сепаратора на 1000 л/ч показали, что при торможении с емкостью конденсаторов, оптимальной для поперечной компенсации, зона самовозбуждения лежит в области рабочих скоростей электропривода. При этом нижняя граница самовозбуждения по скорости составляет $\omega_{min*} = 0,3 \div 0,4$, а время торможения снижается с 25-30 мин при свободном выбеге до 10-15 мин при конденсаторном торможении, т.е. в 2 раза.

Список литературы

- Гнездилова Ю.П., Жданов С.И., Калуцкий Е.С. Особенности применения электропривода в сельском хозяйстве // В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 37-38.
- Шатохина Д.Н., Малахов Д.В., Калуцкий Е.С. Электрические аппараты управления и защиты электроприводов повышенной частоты // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 142-145.
- Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Серебровский В.И., Калуцкий Е.С. Нечеткая система оценки эффективности использования электропривода // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 202-207.
- Самошенко Д.В., Киселев М.Н., Калуцкий Е.С. К вопросу о регулировании частоты вращения электроприводов вентиляционных установок // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 286-289.
- Мамонова Л.Г., Калуцкий Е.С., Немцев Д.В. К вопросу о выборе мощности электропривода дробилки // В сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2023. С. 337-341.
- Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Гнездилова Ю.П., Калуцкий Е.С. Анализ влияния предельных нормативных значений медленных изменений напряжения // В книге: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АПК. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 20-23.
- Серебровский В.И., Калуцкий Е.С., Серникова О.С. Основные способы регулирования компенсирующих устройств // В сборнике: Современные проблемы и направления развития

агроинженерии в России. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2023. С. 135-138.

*Mamonova Lyudmila Gennadiyevna, Candidate of Economics, Associate Professor
Novoseltsev Vladimir Mikhailovich, senior lecturer
Kursk State Agricultural University*

FEATURES OF DYNAMIC CAPACITOR BRAKING OF GEARLESS ELECTRIC DRIVES

In this paper, a study of the features of dynamic capacitor braking of gearless electric drive systems is carried out. Recommendations are given on the use of a certain type of braking of asynchronous electric motors in relation to agricultural production.

Keywords: capacity, electric motor, dynamic braking, gearless electric drive.

ЗАЩИТА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ОТ НЕСИММЕТРИИ И ОБРЫВА ФАЗ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

*Мамонова Людмила Геннадьевна, к.т.н., доцент
(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)*

*Новосельцев Владимир Михайлович, старший преподаватель
(e-mail: novoseltsev-vladimir@mail.ru)*

*Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г. Курск, Россия*

Рассмотрена проблема защиты асинхронных электродвигателей от работы в режимах несимметрии и обрыва одной из фаз питающей сети. Известные решения на основе тепловых реле или микропроцессорных защит имеют ряд недостатков, таких как инерционность или высокая стоимость и сложность наладки. Предлагается схема релейной защиты, основанная на контроле напряжения нулевой последовательности во вторичных цепях трансформаторов напряжения. Схема обеспечивает высокое быстродействие, гальваническую развязку и может быть реализована на серийных компонентах.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, релейная защита, несимметрия фаз, обрыв фазы, трансформатор напряжения, напряжение нулевой последовательности.

Асинхронные электродвигатели являются основным видом электропривода в промышленности. Одним из наиболее опасных режимов работы является несимметрия напряжений питающей сети, в частности, обрыв одной из фаз. Работа двигателя в таком режиме приводит к резкому увеличению токов в неповрежденных фазах, перегреву обмоток статора и, как следствие, к выходу двигателя из строя [1, 2]. Существующие системы защиты, такие как тепловые реле, обладают значительной инерционностью и могут не успеть отключить двигатель до возникновения необратимых повреждений. Микропроцессорные защиты, хотя и являются более точными, требуют квалифицированного обслуживания и не всегда экономически оправданы для двигателей малой и средней мощности.

Целью данной работы является разработка схемы релейной защиты, лишенной указанных недостатков. Задача сводится к созданию устройства, которое:

- Обладало бы высоким быстродействием (единицы секунд);
- Обеспечивало гальваническую развязку от силовой цепи;
- Было простым в реализации и наладке на основе серийно выпускаемых компонентов;
- Надежно фиксировало как режим обрыва фазы, так и значительную несимметрию напряжений;
- Теоретическое обоснование метода.

В основе предлагаемого решения лежит контроль напряжения нулевой последовательности (ННП). В симметричной трехфазной системе векторная сумма фазных напряжений равна нулю. Однако при обрыве одной из фаз или возникновении значительной несимметрии это условие нарушается, и в системе появляется напряжение нулевой последовательности [3-6].

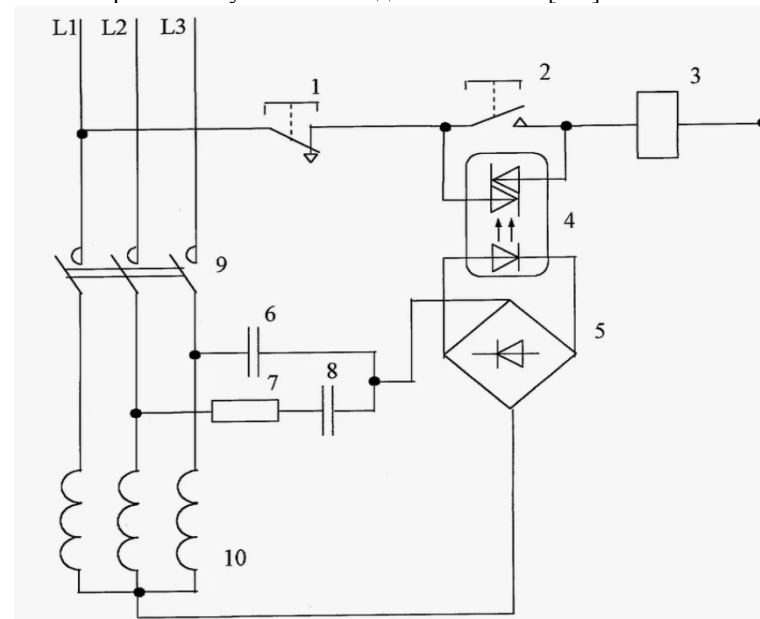


Рисунок 1 – Схема защиты двигателя от обрыва фазы на трансформаторах напряжения

Для его выделения используется классическая схема соединения вторичных обмоток трех однофазных трансформаторов напряжения (ТН) в разомкнутый треугольник (схема N-n). При симметричной системе напряжение между точками N и n близко к нулю. При несимметрии, в частности при обрыве фазы, в цепи разомкнутого треугольника появляется напряжение, величина которого может достигать 100 В и более для стандартных ТН с номинальным вторичным

напряжением 100 В [7-9]. Это напряжение и используется в качестве входного сигнала для органа защиты.

Принципиальная схема и ее работа

Принципиальная схема предлагаемой защиты представлена на Рис. 1.

В ее состав входят следующие операции: При первоначальном включении кнопки "Пуск" 2 напряжение питания подается на катушку 3 электромагнитного пускателя, замыкаются силовые контакты 9 электромагнитного пускателя и на асинхронный электродвигатель 10 подается питание. В нормальном симметричном режиме работы сети через светодиод цепи управления оптосимистора 4 протекает выпрямленный ток, достаточный для его открытия. Силовые контакты 9 электромагнитного пускателя самоудерживаются электромагнитной силой катушки 3 и питают асинхронный электродвигатель 10.

При обрыве одной из фаз (например, фазы А) или при возникновении значительной несимметрии, в цепи разомкнутого треугольника возникает напряжение, достаточное для срабатывания реле. Его контакты размыкаются, обесточивая катушку пускателя. Силовые контакты размыкаются, отключая двигатель от сети.

Преимущества предлагаемого решения

Высокое быстродействие: Срабатывание происходит практически мгновенно после возникновения аварийного режима.

Надежность: Схема реализована на пассивных элементах (трансформаторы, электромагнитное реле) и не содержит программируемых компонентов, что исключает риск зависания.

Гальваническая развязка: Трансформаторы напряжения обеспечивают полное отделение цепей управления от силовой сети высокого напряжения.

Универсальность: Схема может быть адаптирована для различных номинальных напряжений путем выбора соответствующих трансформаторов напряжения и реле.

Селективность к перегрузке: Защита не реагирует на симметричное увеличение тока (перегрузку), что позволяет использовать ее совместно с тепловыми реле.

Заключение

Предложенная схема релейной защиты асинхронного электродвигателя от несимметрии и обрыва фаз является эффективным техническим решением, сочетающим в себе простоту, надежность и высокое быстродействие. Использование классического метода контроля напряжения нулевой последовательности позволяет создать рабочую систему, не подверженную сбоям из-за электромагнитных помех или программных ошибок. Устройство может найти широкое применение для защиты ответственных электроприводов в насосных, вентиляционных и других установках. [10-11].

Список литературы

1. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссий-

ской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.

2. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.

3. Серебровский, В. И. Уравновешивание потоков реактивной мощности в силовых трансформаторах при электроснабжении агропромышленного комплекса / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 173-178.

4. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-117.

5. Гибкие распределительные сети с адаптивными алгоритмами - решение интеллектуализации городских сетей / А. Б. Лоскутов, А. А. Лоскутов, Д. В. Зырин, Л. А. Ларионов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2014. – № 2(104). – С. 173-178.

6. Лепешкин, О. М. Концепция интеллектуализации контроля безопасности связи в информационно-телекоммуникационной сети специального назначения / О. М. Лепешкин, Ю. К. Худайназаров // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Информационная безопасность» : Сборник статей III Всероссийской научно-технической конференции, Анапа, 21–22 апреля 2021 года. – Анапа: Федеральное государственное автономное учреждение "Военный инновационный технополис "ЭРА", 2021. – С. 697-709.

7. Буянина, Н. С. Электроснабжение "малых" потребителей от высоковольтных линий электропередачи / Н. С. Буянина, М. А. Рожина // Энергетические системы. – 2017. – № 1. – С. 162-165.

8. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли растениеводства в 2024 году / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 75-78.

9. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.

10. Агеев, Е. В. Ремонт машин в АПК / Е. В. Агеев, В. И. Серебровский, В. А. Кончин. – Курск : Планета+, ЗАО "Университетская книга", 2025. – 192 с. – ISBN 978-5-00261-151-5.

11. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

12. Мамонова, Л. Г. Структура и перспектива развития современного топливно-энергетического комплекса / Л. Г. Мамонова // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015. – С. 58-59. – EDN SFLAAX.

13. Руденко, В. В. Совершенствование задач технического регулирования в системах управления АПК с использованием геоинформационных технологий / В. В. Руденко, Л. Г. Мамонова // Научное обеспечение агропромышленного производства : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 25–27 января 2012 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2012. – С. 171-175. – EDN UNISOV.

14. Мамонова, С. Е. Эффективная система освещения / С. Е. Мамонова, Н. В. Коняев, Л. Г. Мамонова // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 марта 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 265-268. – EDN MAYOXС.

15. Мамонова, Л. Г. Роль информационного обеспечения в инновационном развитии АПК / Л. Г. Мамонова // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области, с. Лесниково, Кетовский район, Курганская обл., 19–20 апреля 2018 года / Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – с. Лесниково, Кетовский район, Курганская обл.: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2018. – С. 156-159. – EDN XNEDDV.

Mamonova Lyudmila Gennadievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Novoseltsev Vladimir Mikhailovich, Senior lecturer

(e-mail: novoseltsev-vladimir@mail.ru)

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

PROTECTION OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTOR FROM ASYMMETRY AND PHASE INTERRUPTION OF THE SUPPLY NETWORK

Abstract: The problem of protection of asynchronous electric motors from operation in the modes of asymmetry and interruption of one of the phases of the supply network is considered. Known solutions based on thermal relays or microprocessor protections have a number of disadvantages, such as inertia or high cost and complexity of setup. A relay protection scheme based on zero-sequence voltage control in secondary circuits of voltage transformers is proposed. The circuit provides high performance, galvanic isolation and can be implemented on serial components.

Keywords: asynchronous motor, relay protection, phase asymmetry, phase interruption, voltage transformer, zero sequence voltage.

АНАЛИЗ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ РОССИИ

Махонина Анастасия Александровна, магистр

Mahonina18@yandex.ru

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

В статье представлен анализ российского рынка сельскохозяйственной техники, включая классификацию техники, основные тенденции её развития и текущее состояние отрасли. Рассматриваются ключевые категории сельхозмашин. Особое внимание уделено современным технологическим трендам. Обосновывается необходимость развития сети сервисных центров и внедрение цифровых систем.

Ключевые слова: Российский рынок сельхозтехники, сельскохозяйственная техника, тракторы, комбайны

Сельскохозяйственная техника – это широкое понятие, охватывающее все созданные человеком устройства, облегчающие трудоемкие процессы производства сельскохозяйственной продукции, повышающие эффективность и улучшающие качество работы. В эту категорию входят различные агромашины, агрегаты, инструменты, оборудование и другие приспособления. [1]

В контексте обсуждения сельскохозяйственного оборудования целесообразно разделять его на две основные категории: технологическое (машины, механизмы, аппараты, непосредственно задействованные в производственных процессах) и вспомогательное (изделия, обеспечивающие нормальное функционирование технологического процесса, но не участвующие в производстве напрямую).

В аграрной сфере принято разделять технику на самоходные машины (иногда включая крупные агрегаты с системами управления) и оборудование – несамоходные орудия, агрегаты и вспомогательные средства. Такое разделение представляется логичным и удобным, устраняя неопределенность в классификации (например, в отношении тракторов).

Современная сельскохозяйственная техника отличается от аналогов прошлого века улучшенными характеристиками: высокой производительностью, увеличенной энергоемкостью самоходных машин и оборудования, высоким уровнем автоматизации и механизации процессов, широким использованием электроники и большим разнообразием.

Сельскохозяйственная техника и оборудование, включая технологические, энергетические, транспортные и вспомогательные устройства, используются для выполнения задач в первичном секторе агропромышленного комплекса – растениеводстве и животноводстве. [2]

Трактор является незаменимой машиной в любом сельскохозяйственном производстве, представляя собой основу оснащения, прошедшую значительную модернизацию. Колесные тракторы обладают высокой мобильностью и большей универсальностью по сравнению с гусеничными.

Поскольку продукция первого сектора является входящей для второго, основное внимание уделяется агромашинам и агрегатам, используемым в растениеводстве для осуществления полного цикла операций, включая обработку почвы, мелиорацию, внесение удобрений, предпосевную подготовку семян, посев, защиту растений, уборку, послеуборочную обработку и хранение зерна. [3]

Как видно, некоторые из этих операций могут выполняться как самоходной техникой, так и навесным, мобильным, передвижным или стационарным оборудованием. Поэтому их рассмотрение требует отдельного подхода.

Сегодня современная сельскохозяйственная техника делится на три большие категории:

1) Самоходные машины: тракторы, комбайны, опрыскиватели, косилки и др. Эти устройства оснащены собственными двигателями и способны перемещаться самостоятельно.

2) Навесное оборудование: плуги, бороны, культиваторы, сеялки и прочие приспособления, предназначенные для установки на самоходные машины.

3) Стационарное оборудование: зерносушилки, дробилки, пресс-подборщики, силосные башни и прочее оборудование, предназначенное для обработки собранной продукции.

Каждая категория играет свою особую роль в производственном цикле сельского хозяйства.

Современные технологии значительно отличаются от предыдущих поколений:

- Высокая производительность: современные модели имеют большую мощность двигателей и грузоподъемность, позволяя обрабатывать значительные площади полей за меньший промежуток времени.

- Энергонасыщенность: увеличение мощности позволяет сократить сроки уборки урожая и повысить общую эффективность работ.

- Электроника и интеллектуальные системы: внедрение электронных контроллеров, автопилота и систем мониторинга помогает управлять процессами удаленно и повышать урожайность.

- Универсальность: многие модели стали многофункциональными, способными выполнять сразу несколько операций одновременно, что сокращает количество необходимой техники и повышает рентабельность фермерского бизнеса.

Назначение основных групп сельскохозяйственной техники

1. Самоходные машины. Эти машины составляют основу любого производственного цикла в растениеводстве и животноводстве:

- Тракторы: используются для вспашки земли, посева культур, транспортировки грузов и прочих операций.

- Комбайны: выполняют уборку урожая зерновых, масличных и овощных культур.

- Опрыскиватели: применяются для внесения жидких удобрений и защиты растений от вредителей и болезней.

- Косилки: необходимы для заготовки корма животным путем скашивания травостоя.

2. Навесное оборудование. Эта группа включает широкий спектр инструментов и агрегатов, устанавливаемых на самоходные машины:

- Плуг: предназначен для глубокой обработки почвы перед посадкой.

- Бороны: используются для выравнивания поверхности поля и уничтожения сорняков.

- Культиватор: рыхлит почву, уничтожает сорняки и обеспечивает равномерное распределение удобрений.

3. Стационарное оборудование. Это оборудование применяется на фермах и элеваторах для хранения и переработки готовой продукции:

- Дробилка: измельчает зерно и грубые корма для приготовления комбикормов.

- Прицепы и тележки: служат для перевозки продукции внутри ферм и хозяйств.

В 2025 году российский рынок сельскохозяйственной техники продолжает переживать непростые времена. Объем производства снизился существенно – на 12,5%, составив 237,1 млрд. рублей. Реализация на внутреннем рынке также сократилась, продемонстрировав падение на 17,6% и достигнув отметки в 198,4 млрд. рублей. [4]

Первый квартал 2025 года ознаменовался серьезным уменьшением поставок техники российского производства – на 32,9%. Особенно сильно пострадали сегменты зерноуборочных комбайнов (падение на 58,3%) и тракторов (снижение на 39%).

Единственным светлым пятном остается экспорт, демонстрирующий увеличение на 5,3%, достигнув 18 млрд. рублей.

Российские предприятия, такие как Ростсельмаш, Петербургский тракторный завод и Брянсксельмаш, контролируют примерно 55-60% рынка. Однако они сталкиваются с проблемой недозагрузки производственных мощностей, которая составляет 50-60%.

Китайские производители активно занимают нишу, освободившуюся после ухода западных брендов (CLAAS, John Deere). Импорт тракторов из Китая составляет до 90%. Вместе с тем, потребители отмечают, что их продукция часто уступает в качестве и уровне сервисного обслуживания.

Производство зерноуборочных комбайнов упало на 17,4% (до 4,571 ед. в 2024 году), но планируется увеличение до 10 тыс. к 2035 году. Выпуск кормоуборочных комбайнов снизился на 14% (до 290 шт.), а потребность к 2035 году оценивается в 1,2 тыс. единиц.

Российские предприятия успешно покрывают потребности в сеялках и почвообрабатывающих орудиях. Однако дефицит широкозахватных сеялок вынуждает аграриев импортировать соответствующую технику.

Увеличение финансирования программы №1432 (субсидии на технику) до 15 млрд руб. в год необходимо. Также важны льготные кредиты для аграриев (снижение ставок с 12,5% до 5%).

Важен запуск производств критических узлов (трансмиссии, гидравлика), по примеру Ростсельмаша. Необходимо повышение доли российских комплектующих до 80-100%.

Необходимо развитие сети сервисных центров для китайской и российской техники, и внедрение цифровых систем (например, мониторинг усталости водителя). [5]

К 2030 году планируется увеличение доли техники отечественного производства до 80% (с текущих ~60%) и рост экспорта до 25% от объема производства. Риски: Низкий спрос из-за высокой стоимости кредитов и падения доходов. Зависимость от китайских комплектующих. Оптимистичный сценарий предполагает стабилизацию рынка к 2027-2028 годам при снижении ключевой ставки и росте господдержки.

Список литературы

1. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcs.gov.ru> (дата обращения: 25.09.2025).
2. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года (утв. Министерством промышленности и торговли РФ). – М., 2022. – 67 с.
3. Отраслевой обзор рынка сельскохозяйственной техники России (2024-2025 гг.) / Аналитический центр «АБ-Центр». – М., 2025. – 45 с.
4. Романенко, И.А. Современная сельскохозяйственная техника и перспективы её развития / И.А. Романенко, В.П. Филонов // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – № 8. – С. 3-8.
5. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Производство машин и оборудования для сельского и лесного хозяйства [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 20.09.2025).

Mahonina Anastasia Aleksandrovna, Master

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ANALYSIS OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL MACHINERY MARKET

The article provides an analysis of the Russian agricultural machinery market, including the classification of machinery, the main trends in its development, and the current state of the industry. The key categories of agricultural machinery are considered. Special attention is given to modern technological trends. The need for the development of a network of service centers and the implementation of digital systems is substantiated.

Keywords: *Russian agricultural machinery market, agricultural machinery, tractors, combines*

КОМПЛЕКСНЫЙ СОШНИК ДЛЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Мелешиков Сергей Иванович, к.т.н., доцент

(e-mail: MSII963@yandex.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В статье мы попытаемся сделать попытку предложить конструкцию комплексного сошника для посева зерновых культур именно широкозахватными посевными комплексами отечественного производства. На сегодняшний день такие посевные комплексы выпускает завод «Ростсельмаш». Мы в этой статье предлагаем внести изменения в конструкцию посевного комплекса серии SC высевают одновременно ленты семян и минеральных удобрений непосредственно в под сошниковое пространство используя для этого стрельчатые лапы.

Ключевые: посевной комплекс, посев, зерновые, стрельчатый сошник, конструкция, совершенствование.

На сегодняшний день посевные комплексы выпускаемые российским заводом «Ростсельмаш» идут в двух сериях: SC – использующие для одновременного высева смешанной ленты семян с туками минеральных удобрений непосредственно в под сошниковое пространство используя для этого конструкцию стрельчатых лап, а так же посевной комплекс серии SH - который производит в начале внесение туков минеральных удобрений в под сошниковое пространство на глубину больше глубины посева семян зерновых культур которые высеваются благодаря посев семян зерновых культур используя для этого двухдисковые сошники. Как видим применение комплексов SC несет в себе проблему так как одновременный посев семян и туков минеральных удобрений в одновременно приводит к получению ожогов семян у озимых зерновых культур, что приводит к снижению урожайности. Однако применяемая на комплексах серии SC конструкция стрельчатых сошников, позволяет им осуществлять ленточный посев озимых зерновых культур без проведения предпосевной культивации на поле [1].

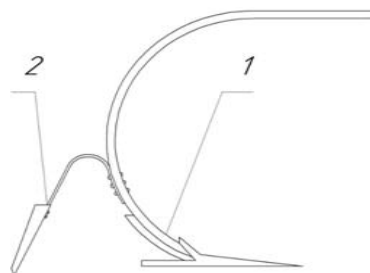
Преимуществами данных посевных комплексов серии SC как раз и заключается в том, что их можно использовать как при нулевой так и минимальной технологических способах обработки полей, что крайне важно в условиях Курской области из-за нестабильных климатических условий [2].

Как видим, у посевных комплексов SC имеются как преимущества, так и недостатки в их эксплуатации. При чём самым основным недостатком на наш взгляд у него является одновременный посев семян озимых зерновых культур вместе с туками минеральных удобрений в одну ленту [3,4,5].

1

Мы предлагаем разработанную нами конструкцию комплексного сошника с использованием стрельчатого сошника для раздельного посева семян озимых зерновых культур в две ленты шириной по 12,5 см. каждая и внесением между ними туков минеральных удобрений с помощью анкерного сошника строчки с

минеральными удобрениями ниже от уровня лент с семенами от 3 до 5 см. [6,7,8].



1 – стрелчатый сошник для высева семян озимых зерновых культур в две ленты; 2 – анкерный туковый сошник для внесения минеральных удобрений.

Рисунок 1 – Комплексный стрелчатый сошник для посевного комплекса SC для посева озимой зерновых культур

Предлагаемая нами конструкция комплексного сошника позволит разделить высев семян у озимых зерновых культур и внесение туков минеральных удобрений, не меняя конструкции посевного комплекса SC принципиально. Применение данного комбинированного стрелчатого сошника позволит осуществить разноуровневый посев семян и уложит туки минеральных удобрений на уровне глубины первый корней озимых зерновых культур, а это скажется на росте и в последующем более быстром развитии растений и позволит уйти зерновым в зиму с хорошо развитой корневой системой и удовлетворительным кущением. Ниже в таблице 1 приведем примерные параметры для анкерного сошника с пружинной стойкой [9,10]. Все изменения, вносимые в конструкцию, должны отражаться в инструкции по охране труда [11].

Таблица 1 – Примерные параметры для анкерного сошника с пружинной стойкой.

№ п/п	Наименование	Размер
1	Длина стойки, м.	0,5
2	Ширина стойки, м.	0,2
3	Длина анкерного сошника, м.	0,4
4	Диаметр сошника, верх/низ, м.	0,05/0,03

Список литературы

1 Посевные комплексы Ростсельмаш. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rsm-seyalki.ru/#product>. (дата обращения: 09.02.2025).

2 Почвоведение. Номер 1, 2021. [Электронный ресурс] – Режим до-ступа: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=pochved&y=2021&v=0&n=1&a=Pochved2101011Nevedrov>. (дата обращения 02.06. 2025)

3 Анализ конструкций сошниковых групп свекловичных сеялок для посева столовой свёклы. / Башкирев А.П., Мелешков С.И., Войтов С.И. // Статья сборник: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2024. С. 213-217.

4 Мелешков С.И. Анализ конструктивных особенностей сошников для высева туков. / Статья сборник: Молодежная наука - развитию агро- промышленного комплекса. Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2024. С. 241-245.

5 Выбор параметров для сечения эллипсоидной формы тукового сошника. / Мелешков С.И., Ашаулов Н.Ф. Статья сборник: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельско- хозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2023. С. 353-356.

6 Мелешков С.И. Профиль для тукового сошника. // Статья сборник: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 122-124.

7 Треугольная конфигурация для тукового сошника. / Мелешков С.И., Сазонов А.В. // Статья сборник: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РОССИИ. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 131-134.

8 Конфигурация тукового сошника. / Мелешков С.И., Герасимов Д.В. // Статья сборник: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РОССИИ. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 66-67.

9 Совершенствование конструкции тукового сошника для стерневой сеялки. / Статья сборник: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 76-77.

10 Механизм регулировки глубины хода тукового сошника. / Мелешков С.И., Гавриш С.А. // Статья сборник: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 189-191.

11 Мелешков С.И. Профессиональные риски на производстве и их отражение в инструкции по охране труда. // Статья сборник: Информационные системы и технологии АПК и ПГС. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. Курск, 2023. С. 258-261.

Meshchev Sergei Ivanovich, C.T.S., Associate Professor,
Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov
COMPLEX SOWER FOR GRAIN CROPS

In the article we will try to make an attempt to propose the design of a complex sower for sowing grain crops with wide-area sowing complexes of domestic production. To date, such sowing complexes are produced by the Rostselmash plant. In this article, we propose changes to the design of the SC series seeding complex, which simultaneously sows seed and mineral fertilizer bands directly into the under-sower space using arrow-shaped paws.

Keywords: seeding complex, sowing, grains, arrow-shaped sower, design, improvement.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ КУЛЬТИВАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАПСА

*Мелешков Сергей Иванович, к.т.н., доцент
(e-mail: MSII963@yandex.ru)*

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

Эта статья посвящена вопросам проведения предпосевной обработке полей, выделяемых для возделывания на них масло-семян рапса. Это важная технологическая операция, определяющая проведение всех последующих в технологической цепочке возделывания растений рапса в условиях Курской области. Предлагаемые нами конструктивные решения позволят увеличить загрузку культиватора марки УСМК-5.4 до 35 часов при возделывании рапса на 100 га в хозяйствах ежегодно.

Ключевые: возделывание, рапс, культивация, конструкция, изменение, культиватор, качество.

На сегодняшний день производство семян рапса в РФ давно поставлено на промышленную основу. При этом самый большой урожай семян у рапса был собран в России, в 2024 г. и составил 4,8 млн т., а площади, выделяемые у нас под выращивание рапса, в основном ярового, достигли в стране цифры около 2,6 млн. га. Урожайность собранных семян рапса составила в среднем по стране 1,8 т/га.

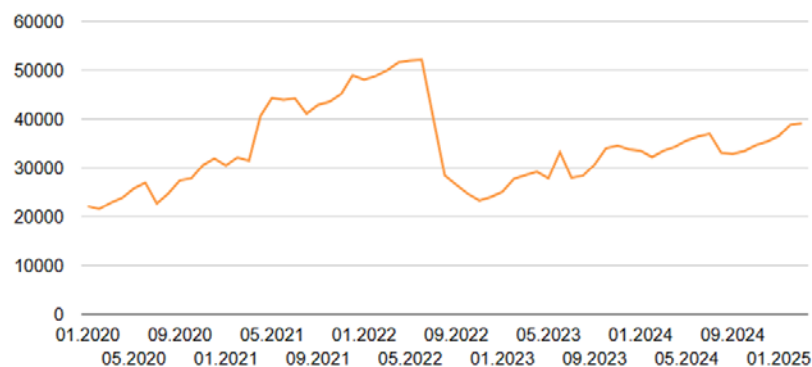


Рисунок 1 – Динамика варьирования закупочных цен на масло-семена у рапса в РФ

Анализ закупочных цен на масло - семена у рапса в РФ приведенный нами на рисунке 1, с 01.2020 по 01.2025 годы показывает, что ценовая политика неустойчивый факт. При этом с взлетом цен на середину 2022 года последовал и их падение к концу того же года. Однако с момента их падения закупочные цены неуклонно, но растут. Отсюда следует, что производством рапса на масло - семена в РФ выгодно.

В Курской области в среднем ежегодно под выращивание рапса выделяют площадь до 30 тысяч гектар. При этом в 2023 году урожай у масло - семян рапса 186,2 тыс. тонн, а уже в 2024 году достиг цифры в 205,4 тыс. т. Как видим тенденция к увеличению производства рапса есть и в нашей области. Сельхозтоваропроизводителям надо учесть тот фактор, что Россия в прошлом году снизила экспорт рапсового масла на треть, а это значит, что наша промышленность наращивает выпуск своей продукции используя для этого в виде сырья рапсовое масло. Из него получают как биодизель, технические масла и различные уплотнения. Так, что производство рапса будет востребовано и внутри и на внешних рынках.

Одним из узких мест в технологии производства рапса на сегодняшний день является предпосевная культивация, от которой зависит очень много. Так хорошо подготовленное ложе для укладки в последующем на него семян будет способствовать их дружным всходам и в последующем обеспечит их хорошее развитие и обеспечит качественный урожай [1]. Всё дело в том, что семена рапса требуют глубину культивации в два или в три сантиметра, а высота современных стрелчатых лап культиваторов равна пяти сантиметрам. Вот и приходится применять на этой операции дорогостоящие компакторы при их цене от четырёх миллионов рублей [2].

Мы предлагаем использовать на предпосевной культивации под посев рапса отечественный культиватор марки УСМК 5.4 с установкой в место стрелчатых лап, полых лап шириной захвата в 300 мм. Они при работе обеспечат качественное подрезание слоя почвы на требуемую для посева семян рапса глубину в 2-3 см.. а для выравнивания верхнего слоя у срезанного слоя почвы предлагаем использовать разработанный нами комплект пальцевых борон. Это позволит в оптимальные агротехнические сроки провести предпосевную культивацию под посев семян рапса [3].

В последующем можно спокойно перестроить данный культиватор под междурядную обработку посевов сахарной свёклы, так как культивация под посев рапса производится в ранние агротехнические сроки в условиях Курской области считается оптимальным сроком для предпосевной культивации под посев семян рапса 2 или 3-я декада апреля [4,5]. Время проведения первой междурядной обработки у посевов сахарной свёклы в условиях Курской области это вторая или третья неделя мая.

Так, что никаких технологических препятствий на пути применения культиватора марки УСМК-5.4 на предпосевной культивации под возделывания рапса в условиях Курской области нет, а по его производительности после модернизации равной до 2,8 га/ч. Он может поспорить с компакторами как импортного, так и отечественного производства и обеспечит безопасность проведения работ [6,7,8,9,10].

Список литературы

1 С.И. Мелешков. Анализ конструкций загартывающих устройств универсальных сеялок на посевах столовой свёклы. // Статья сборник: МОЛОДЕЖЬ И XXI ВЕК в материалах 13-й Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. Курск, 2024. С. 263-265.

2 Совершенствование конструкции культиватора. / С. И. Мелешков, С. С. Тюленев // Статья сборник: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК в материалах Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 31 марта 2021 года / Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. - Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. С. 77-79.

3 Штригель - борона для пневматической сеялки точного высева / С. И. Мелешков, Д. И. Еськов, М. А. Рыжих // Статья сборник: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России в материалах 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. - Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. С. 138-140. EDN: HXJHGG.

4 Параметры пружинного загорача для сеялок тоного высева семян подсолнечника. / С.И. Мелешков, В.Е. Жолудев. // Статья сборник: Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК в материалах 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2025. С. 147-149.

5 С.И. Мелешков. Обоснование параметров пружинного загорача для сеялок точного высева. // Статья сборник: Информационные системы и технологии АПК и ПГС в материалах 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 102-104.

6 Повышение квалификации по охране труда. / Мелешков С.И., Гугало В.П. // Статья сборник: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве, в материалах международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 481-482.

7 Законодательные акты Российской Федерации с введением в действие закона «О специальной оценке условий труда». / Мелешков С.И., Прыгунов М.И. // Статья сборник: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова. 2015. С. 61-62.

8 Мелешков С.И. Затраты на мероприятия по охране труда. Статья сборник: Научное обеспечение агропромышленного производства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 371-373.

9 С.И. Мелешков. Особенности и перспективы социального страхования работников организаций от несчастных случаев на производстве. // Статья сборник: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 27-28.

10 Подготовка специалистов к аттестации рабочих мест по условиям труда. / Прыгунов М.И., Мелешков С.И., Митькин Р.К. // Статья сборник: Актуальные проблемы обучения и воспитания студентов. материалы международной научно-практической конференции. 2004. С. 323-324.

*Meshchev Sergei Ivanovich, C.T.N., Associate Professor,
Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov*

TECHNICAL SOLUTIONS FOR PRE-SOWING CULTIVATION IN CANOLA CULTIVATION

This article is devoted to the issues of pre-sowing treatment of fields allocated for the cultivation of oilseeds of rapeseed on them. This is an important technological operation that determines the performance of all subsequent operations in the technological chain of rapeseed cultivation in the Kursk region. The design solutions we propose will allow you to increase the load on the USMK-5.4 cultivator to 35 hours when cultivating rapeseed on 100 hectares annually.

Keywords: cultivation, rapeseed, cultivation, design, modification, cultivator, quality.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА РОТОРНОЙ КОСИЛКИ

*Мелешков Сергей Иванович, к.т.н., доцент,
(e-mail: MSII1963@yandex.ru)*

*Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н., доцент, кафедра
Электротехники и электроэнергетики.
(e-mail: konchin98@mail.ru)*

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

Наша статья — это попытка решить вопрос с так называемыми «бородами» или не прокосы, возникающие у роторных косилок в результате неудовлетворительной работы их режущих аппаратов при рекомендованных скоростях движения для агрегатов работающих на скашивании трав на сено.

Ключевые: косилка, режущий аппарат, нож, трава, сено, качество среза.

На сегодняшний день предъявляемые требования к качеству сена в РФ определяются ГОСТ Р 55452-2021, «Сено и сенаж. Общие технические условия». У сена как у произведенного продукта предназначенному для кормления животных предъявляют следующие требования: влажность любого заготавливаемого на корм скоту сена должна быть не больше 17%. К его цвету требования, следующие: от зеленого до желто-зеленого. При этом запах: должен быть только запахом и именно свежего сена. При этом в заготавливаемом сене с естественных сенокосов наличие вредных или ядовитых растений не должно превышать: 1 для сена у первого класса - не более 0,5%, а у сена 2 и 3-го классов не более чем 1%. При заготовлении сена из однолетних или многолетних сельскохозяйственных культурных растений наличие в них вредных и ядовитых растений не допускается вообще [1].

При скашивании трав на сено у роторных косилок как российского, так и иностранного производства при большой густоте скашиваемого материала на рекомендованных для этого агрегата скоростях движения до 10 км/ч. Происходят не прокосы, то есть часть материала не отделяется от корней, а это оказывает отрицательное влияние на последующую сушку и сбор скошенного материала. В этом случае механизатор, управляющий агрегатом, предназначенным для скашивания трав на сено вынужден сбрасывать скорость движения и переходить на пониженные передачи, а это влечет за собой снижение выработки агрегатом. Однако скашивание и уборка трав на сено по технологии должна быть осуществлена не более чем за десять, двенадцать дней.

В период заготовки сена как говорится каждый час на учёте. По этому крайне необходимо модернизировать режущий аппарат роторной косилки.

Для модернизации режущего аппарата улучшающего качество среза растений у роторной косилки мы предлагаем установить на режущий диск, три ножа.

Для этого произведем расчёт диаметра роторного колеса режущего аппарата для роторной косилки:

$$D_{PK} = B_{шз} / K_p, \quad (1.1)$$

где $V_{шз}$ – ширина захвата у роторной косилки, $V_{шз}=2,1$ м;
 K_p - количество роторных колес косилке, $K_p = 4$ шт.

Отсюда:

$$D_{pk} = 2,1/4 = 0,524\text{м.}$$

Расчетный радиус у нашего роторного колеса:

$$R_k = (D_{pk}/2) + \eta, \quad (1.2)$$

где η – зоны перекрытий ножей у режущего аппарата.

Подставив данные в формулу 1.2, получим:

$$R_k = (0,524/2) + 0,1 = 0,262 \text{ м.}$$

Произведя расчёт у минимального угла установки режущих ножей на режущем диске:

$$\delta_{\min} = \arctg(-2,1) = 1,7\text{рад. Или } 97^{\circ}.$$

Для лучшего баланса мы выбираем угол установки режущих ножей у роторной косилки по отношению друг к другу в $\delta = 120^{\circ}$.

Далее рассчитаем частоту вращения режущий диска при которой будет происходить срезание растений:

$$N_{cp} = Q \cdot 30 / \pi, \text{ об/мин.} \quad (1.3)$$

где Q - угловая скорость вращения у режущий диска, $Q = 175$ м/с.

Тогда:

$$N_{cp} = 175 \cdot 30 / 3,14 = 1671 \text{ об/мин.}$$

У большинства роторных косилок частота вращения их режущих дисков находится в пределах от 2000 до 25000 об/мин., следовательно, при установке на них нашего режущего аппарата с тремя ножами они будут выполнять свои функции по срезанию стеблей трав на сено и охраны труда на уборке сена [2,3,4,5,6,7,8,9].

Расчеты по параметрам режущих ножей мы свели в таблицу 1.

Таблица 3.1 - Расчётные геометрические размеры для режущих ножей

Показатель	Единица измерения
Угол заточки для режущего ножа, град.	25
Рабочая толщина у режущего ножа, мм.	6
Длина тела режущего ножа, мм.	125
Ширина для режущего ножа, мм.	50

Список литературы

- 1 ГОСТ Р 55452-2021, Сено и сенаж. Общие технические условия. Москва – 2020г. С. 26.
- 2 К вопросу использования сеносолюмистых материалов. / Рудаков А.П., Гуреев Ю.А., Бабков А.П., Мелешков С.И., Белоусов Н.И. Статья в сборнике: РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ АПК. материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 73-летию Курского ГАУ. Курск, 15 мая 2024 года. С. 250-254.
- 3 Измельчитель стеблей подсолнечника. / Мелешков С.И., Самофатов А.В. Статья в сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 30 марта 2022 года. С 120-122.

4 Расчет устройства для облегчения погрузки-разгрузки штучных грузов. / С.И. Мелешков, М.И. Прыгунов, Р.К. Митькин. Статья сборник: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2009. С. 245-247.

5 Облегчение условий труда при погрузке-разгрузке штучных грузов. / М.И. Прыгунов, С.И. Мелешков. Статья в сборнике: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА. материалы всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2007. С. 79-81.

6 Приспособление для облегчения перемещения тарных грузов. /С.И. Мелешков, М.И. Прыгунов. Статья в сборнике: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА РЕГИОНА. материалы всероссийской научно-практической конференции: в 4-х частях. 2006. С. 180-181.

7 Профессиональные риски и их отражение в инструкции по охране труда. / С.И. Мелешков. // В сборнике: Информационные системы и технологии АПК и ПГС. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. Курск, 2023. С. 258-261.

8 Измерение усталости оператора по времени его реакции. / Е.В. Сазонов, Д.И. Еськов, С.А. Грашков. // В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПК. материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 49-51.

9 Особенности и перспективы социального страхования работников организаций от несчастных случаев на производстве. / С.И. Мелешков. // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 27-28.

*Mesleshkou Sergei Ivanovich, C.T.S., Associate Professor,
(e-mail: MS11963@yandex.ru)*

*Konchin Vladimir Alekseevich, C.T.S., Associate Professor, Department
Electrotechnics and Power Engineering.
(e-mail: konchin98@mail.ru)*

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov

IMPROVEMENT OF THE CUTTING APPARATUS OF THE ROTOR MOWER

Our article is an attempt to solve the problem of so-called "beards" or "non-mowing" that occurs in rotary mowers as a result of poor performance of their cutting apparatuses at recommended speeds for mowers used for cutting grass for hay.

Keywords: mower, cutting apparatus, knife, grass, hay, cutting quality.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Мельников Иван Юрьевич, студент

Блинков Борис Сергеевич, к.т.н., доцент

(e-mail: blinkovboris@yandex.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье рассматривается вопрос развития альтернативных источников электроэнергии и применения их в различных сферах деятельности.

Ключевые слова: альтернативные источники, электроэнергия, солнечная энергия, геотермальная энергия, ветроэнергия, гидроэнергия, биомасса.

В эпоху стремительного развития технологий и растущего осознания экологических проблем, вопрос применения альтернативных источников энергии становится все более актуальным. Отказ от традиционных ископаемых видов топлива, таких как уголь, нефть и газ, в пользу возобновляемых ресурсов - это не просто модный тренд, а насущная необходимость для сохранения нашей планеты и обеспечения устойчивого будущего. С учетом глобальных изменений климата, истощения традиционных ресурсов и необходимости снижения уровня загрязнения окружающей среды, переход на альтернативные источники энергии становится не только желательным, но и необходимым [1, 2].

Альтернативные источники энергии - это те, которые не связаны с использованием традиционного ископаемого топлива и, как правило, являются возобновляемыми. Рассмотрим возобновляемые источники электроэнергии более подробно и дадим им краткую характеристику.

Солнечная энергия. Преобразование солнечного света в электроэнергию с помощью солнечных модулей или тепловую энергию для обогрева [3, 4]. Данный вид энергии можно использовать снова и снова, и не переживать за истощение запасов.



Рисунок 1 – Использование солнечной энергии

Ветровая энергия. Использование силы ветра для вращения лопастей ветровых генераторов, которые вырабатывают электрическую энергию. В современ-

ных ветровых генераторах автоматически регулируют угол наклона лопастей в зависимости от направления ветра.



Рисунок 2 – Применение энергии ветра

Гидроэнергетика. Получение электрической энергии, основанное на использовании энергии потока и течения воды. Гидроэнергетическими объектами являются гидроэлектростанции и приливные электростанции. В настоящее время большее распространение получили гидроэлектростанции, чем электростанции использующие энергию приливов и отливов.



Рисунок 3 – Применение энергии потока воды на электростанции

Геотермальная энергия. Использование тепла земных недр для отопления и выработки электрической энергии. Тепло из геотермальных источников используется для нагрева рабочей жидкости (в большинстве случаев - воды или специально разработанных жидкостей с точкой кипения ниже, чем у воды). При нагревании жидкость превращается в пар под высоким давлением, который затем направляется на приведение в действие турбин.

Биомасса. Биомасса относится к органическим материалам, таким как растения и отходы, которые могут быть использованы для получения энергии. Урожай сельскохозяйственных культур, древесина, отходы и другие биоматериалы могут быть сожжены или переработаны для получения тепла и электроэнергии. Биомасса является важным источником возобновляемой энергии, особенно в

сельских районах. Она может также способствовать управлению отходами и снижению воздействия на экологию.



Рисунок 4 – Схема применения геотермальной энергии

Водородная энергетика. Получение водорода, который может использоваться как топливо, с помощью различных методов, в том числе электролиза воды.

К основным преимуществам применения альтернативных источников энергии можно отнести [5, 6]:

- экологическая чистота. В отличие от традиционного топлива, возобновляемые источники практически не выделяют парниковых газов и других загрязняющих веществ в атмосферу.
- неисчерпаемость. Применяемые альтернативные ресурсы – это ресурсы, которые будут доступны человеку на протяжении миллиардов лет, в отличие от запасов традиционного добываемого топлива.
- экономические выгоды. Первоначальное вложение требует больше инвестиций, но затем все выравнивается в процессе долгосрочных эксплуатационных затрат, которые намного ниже чем затраты на привычные традиционные ресурсы.
- децентрализация энергоснабжения: Возможность получения собственной электрической энергии практически у себя дома, что в значительной степени снижает нагрузку на общую систему электроснабжения.

Альтернативные источники энергии находят все более широкое применение в самых различных областях: энергетика; транспорт; сельское хозяйство; промышленность.

Несмотря на очевидные преимущества, переход на альтернативные источники энергии сталкивается с рядом вызовов:

- нестабильность производства. Солнечная и ветровая энергия зависят от погодных условий, что требует разработки эффективных систем хранения энергии.
- вложение инвестиций. Для строительства объектов основанных на альтернативной энергетике требуются значительные капиталовложения.
- инфраструктура. Необходимость модернизации существующих и создания новых энергетических сетей для интеграции возобновляемых источников.

- технологические ограничения. Постоянное совершенствование технологий для повышения эффективности и снижения стоимости.

Переход на альтернативные источники энергии - это не просто тренд, а необходимость для обеспечения устойчивого будущего нашей планеты. С каждым годом технологии становятся все более доступными и эффективными, что открывает новые возможности для их применения в различных сферах жизни. Вложение инвестиций в альтернативные источники электрической энергии - это инвестирование в будущее, которое будет более чистым, безопасным и устойчивым.

Список литературы

1. Коняев Н.В., Блинков Б.С., Бледнов С.Е. Применение альтернативного источника тепла. В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 182-186.
2. Блинков Б.С., Коняев Н.В., Степашов Р.В., Ивченко Р.Э. Применение тепловой насосной установки для отопления животноводческих помещений. В сборнике: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИИ: МОЛОДЕЖНЫЙ ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ. сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции. Курск, 2020. С. 224-227.
3. Блинков Б.С., Коняева О.Н., Ивченко Р.Э., Коняев Н.В. К выбору теплооборудования для животноводческих объектов. В сборнике: Юность и знания - гарантия успеха -2020. Сборник научных трудов 7-й Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2020. С. 295-298.
4. Блинков Б.С., Колядин Н.В. Применение ТНУ в системе микроклимата животноводческих помещений. В сборнике: Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК. материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 226-230.
5. Блинков Б.С., Шкабенко А.Ю., Бледнов С.Е., Блинкова М.С. Применение энергосберегающей системы отопления на базе ТНУ. В сборнике: Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 115-118.
6. Блинкова Д.С., Блинков Б.С., Серебрякова Е.Р., Ситникова А.Н. Применение тепловых насосных установок в животноводстве. В сборнике: Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство. сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2024. С. 378-381.

Melnikov Ivan Yurievich, student

Blinkov Boris Sergeevich, Cand. Tech. Sci, associate professor

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov

ALTERNATIVE SOURCES OF ELECTRICITY

This article discusses the development of alternative sources of electricity and their application in various fields.

Keywords: alternative sources, electricity, solar energy, geothermal energy, wind energy, hydro energy, biomass.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ 12Х13

Михайлов Даниил Сергеевич, аспирант

(e-mail: mihayloff.dania2015@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

В статье представлен системный анализ современных методов управления структурой и свойствами стали 12Х13. Рассмотрены традиционные и перспективные технологические подходы, направленные на преодоление ключевых ограничений материала, связанных с его коррозионной стойкостью в агрессивных средах и стабильностью свойств при длительной эксплуатации.

Ключевые слова: сталь 12Х13, коррозионная стойкость, межкристаллитная коррозия, термическая обработка, легирование, микроструктура, дисперсное упрочнение, порошковые технологии, искровое плазменное спекание.

Проведенный анализ современной научно-технической литературы позволяет констатировать, что, несмотря на хорошо изученный комплекс свойств, эксплуатационный ресурс изделий из стали марки 12Х13 в значительной степени лимитируется ее коррозионной стойкостью. Данный параметр оказывается недостаточным для работы в средах, содержащих высокие концентрации хлоридов и других агрессивных ионов, где сталь демонстрирует склонность к локальным видам коррозии, таким как межкристаллитная коррозия. Ключевыми факторами, определяющими как коррозионное поведение, так и механические характеристики стали, являются ее химическая неоднородность, финальная микроструктура и фазовый состав, формируемые в процессе термической обработки.

Установлена прямая корреляция между структурным состоянием стали 12Х13 и ее эксплуатационными характеристиками. Наибольшей уязвимостью к коррозионному воздействию отличаются границы зерен, а также приграничные области, обедненные хромом вследствие выделения карбидных фаз типа $M_{23}C_6$. В этой связи формирование однородной мелкозернистой структуры сорбита отпуска является критически важным. Такая структура не только обеспечивает оптимальное сочетание прочности и вязкости, но и способствует равномерному распределению хрома в твердом растворе, минимизируя риск развития межкристаллитной коррозии. Современные исследования подтверждают, что на размер зерна и дисперсность карбидов решающее влияние оказывают не только режимы отжига и закалки, но и введение модифицирующих примесей.

На практике для повышения служебных характеристик стали 12Х13 применяется комплекс технологических приемов, которые условно можно разделить на две группы:

Объемное модифицирование, включающее:

Оптимизацию режимов термической обработки. Речь идет о точном контроле температур закалки и, что особенно важно, отпуска для предотвращения неже-

лательных фазовых превращений и обеспечения полноты дисперсного выделения карбидов.

Легирование микродобавками. Введение таких элементов, как молибден (Mo), повышает сопротивление питтингообразованию. Элементы-стабилизаторы ниобий (Nb) и титан (Ti) эффективно связывают углерод, предотвращая обеднение матрицы хромом. Добавка ванадия (V) способствует измельчению зерна и дисперсионному упрочнению.

Поверхностное и структуроформирующее модифицирование:

Методы поверхностного упрочнения, такие как лазерная обработка, ионная имплантация и плазменное напыление, позволяют создавать на поверхности детали слои с принципиально иными свойствами – повышенной твердостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью.

Научные вызовы и перспективы исследований

Актуальными остаются задачи:

Разработка математических моделей, описывающих кинетику распада мартенсита при длительной эксплуатации

Исследование влияния циклических тепловых нагрузок на стабильность защитной оксидной пленки

Оптимизация составов защитных покрытий для работы в многокомпонентных агрессивных средах

Перспективным направлением является использование порошковой металлургии и методов направленной пластической деформации (ИПД). Эти подходы, в частности искровое плазменное спекание (ИПС) ультрадисперсных порошков, позволяют получать объемные наноструктурированные материалы с высокой однородностью и беспрецедентным комплексом свойств.

Таким образом, на сегодняшний день сформирован мощный научно-технический задел для целенаправленного улучшения характеристик стали 12Х13. Однако, несмотря на очевидный потенциал, методы, основанные на использовании электроэрозионного диспергирования (ЭЭД) металлоотходов с последующим синтезом новых материалов, а также другие высокоэнергетические способы обработки, применительно к данной марке стали исследованы явно недостаточно. Отсутствие систематических данных о влиянии этих технологий на фазообразование, кинетику распада твердого раствора и коррозионное поведение определяет актуальность и цели настоящего исследования, направленного на разработку научных основ создания модифицированных материалов на базе системы 12Х13 с прогнозируемым набором свойств.

Список литературы

1. Агеев, Е. В. Рентгеновские исследования фазового и элементного составов порошка сферической формы, полученного из отходов сплава ОТ4 электродиспергированием в воде / Е. В. Агеев, А. Е. Агеева // Деформация и разрушение материалов. – 2025. – № 2. – С. 23-25. – DOI 10.31044/1814-4632-2025-2-23-25.

2. Патент № 2811328 С1 Российская Федерация, МПК B22F 9/14, B22F 8/00, B22F 1/065. Способ получения свинцово-латунных порошков из отходов сплава ЛС58-3 в изопропиловом спирте : № 2023125209 : заявл. 02.10.2023 : опубл. 11.01.2024 / Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, Л. С.

Аболмасова, А. С. Переверзев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

3. Патент № 2812059 С1 Российская Федерация, МПК В22F 3/16, С22С 1/04, В22F 8/00. Способ получения спеченных изделий из электроэрозионных порошков на основе алюминиевого сплава АД0Е : № 2023128938 : заявл. 08.11.2023 : опубл. 22.01.2024 / Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, Е. П. Новиков, В. О. Поданов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

4. Патент № 2816973 С1 Российская Федерация, МПК В22F 3/14, С22С 1/04. Способ изготовления жаропрочного никелевого сплава из порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов сплава ЖС6У в осветительном керосине : № 2023103776 : заявл. 20.02.2023 : опубл. 08.04.2024 / Е. В. Агеев, В. О. Поданов, А. Е. Агеева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

5. Агеева, Е. В. Ресурсосберегающие технологии ремонта автомобилей : учебное пособие / Е. В. Агеева, Е. В. Агеев, Е. С. Виноградов. – Курск : Планета+, 2025. – 256 с.

6. Оценка глубины проникновения азота при упрочнении сплава ВТ20 / Е. В. Агеев, А. Ю. Алтухов, А. С. Переверзев, А. Е. Агеева // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2025. – Т. 21, № 6(246). – С. 272-275.

7. Агеева, Е. В. Ресурсосберегающие технологии ремонта автомобилей : учебное пособие / Е. В. Агеева, Е. В. Агеев, Е. С. Виноградов. – Курск : Планета+, 2025. – 256 с.

8. Агеева, Е. В. Спецглавы металловедения / Е. В. Агеева, О. В. Кругляков, А. Г. Сбитнев. – Курск : Планета+, ЗАО Университетская книга, 2025. – 197 с.

9. Агеева, Е. В. Безвольфрамовый твердый сплав, изготовленный искровым плазменным спеканием твердосплавных электроэрозионных порошков, полученных из отходов сплава ТН20 / Е. В. Агеева, А. Г. Сбитнев, А. Е. Агеева. – Курск : Планета+, ЗАО "Университетская книга", 2025. – 208 с.

10. Патент № 2841555 С1 Российская Федерация, МПК С22С 1/04, В22F 3/105. Способ изготовления сплава из порошка свинцовой латуни ЛС58-3, полученного электроэрозионным диспергированием в изопропиловом спирте : заявл. 25.04.2024 : опубл. 09.06.2025 / Е. В. Агеева, Е. В. Агеев, Л. С. Аболмасова, А. С. Переверзев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

11. Патент № 2841941 С1 Российская Федерация, МПК В22F 9/14, С01В 32/949, С01G 41/00. Способ получения порошка карбида вольфрама Из металлоотходов вольфрама марки ва в керосине авиационном : заявл. 11.07.2024 : опубл. 18.06.2025 / Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, Д. А. Улитин, А. Е. Агеева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

Mikhailov Daniil Sergeevich, PhD student

Southwestern State University, Kursk, Russia

METHODS FOR INCREASING THE CORROSION RESISTANCE OF 12X13 STEEL

Abstract: The article presents a systematic analysis of modern methods for controlling the structure and properties of 12X13 steel. Traditional and promising technological approaches aimed at overcoming the key limitations of the material related to its corrosion resistance in aggressive environments and stability of properties during long-term operation are considered.

Keywords: 12X13 steel, corrosion resistance, intercrystalline corrosion, heat treatment, alloying, microstructure, dispersed hardening, powder technologies, spark plasma sintering.

ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛИ 12Х13

Михайлов Даниил Сергеевич, аспирант

(e-mail: mihayloff.dania2015@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

В представленной работе проводится комплексный анализ коррозионно-стойкой стали марки 12Х13. Центральное место в исследовании занимает оценка взаимосвязи химического состава, структуры и свойств материала, определяющих его широкое применение в критически важных отраслях промышленности, а также анализ факторов, ограничивающих его эксплуатационный ресурс.

Ключевые слова: сталь 12Х13, коррозионно-стойкие стали, мартенситный класс, термическая обработка, жаропрочность, энергетическое машиностроение, химическое машиностроение.

Сталь марки 12Х13 (по ГОСТ 5632-2014) входит в группу коррозионно-стойких сталей мартенситного класса. Будучи одной из самых распространенных и исторически освоенных марок, она занимает ключевую нишу в тех отраслях промышленности, где от материала требуется не просто стойкость к коррозии, а оптимальное сочетание этой стойкости с высокими механическими свойствами, износостойкостью и способностью работать при повышенных температурах. Ее международные аналоги – AISI 410 (США) и 1.4006 (X10Cr13, Европа) – подтверждают ее универсальность и востребованность в мировом машиностроении.

Область применения данной стали детерминирована ее уникальным комплексом эксплуатационных характеристик, сформированных химическим составом и возможностями термического упрочнения. Сталь 12Х13 находит масштабное применение в следующих отраслях промышленного производства: энергетическое машиностроение (традиционная и атомная энергетика), авиационно-космическая техника, транспортное машиностроение, химическое и нефтегазовое оборудование, пищевая промышленность, общее и тяжелое машиностроение, а также в оборонном комплексе.

Таблица 1 – Химический состав в % материала 12Х13 ГОСТ 5632 - 72

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
0.09 - 0.15	до 0.8	до 0.8	до 0.6	до 0.025	до 0.03	12 - 14

Область применения указанной стали определяется ее эксплуатационными свойствами. Сталь 12Х13 находит широкое применение в следующих отраслях промышленного производства: энергетическом машиностроении, авиационной и космической технике, химическом машиностроении, пищевой промышленности и общем машиностроении.

В химической промышленности сталь 12Х13 применяется для изготовления трубопроводов, арматуры (клапаны, задвижки), резервуаров и деталей насосов,

предназначенных для работы со слабоагрессивными средами. Это становится возможным благодаря свойствам хрома, который формирует на поверхности стойкую оксидную пленку, обеспечивающую коррозионную стойкость, а оптимальное содержание углерода позволяет получать после термообработки хорошее сочетание прочности и пластичности.

Принимая во внимание результаты исследований в области жаропрочных материалов, следует утверждать, что сталь 12Х13 остается востребованным материалом для энергетических установок.

Таблица 2 – Механические свойства при T=200С материала 12Х13 .

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Трубы горячедеформир., ГОСТ 9940-81			392		21			
Трубы холоднодеформир., ГОСТ 9941-81			392		22			
Прутки, ГОСТ 5949-75		Прод.	590	410	20	60	880	Закалка 1000 - 1050°С, воздух, Отпуск 700 - 790°С, воздух.
Прутки, заданной прочности, ГОСТ 18907-73			490-780		16			
Прутки, ГОСТ 18968-73			620	440-610	20	60	780	Нормализация и отпуск
Проволока, ГОСТ 18143-72			490-740		16-20			
Поковки, ГОСТ 25054-81	до 600	Прод.	617	392	15-18	40-50	490-740	Закалка и отпуск
Лист толстый, ГОСТ 7350-77			650	250	15			Отжиг
Лист толстый, ГОСТ 7350-77			490	345	21			Закалка и отпуск
Лист тонкий, ГОСТ 5582-75			440		21			

Следует отметить, что в современном автомобилестроении и транспортном машиностроении сталь 12Х13, в первую очередь, используется для производства деталей турбокомпрессоров, выпускных систем и других компонентов, работающих в условиях повышенных температур и нагрузок.

При очевидных преимуществах, сталь 12Х13 имеет некоторые ограничения. К примеру, ее коррозионная стойкость уступает более легированным аустенитным сталям (например, 08Х18Н10), особенно в кислых средах с высокой концентрацией хлоридов. Это связано с более низким содержанием хрома и отсутствием никеля в составе. Чтобы уменьшить это влияние, для работы в более агрессивных условиях применяют стали с более высоким содержанием хрома и никеля, такие как 08Х17Н13М2.

Большие объемы стали 12Х13 применяются при изготовлении лопаток, дисков и валов паровых и газовых турбин, которые используются на тепловых и атомных электростанциях. Эти детали работают под высокой механической нагрузкой в среде перегретого пара или газа. Сталь 12Х13 характеризуется хорошей жаростойкостью (до 750-800°С) и достаточной прочностью, что позволяет обеспечить долгий и надежный ресурс работы энергетического оборудования.

Важно отметить, что сталь 12Х13 применяется в оборонной промышленности для производства ответственных деталей стрелкового оружия, элементов авиационных двигателей; в пищевой промышленности – для изготовления оборудования для виноделия, пивоварения, переработки молока, где важна стойкость к продуктам коррозии и сохранение чистоты продукта; в нефтегазовом секторе – для элементов арматуры и насосов, работающих в определенных условиях.

Продукция, изготовленная из стали 12Х13, обеспечивает надежную и долговечную работу критически важных узлов и агрегатов. Согласно ГОСТу 5632-2014, сталь 12Х13 относится к коррозионно-стойким, жаропрочным сталям мартенситного класса.

Особый интерес для исследования представляет сталь 12Х13, из которой изготавливаются детали, работающие в условиях сложного нагружения – сочетания переменных механических нагрузок, вибрации и повышенных температур, так как данная сталь обширно применяется в современной российской промышленности.

Исследовав области применения стали 12Х13, необходимо отметить, что данная сталь применяется в основном для изготовления изделий, предназначенных для работы в условиях слабоагрессивных сред, повышенных давлений и температур. Такая сфера применения объяснима относительно высокой коррозионной стойкостью и хорошим комплексом механических свойств, однако коррозионная стойкость и жаропрочность являются также и факторами, ограничивающими ресурс изделий в крайне тяжелых условиях. Основной причиной разрушения и выведения из эксплуатации изделий из стали 12Х13 может быть коррозия, ползучесть или усталость материала. Известно, что эксплуатационные свойства зависят от состава, структуры и термической обработки сплава. Для того, чтобы понять, каким образом увеличить срок эксплуатации изделий, необходимо глубоко исследовать взаимосвязь между составом, структурой, технологией обработки и свойствами стали 12Х13.

Список литературы

1. Агеев, Е. В. Рентгеновские исследования фазового и элементного составов порошка сферической формы, полученного из отходов сплава ОТ4 электродиспергированием в воде / Е. В. Агеев, А. Е. Агеева // Деформация и разрушение материалов. – 2025. – № 2. – С. 23-25. – DOI 10.31044/1814-4632-2025-2-23-25.
2. Патент № 2811328 С1 Российская Федерация, МПК В22F 9/14, В22F 8/00, В22F 1/065. Способ получения свинцово-латунных порошков из отходов сплава ЛС58-3 в изопропиловом спирте : № 2023125209 : заявл. 02.10.2023 : опубл. 11.01.2024 / Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, Л. С. Аболмасова, А. С. Переверзев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".
3. Патент № 2812059 С1 Российская Федерация, МПК В22F 3/16, С22С 1/04, В22F 8/00. Способ получения спеченных изделий из электроэрозийных порошков на основе алюминиевого сплава АД0Е : № 2023128938 : заявл. 08.11.2023 : опубл. 22.01.2024 / Е. В. Агеев, Е. В. Агеева, Е. П. Новиков, В. О. Поданов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

4. Патент № 2816973 С1 Российская Федерация, МПК В22Ф 3/14, С22С 1/04. Способ изготовления жаропрочного никелевого сплава из порошков, полученных электроэрозийным диспергированием отходов сплава ЖС6У в осветительном керосине : № 2023103776 : заявл. 20.02.2023 : опубл. 08.04.2024 / Е. В. Агеев, В. О. Поданов, А. Е. Агеева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

5. Агеева, Е. В. Ресурсосберегающие технологии ремонта автомобилей : учебное пособие / Е. В. Агеева, Е. В. Агеев, Е. С. Виноградов. – Курск : Планета+, 2025. – 256 с. – ISBN 978-5-00261-107-2.

6. Оценка глубины проникновения азота при упрочнении сплава ВТ20 / Е. В. Агеев, А. Ю. Алтухов, А. С. Перверзев, А. Е. Агеева // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2025. – Т. 21, № 6(246). – С. 272-275.

*Mikhailov Daniil Sergeevich, PhD student
Southwestern State University, Kursk, Russia*

AREAS OF PRACTICAL APPLICATION OF 12X13 STEEL

Abstract: In the presented work, a comprehensive analysis of corrosion-resistant steel grade 12X13 is carried out. The study focuses on the assessment of the relationship between the chemical composition, structure and properties of the material, which determine its widespread use in critical industries, as well as the analysis of factors limiting its operational life.

Keywords: 12X13 steel, corrosion-resistant steels, martensitic grade, heat treatment, heat resistance, energy engineering, chemical engineering.

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Нагорных Алексей Алексеевич, студент
(e-mail: alexnagorn10@gmail.com)

Будников Артем Игоревич, студент
(e-mail: ar.budnickow2017@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются вопросы разработки и внедрения автономных солнечных электростанций (АСЭ) для обеспечения электроснабжения фермерских хозяйств. Проведен анализ современных решений, технических особенностей и экономической эффективности использования фотоэлектрических установок в аграрном секторе. Отдельное внимание уделено вопросам надежности, масштабируемости и перспектив интеграции солнечных электростанций в существующие энергосистемы. Приводятся данные отечественных и зарубежных исследований, а также практические примеры применения автономных установок.

Ключевые слова: автономная солнечная электростанция, фотоэлектрическая установка, сельское хозяйство, энергоэффективность, агровольтаика.

Введение

Современное сельское хозяйство требует надежного и бесперебойного электроснабжения. Однако во многих регионах России фермерские хозяйства стал-

квиваются с проблемой отсутствия стабильной энергетической инфраструктуры, особенно в удаленных сельских территориях. Одним из наиболее перспективных решений является использование автономных солнечных электростанций (АСЭ), способных обеспечить энергетическую независимость и снизить эксплуатационные расходы [1].

Развитие технологий фотоэлектрических преобразователей, появление высокоэффективных аккумуляторных систем и снижение стоимости солнечных панелей делают внедрение таких систем экономически оправданным даже для малых и средних фермерских хозяйств. При этом эффективность АСЭ во многом зависит от правильного проектирования, учета климатических особенностей региона и оптимального подбора оборудования.

Цель данной работы заключается в разработке концепции автономных солнечных электростанций для фермерских хозяйств и оценке их эффективности на основе анализа отечественного и международного опыта.

1. Текущие тенденции использования солнечных электростанций в сельском хозяйстве

В последние годы наблюдается рост интереса к агровольтаике — совместному использованию земельных участков для сельскохозяйственного производства и генерации электроэнергии с помощью солнечных панелей. Этот подход позволяет не только повысить энергоэффективность хозяйства, но и снизить нагрузку на энергосистему региона [2].

Практика внедрения АСЭ в сельском хозяйстве показала, что они наиболее востребованы для обеспечения:

1. систем орошения и водоснабжения;
2. тепличных комплексов;
3. складских помещений и холодильного оборудования;
4. освещения и автоматизации производственных процессов.

В России уже реализованы проекты по созданию автономных гибридных энергетических установок (АГЭУ), сочетающих солнечную генерацию, аккумуляторные батареи и резервные дизель-генераторы [1]. Такой подход позволяет повысить надежность электроснабжения и снизить зависимость от погодных условий.

2. Технические особенности автономных солнечных электростанций АСЭ для фермерских хозяйств обычно включают:

1. фотоэлектрические модули (солнечные панели);
2. контроллер заряда и разряда;
3. аккумуляторные батареи (литий-ионные или свинцово-кислотные);
4. инвертор для преобразования постоянного тока в переменный;
5. систему мониторинга и управления.

Особое внимание уделяется выбору аккумуляторов, так как именно они определяют надежность и автономность системы. В условиях аграрного производства предпочтительны литий-ионные батареи с увеличенным сроком службы и высокой плотностью энергии.

Важным аспектом проектирования является расчет мощности установки. Например, для фермерского хозяйства площадью 50 га с потреблением 80–100 кВт·ч в сутки требуется фотоэлектрическая система мощностью порядка 20–25 кВт с аккумуляторным блоком ёмкостью 300–400 кВт·ч [3].

3. Экономическая эффективность внедрения АСЭ

Одним из ключевых факторов при принятии решения о внедрении солнечных электростанций является их окупаемость. Согласно исследованиям, срок окупаемости автономных систем в России составляет от 5 до 8 лет в зависимости от мощности, тарифов на электроэнергию и уровня солнечной радиации региона [1].

Экономический эффект обеспечивается за счет:

1. снижения затрат на дизельное топливо и обслуживание генераторов;
2. сокращения простоев оборудования из-за перебоев с электроснабжением;
3. увеличения производительности и качества сельскохозяйственной продукции.

Внедрение солнечных электростанций также способствует снижению углеродного следа фермерских хозяйств, что особенно важно в условиях перехода к «зеленой» экономике.

4. Перспективы развития и интеграции

В перспективе развитие АСЭ связано с:

1. совершенствованием систем хранения энергии;
2. использованием интеллектуальных систем управления;
3. интеграцией в локальные и региональные энергосети (модель prosumer);
4. развитием агровольтаических технологий (размещение солнечных панелей над сельхозугодьями).

В странах Европы и Азии активно внедряются проекты по агровольтаике, демонстрирующие высокую эффективность совместного использования солнечной генерации и сельхозпроизводства [2]. В России данный сегмент находится на стадии становления, но уже реализуются пилотные проекты, которые подтверждают перспективность данного направления.

Заключение

Автономные солнечные электростанции представляют собой эффективное решение для электроснабжения фермерских хозяйств, особенно в удалённых регионах. Их внедрение обеспечивает энергетическую независимость, сокращает эксплуатационные расходы и способствует экологической устойчивости аграрного сектора. Несмотря на первоначальные капитальные вложения, срок окупаемости подобных систем делает их привлекательными для долгосрочного использования.

Дальнейшее развитие автономных солнечных электростанций связано с удешевлением технологий хранения энергии, совершенствованием систем управления и активной интеграцией в аграрную инфраструктуру.

Список литературы

1. Технико-экономический аспект использования солнечных электростанций в системах электроснабжения сельскохозяйственного производства // Cyberleninka - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskiy-aspekt-ispolzovaniya-solnechnykh-elektrostantsiy-v-sistemah-elektrosnabzheniya-selskohozyaystvennogo>

2. Всеобъемлющее использование солнечной энергии в сельском хозяйстве // PowerGreen.pro - URL: <https://powergreen.pro/novosti/79-solnechnaya-energiya-v-selskom-khozyajstve>

3. Автономно-сетевая фотоэлектрическая установка для питания электроприёмников фермерских хозяйств // Panor.ru - URL: <https://panor.ru/articles/avtonomno-setevaya-fotoelektricheskaya-ustanovka-dlya-pitaniya-elektropriemnikov-fermerskikh-khozyaystv/67474.html>

*Nagornykh Alexey Alexeevich, student
Southwest state university, Kursk, Russia*

*Budnikov Artem Igorevich, student
Southwest state university, Kursk, Russia*

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AUTONOMOUS SOLAR POWER PLANTS FOR FARMING

Abstract. The article discusses the development and implementation of autonomous solar power plants (ASPs) to provide electricity to farms.

Keywords: autonomous solar power plant, photovoltaic installation, agriculture, energy efficiency.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

*Нагорных Алексей Алексеевич, студент
(e-mail: alexnagorn10@gmail.com)*

*Будников Артем Игоревич, студент
(e-mail: ar.budnickow2017@yandex.ru)*

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В условиях роста цен на энергоресурсы и необходимости перехода к устойчивому развитию особое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии. Среди них биогазовые установки представляют собой перспективное решение для сельскохозяйственных предприятий, позволяя одновременно утилизировать отходы животноводства и растениеводства, производить электроэнергию и снижать нагрузку на окружающую среду. В статье рассматриваются теоретические основы применения биогазовых технологий, приводится экономическая оценка их внедрения, анализируются экологические преимущества и практический опыт эксплуатации в аграрной отрасли. Сделан вывод о высокой целесообразности использования биогазовых установок как одного из ключевых направлений развития сельского хозяйства.

Ключевые слова: биогаз, сельское хозяйство, возобновляемая энергетика, экологическая эффективность, энергоснабжение, утилизация отходов.

Введение

Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом проблем, среди которых ключевыми являются высокая зависимость от традиционных энергоресурсов, рост тарифов на электроэнергию, а также накопление значительных объемов органических отходов. По данным исследований, до 40 % себестоимости продукции животноводческих хозяйств приходится на энергоносители и обслуживание инфраструктуры энергоснабжения [1]. В этих условиях использование возобновляемых источников энергии становится не только экологически оправданным, но и экономически выгодным.

Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение биогазовых установок (БГУ), которые позволяют получать метан из органических отходов животноводства, растениеводства и пищевой промышленности. Биогаз используется для выработки тепловой и электрической энергии, обеспечивая автономность и снижение затрат сельхозпредприятий [2]. Дополнительным преимуществом является получение органических удобрений в виде дигестата, что положительно влияет на плодородие почв и снижает потребность в минеральных удобрениях.

1. Теоретические основы использования биогаза в сельском хозяйстве. Биогаз образуется в результате анаэробного разложения органического сырья — навоза, силоса, растительных остатков. Его состав включает метан (50–70 %), углекислый газ (30–45 %) и примеси. Метан является ценным энергетическим ресурсом, сжигание которого в когенерационных установках позволяет получать электрическую и тепловую энергию [1].

Сельскохозяйственные предприятия обладают уникальным потенциалом для развития биогазовой энергетики, поскольку на их территории сосредоточены большие объемы отходов животноводства. Для хозяйства с поголовьем 500–1000 коров биогазовая установка может полностью покрывать собственные потребности в электроэнергии и тепле, а также обеспечивать продажу излишков в сеть [2].

По данным практики, удельный выход биогаза из 1 тонны навоза крупного рогатого скота составляет около 50–60 м³, что эквивалентно 30–35 м³ метана. Этого объема достаточно для производства примерно 60–70 кВт·ч электроэнергии [3]. Таким образом, переработка отходов хозяйства средней мощности может обеспечить до нескольких сотен тысяч кВт·ч электроэнергии в год.

2. Экономическая оценка внедрения биогазовых установок

Экономическая целесообразность применения биогазовых технологий определяется совокупностью факторов: снижением затрат на энергоснабжение, уменьшением расходов на утилизацию отходов, возможностью получения дохода от продажи электроэнергии и удобрений.

2.1. Снижение затрат на энергоресурсы

Для фермерских хозяйств значительная часть расходов приходится на электроэнергию для освещения, работы насосов, систем вентиляции и обогрева. Внедрение БГУ позволяет заменить покупаемую электроэнергию собственной генерацией. По расчетам, установка мощностью 100 кВт способна производить

около 800 тыс. кВт·ч в год, что эквивалентно экономии порядка 6–8 млн руб. при текущих тарифах [2].

2.2. Дополнительные источники дохода

Помимо экономии на электричестве, хозяйства могут реализовывать избыточную электроэнергию в сеть по «зеленому тарифу». В ряде регионов России уже предусмотрены меры поддержки ВИЭ, что повышает рентабельность проектов [3]. Еще одним источником дохода становится использование дигестата как органического удобрения, которое заменяет минеральные аналоги.

2.3. Сроки окупаемости

Срок окупаемости биогазовой установки зависит от её мощности, стоимости оборудования и тарифов на электроэнергию. В среднем он составляет 5–7 лет, что сопоставимо с другими объектами возобновляемой энергетики [1]. При этом рост цен на традиционные энергоресурсы сокращает срок возврата инвестиций.

3. Экологические преимущества применения биогазовых технологий

Внедрение биогазовых установок имеет выраженный экологический эффект, который проявляется в следующих аспектах:

1. Снижение выбросов парниковых газов. Метан, образующийся при разложении навоза на открытых площадках, является более сильным парниковым газом, чем углекислый. Его утилизация в БГУ значительно сокращает углеродный след хозяйства.

2. Снижение загрязнения почв и водоемов. Переработка навоза предотвращает попадание нитратов и органики в грунтовые воды, что снижает экологическую нагрузку на окружающую среду [2].

3. Получение органических удобрений. Дигестат является безопасным удобрением, богатым азотом, фосфором и калием. Его использование повышает урожайность и способствует замещению химических удобрений.

4. Снижение запахов и санитарных рисков. Анаэробное сбраживание уничтожает патогенные микроорганизмы и снижает неприятные запахи, улучшая санитарно-гигиеническую обстановку в хозяйстве.

Таким образом, биогазовые установки решают одновременно энергетические и экологические задачи, что делает их особенно привлекательными для устойчивого развития сельского хозяйства.

4. Практические примеры и опыт внедрения

Мировая практика демонстрирует широкое применение биогазовых технологий в аграрной сфере. Германия, Дания и Китай являются лидерами по числу биогазовых установок, обеспечивающих до 10–15 % сельскохозяйственной энергетики.

В России опыт внедрения пока ограничен, однако за последние годы наблюдается рост интереса к этому направлению. Согласно данным [3], ряд фермерских хозяйств Центрального и Приволжского федеральных округов уже эксплуатируют БГУ мощностью от 50 до 200 кВт, что позволяет им значительно сократить расходы на энергоресурсы и повысить экологическую устойчивость.

Примером успешного внедрения является хозяйство в Белгородской области, где установка на основе навоза КРС мощностью 150 кВт полностью обеспечивает собственные потребности в электроэнергии и продает излишки в сеть. В результате предприятие снизило себестоимость продукции и получило дополнительный доход от продажи удобрений.

Заключение

Биогазовые установки представляют собой эффективное и экологически безопасное решение для сельскохозяйственных предприятий. Их внедрение позволяет:

1. сократить затраты на электроэнергию и тепло;
2. обеспечить переработку органических отходов;
3. получить дополнительный доход от реализации избыточной энергии и органических удобрений;
4. снизить экологическую нагрузку и улучшить санитарную ситуацию на фермах.

Экономические расчеты показывают, что при правильном проектировании и поддержке государства срок окупаемости биогазовых установок составляет 5–7 лет, после чего они начинают приносить стабильную прибыль. Учитывая актуальные задачи энергосбережения и экологической безопасности, внедрение биогазовых технологий следует рассматривать как приоритетное направление развития аграрного сектора России.

Список литературы

1. Перспективы и особенности работы биогазоустановок. // CyberLeninka - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-osobennosti-raboty-biogazoustanovok>
2. Биогазовые установки для ферм. // Biogas.su - URL: <https://biogas.su/biogas-plants-for-farms/>
3. Биогаз: практические выводы на основе прошлых лет. // Eneca.by. - URL: <https://eneca.by/novosti/energetika-i-energoeffektivnost/biogaz-prakticheskie-vyvody-na-osnove-proshlyh-let/>

Nagornykh Alexey Alexeevich, student
Southwest state university, Kursk, Russia
Budnikov Artem Igorevich, student
Southwest state university, Kursk, Russia

ECONOMICAL FEASIBILITY AND ENVIRONMENTAL ADVANTAGES OF USING BIOGAS INSTALLATIONS FOR ELECTRICITY PRODUCTION IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

Abstract. The article discusses the theoretical foundations of the application of biogas technologies, provides an economic assessment of their implementation, and analyzes the environmental benefits and practical experience of their use in the agricultural sector.

Keywords: biogas, agriculture, renewable energy, environmental efficiency, energy supply, and waste management.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Нагорных Алексей Алексеевич, студент
(e-mail: alexnagorn10@gmail.com)

Будников Артем Игоревич, студент
(e-mail: ar.budnickow2017@yandex.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

В статье рассматриваются вопросы разработки и внедрения автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) на сельскохозяйственных объектах. Показаны особенности функционирования таких систем в условиях агропромышленного комплекса, где наблюдаются неравномерные графики нагрузки, высокая энергоёмкость процессов и необходимость оптимизации затрат. Рассмотрены архитектура АСКУЭ, принципы её построения, а также практические аспекты внедрения в животноводческих и растениеводческих хозяйствах. Приводится анализ преимуществ применения АСКУЭ, включая снижение энергопотерь, контроль несанкционированного потребления, автоматизацию отчетности и возможность интеграции с системами управления технологическими процессами.

Ключевые слова: АСКУЭ, сельское хозяйство, энергосбережение, учет электроэнергии, автоматизация.

Введение

Современное сельское хозяйство является одним из наиболее энергоёмких секторов экономики. На крупных молочных фермах, зернохранилищах и тепличных комплексах ежедневно потребляется значительное количество электроэнергии, затраты на которую составляют до 30–40% всех операционных расходов. Одной из ключевых задач становится повышение энергоэффективности, что возможно только при наличии точного и автоматизированного учета.

Традиционные методы учёта электроэнергии с использованием электромеханических счётчиков или ручного снятия показаний не обеспечивают достаточной точности и оперативности. В условиях роста тарифов и ужесточения требований к энергоменеджменту требуется внедрение современных систем — таких, как автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Эти решения позволяют в реальном времени отслеживать потребление, выявлять неэффективные зоны и оптимизировать режимы работы оборудования [1].

1. Особенности энергопотребления сельскохозяйственных объектов

Энергетическая нагрузка в агропромышленном комплексе характеризуется рядом особенностей:

1. Сезонность — в период посевных и уборочных работ резко возрастают затраты на электроэнергию, особенно для зерносушильных комплексов и насосных станций.

2. Суточные пики — в молочных фермах наблюдаются пиковые нагрузки в моменты доения, работы систем вентиляции и освещения.

3. Многообразие оборудования — используются электродвигатели, насосы, системы обогрева, холодильные установки, тепличное освещение.

4. Территориальная распределённость — сельхозобъекты часто расположены на больших площадях, что усложняет централизованный контроль.

Все это требует внедрения гибких и масштабируемых систем контроля, способных адаптироваться под разные режимы работы.

2. Принцип работы и архитектура АСКУЭ

АСКУЭ представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, предназначенных для автоматического сбора, передачи, обработки и хранения данных о потреблении электроэнергии.

Ключевые элементы системы:

1. Счетчики электроэнергии с функцией цифровой передачи данных.
2. Коммуникационная сеть (проводная или беспроводная), обеспечивающая передачу информации.
3. Сервер обработки данных, где происходит хранение и анализ информации.
4. Программное обеспечение, предоставляющее пользователю интерфейс для мониторинга и анализа [2].

Архитектура АСКУЭ может быть как локальной (для одного объекта), так и распределённой (для группы ферм, объединённых в единую сеть).

3. Применение АСКУЭ в сельском хозяйстве

На практике внедрение АСКУЭ на сельхозобъектах позволяет:

1. Повысить точность учета — исключить ошибки ручного ввода и неточности старых приборов.
2. Выявить несанкционированное подключение — контроль потребления по фазам и линиям.
3. Анализировать суточные графики — что особенно важно для равномерного распределения нагрузки на фермах.
4. Оптимизировать работу оборудования — например, смещать включение насосов или систем вентиляции на ночные часы с более низким тарифом.

5. Автоматизировать отчетность — данные могут выгружаться в бухгалтерские и аналитические системы.

Примером может служить внедрение АСКУЭ на молочной ферме, где удалось сократить потребление электроэнергии на 12% за счёт оптимизации графика работы доильных установок и вентиляции.

4. Экономический эффект внедрения

Применение АСКУЭ обеспечивает:

1. Снижение энергозатрат на 10–20%, за счёт исключения потерь и оптимизации графиков нагрузки.
2. Сокращение времени на учет и отчетность (экономия трудовых ресурсов).

3. Уменьшение аварийных ситуаций, так как система фиксирует аномалии в режиме реального времени.

4. Рост энергоэффективности производства, что особенно актуально в условиях перехода на «зелёные» стандарты.

По данным производителей решений для АСКУЭ, срок окупаемости внедрения системы на сельхозобъектах составляет от 2 до 4 лет [3].

5. Перспективы развития

Современные тенденции указывают на интеграцию АСКУЭ с системами «умного фермерства». В перспективе возможна:

1. Интеграция с IoT-технологиями — использование датчиков для мониторинга не только энергопотребления, но и микроклимата.
2. Применение технологий искусственного интеллекта для прогнозирования нагрузки и адаптивного управления оборудованием.
3. Создание единого цифрового контура, объединяющего энергетику, логистику и производственные процессы.

АСКУЭ становится частью более широкой стратегии цифровизации сельского хозяйства.

Заключение

Внедрение автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии на сельскохозяйственных объектах является необходимым условием повышения энергоэффективности и снижения затрат. Такие системы позволяют не только получать точные данные о потреблении, но и управлять режимами работы оборудования, минимизировать пики нагрузок и предотвращать несанкционированное подключение. В условиях растущих тарифов на электроэнергию и цифровизации агропромышленного комплекса роль АСКУЭ будет только возрастать.

Список литературы

1. Всё о системе АСКУЭ: назначение и принцип работы. // Electrim - URL: <https://electrim.ru/poleznosti/vse-o-sisteme-askue-naznachenie-i-princip-raboty>
2. Применение АСКУЭ на предприятиях. // Electrim - URL: <https://electrim.ru/poleznosti/vse-o-sisteme-askue-naznachenie-i-princip-raboty>
3. АСКУЭ. // Агат-Систем - URL: <https://agat.by/katalog/askue/>

*Nagornykh Alexey Alexeevich, student
Southwest state university, Kursk, Russia*

*Budnikov Artem Igorevich, student
Southwest state university, Kursk, Russia*

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING AND ACCOUNTING OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN AGRICULTURAL FACILITIES

Abstract. The article discusses the development and implementation of an automated system for monitoring and accounting of electricity (ASKU) at agricultural facilities.

Keywords: ACUEE, agriculture, energy saving, electricity metering, automation.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

Новосельцев Владимир Михайлович, ст. преподаватель

(e-mail: novoselcev-vladimir@mail.ru)

Мамонова Людмила Геннадьевна, к.э.н., доцент

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И.Иванова

В настоящей работе проведено исследование особенностей применения емкостной компенсации в системах электропривода, применяемого в сельскохозяйственном производстве. Рассмотрены основные параметры для расчета и правильного выбора системы емкостной компенсации.

Ключевые слова: компенсация, емкость, электродвигатель, преобразователь частоты.

Выбор системы компенсации, емкости и напряжения конденсаторов является фактором, определяющим работоспособность системы в целом. До настоящего времени нет строгого теоретического обоснования эффективности применения продольной и поперечной компенсации. Это, в частности, объясняется сложностью математического описания физических процессов, протекающих в системе фильтр промежуточной частоты (ФПЧ) – асинхронный двигатель [1,2,3].

Авторы ряда исследований емкостной компенсации [4,5,6] приводят в основном экспериментальные данные часто противоречивого характера, решая выбор того или иного способа компенсации неоднозначно. Следует иметь в виду, что в каждом отдельном случае предпочтительность того или иного способа компенсации определяется особенностями системы, которые, в свою очередь, зависят от соизмеримости мощностей ФПЧ и электродвигателя, режима работы двигателя и приводных характеристик рабочего механизма [7,8].

Для выяснения возможностей согласования параметров вторичной обмотки ФПЧ с нагрузкой как в пусковом, так и рабочем режиме электродвигателя рассмотрим внешние характеристики системы ФПЧ – асинхронный двигатель сепаратора при различных способах компенсации.

Из рассмотрения внешних характеристик (рисунок 1) видно, что применение продольной компенсации приводит к росту тока короткого замыкания и увеличению жесткости характеристики. При поперечной компенсации, при том же числе витков выходной обмотки ФПЧ увеличивается напряжение, что приводит к недопустимому завышению напряжения на нагрузке (двигателе), т.е. ФПЧ и двигатель оказываются несогласованными по напряжению.

Для обоснования выбора оптимального числа витков выходной обмотки ФПЧ при поперечной компенсации используем векторную диаграмму (рисунок 2) и схему замещения (рисунок 3).

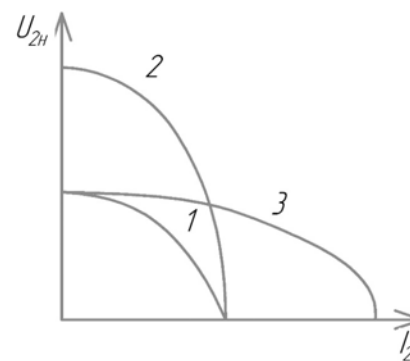


Рисунок 1 – Внешние характеристики статического ФПЧ:
1 – естественная; 2 – предельная при поперечной емкостной компенсации; 3 – то же при продольной компенсации

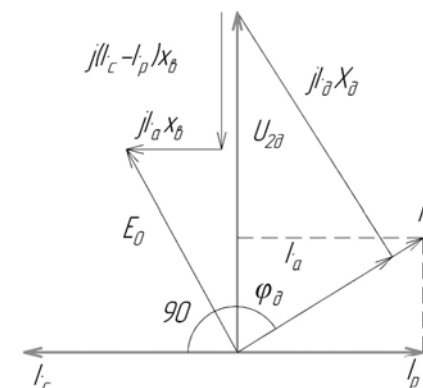


Рисунок 2 – Векторная диаграмма статического ФПЧ при поперечной емкостной компенсации

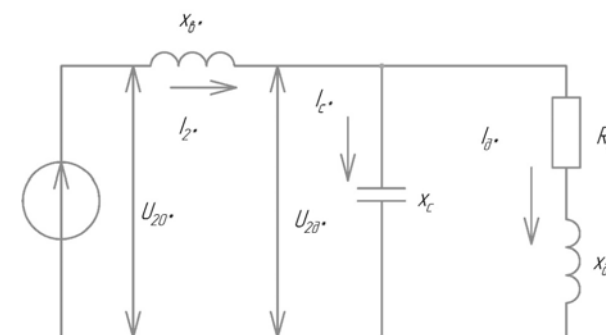


Рисунок 3 – Схема замещения

На основании векторной диаграммы ЭДС выходной обмотки ФПЧ при холостом ходе:

$$E_0 = U_{2max} \frac{R_d x_c}{R_d^2 + X_d^2 - x_c X_d}, \quad (1)$$

E_0 и x_b связаны между собой и определяются геометрическими размерами магнитопровода ФПЧ, его обмоточными данными и электромагнитными нагрузками.

Напряжение холостого хода на выходе ФПЧ определяется из зависимости:

$$U_{20} = E_0 = 8,88 k_f f_1 h_a l \omega_2 k_{02} k_{Fe} B_n, \quad (2)$$

где k_f – коэффициент трансформации статического ФПЧ;

f_1 – частота питающей сети;

h_a – высота ярма;
 l – длина пакета сердечника;
 ω_2, k_{02} – соответственно число витков фазы и обмоточный коэффициент вторично обмотки ФПЧ;
 k_{Fe} – коэффициент заполнения пакета сердечника сталью;
 B_n – амплитуда индукции n -й гармоники поля в ярме сердечника при холостом ходе ФПЧ.

Из (1) и (2) число витков вторичной обмотки ФПЧ:

$$\omega_2 = \frac{U_{2д} R_{д} x_c}{8,88 k_f f_1 h_a l k_{02} k_{Fe} B_n (R_{д}^2 + X_{д}^2 - x_c X_{д})}, \quad (3)$$

Следовательно, при соответствующем расчете числа витков ω_2 вторичной обмотки ФПЧ сравнительно несложно может быть проведено согласование по напряжению ФПЧ и нагрузки – электродвигателя. Кроме того, при соответствующем расчете числа витков ω_2 можно добиться практически одинаковой жесткости внешних характеристик ФПЧ при продольной и поперечной емкостной компенсации.

Список литературы

1. Гнездилова Ю.П., Жданов С.И., Калуцкий Е.С. Особенности применения электропривода в сельском хозяйстве // В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 37-38.
2. Шатохина Д.Н., Малахов Д.В., Калуцкий Е.С. Электрические аппараты управления и защиты электроприводов повышенной частоты // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 142-145.
3. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Серебровский В.И., Калуцкий Е.С. Нечеткая система оценки эффективности использования электропривода // В сборнике: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. С. 202-207.
4. Самошенко Д.В., Киселев М.Н., Калуцкий Е.С. К вопросу о регулировании частоты вращения электроприводов вентиляционных установок // В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 286-289.
5. Мамонова Л.Г., Калуцкий Е.С., Немцев Д.В. К вопросу о выборе мощности электропривода дробилки // В сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2023. С. 337-341.
6. Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Гнездилова Ю.П., Калуцкий Е.С. Анализ влияния предельных нормативных значений медленных изменений напряжения // В книге: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АПК. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2021. С. 20-23.
7. Серебровский В.И., Калуцкий Е.С., Серникова О.С. Основные способы регулирования компенсирующих устройств // В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2023. С. 135-138.

Novoseltsev Vladimir Mikhailovich, senior lecturer

(e-mail: novoseltsev-vladimir@mail.ru)

Mamonova Lyudmila Gennadiyevna, Candidate of Economics, Associate Professor

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Kursk State Agricultural University

FEATURES OF THE APPLICATION OF CAPACITIVE COMPENSATION IN THE FREQUENCY CONVERTER - ELECTRIC MOTOR SYSTEM

In this paper, a study of the features of the use of capacitive compensation in electric drive systems used in agricultural production is carried out. The main parameters for calculating and correctly selecting a capacitive compensation system are considered.

Keywords: compensation, capacity, electric motor, frequency converter.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ

Оськина Татьяна Александровна, старший научный сотрудник

Минеева Наталья Сергеевна, младший научный сотрудник

(e-mail: tataleks1984@mail.ru)

ФГБУ НИИПХ Росрезерва, г. Москва

В настоящей работе проведен анализ особенностей влияния различных факторов на коррозионную стойкость металлов. Рассмотрены особенности формирования продуктов коррозионного воздействия в зависимости от условий окружающей среды. Исследованы причины возникновения коррозионного воздействия на металлы и металлические покрытия.

Ключевые слова: коррозия, металл, окружающая среда.

Дать точное определение коррозии не так просто, так как под этим термином подразумевается множество различных понятий, относящихся к данному явлению [1,2,3].

В настоящей статье принято следующее определение: коррозия – это взаимодействие металла или сплава с окружающей средой, приводящее к образованию продуктов коррозии. Можно рассматривать любое превращение металла в продукты коррозии как негативное явление. Однако в действительности все зависит от скорости коррозии и степени ее распространения. Зачастую она происходит так медленно, что ее влияние незначительно. В других случаях она может быть существенной, но допустимой. Иногда же ее последствия следует расценивать как катастрофические. Если на механические и физические свойства металлов и сплавов не влияют условия окружающей среды, то с коррозионными свойствами дело обстоит иначе. Так, при определении предела прочности на разрыв мягкой стали данного состава учитывать условия окружающей среды требуется лишь в случае необходимости. Однако коррозия мягкой стали явно зависит от окружающей среды и, например, в атмосфере, загрязненной промышленными отходами, протекает интенсивнее, а в морской воде – намного быстрее, чем в пресной [4,5].

Степень воздействия окружающей среды на различные металлы и сплавы не будет одинаковой. Например, мягкая сталь быстрее подвергнется коррозии в загрязненной атмосфере, в то время как поверхность нержавеющей стали, содержащей 18%Cr, 10%Ni и 3%Mo, останется светлой и блестящей.

Как показано на рисунке 1, процесс коррозии зависит не только химического состава и условий окружающей среды (ее температуры, давления, скорости перемешивания и др.), но и от состава и структуры сплава, а также от вида и величины воздействующего на него механического напряжения.

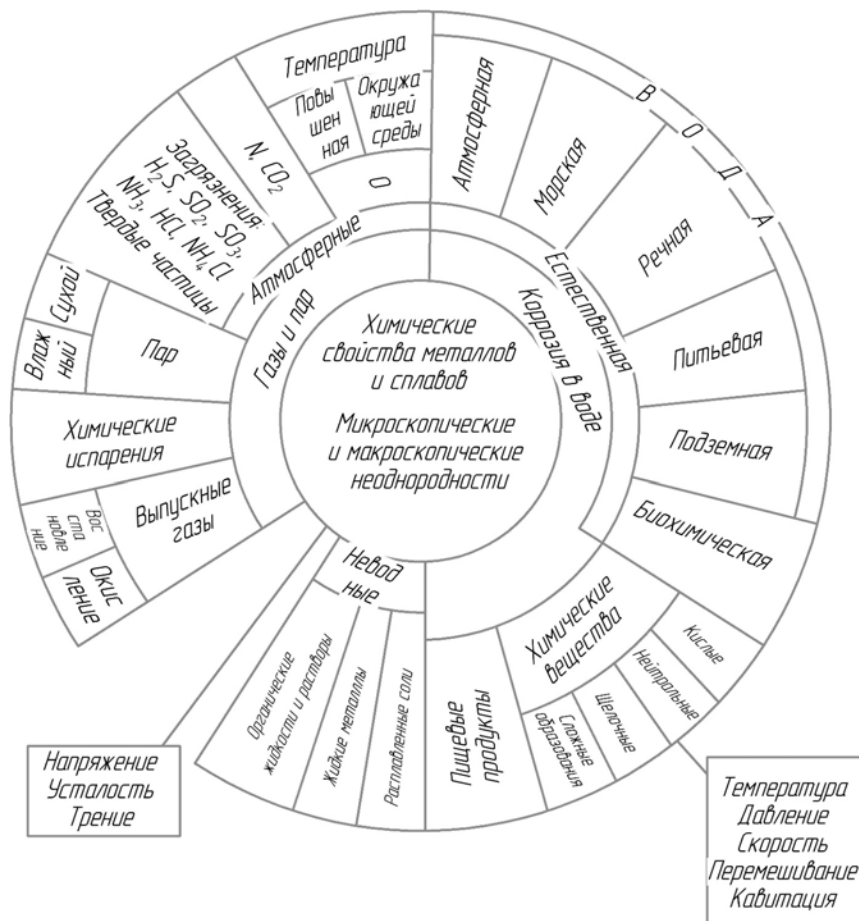
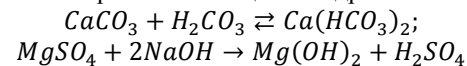


Рисунок 1 – Зависимость коррозии металла (степени и вида коррозии) от характера окружающей среды, природы металла, внешних условий и механических напряжений

Металлические покрытия [6,7,8] используют для коррозионной защиты металла от воздействия различных сред, начиная от фруктовых кислот и заканчивая продуктами сгорания при высокой температуре. Однако основное их назначение – защита конструкций и узлов от атмосферной коррозии на открытом воздухе и в закрытых помещениях, в зоне сосредоточения промышленных объектов, сельской местности, прибрежных районах и т.д.

За исключением сульфидного потемнения на серебре и меди, присутствие влаги на металлической поверхности является обязательным условием коррозии. Влага может появиться в виде тонкой конденсированной пленки вследствие колебаний температуры. Во время сильного дождя поверхность металла будет полностью залита водой. Атмосферная загрязненность промышленными отходами может значительно ускорить действие коррозии. Это особенно относится к газам (таким, как SO₂ и H₂S) и твердым частицам (таким, как углерод, NH₄Cl и (NH₄)₂SO₄). Насыщенность воздуха частицами соли в прибрежных районах также оказывает существенное влияние на скорость коррозии.

Коррозионная активность, например, морской воды существенно выше, чем пресной. Жесткая вода (как пресная, так и соленая) содержит бикарбонат кальция и сульфат магния, и увеличение pH при катодной реакции приводит к осаждению нерастворимого карбоната кальция и гидроксида магния:



Эти нерастворимые соединения, осаждаясь на поверхности корродирующего металла или неровностях покрытия, создают барьер, который частично изолирует металл от окружающей среды.

Список литературы

1. Сафронов Р.И., Руденко В.В., Калущий Е.С. Влияние восстановления деталей машин на надежность их работы // В сборнике: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РОССИИ. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 116-119.
2. Мышов А.Н. Коррозия и защита металла: борьба с невидимым врагом // Вестник науки. 2023. Т. 4. № 8 (65). С. 364-366.
3. Сапармухаммедова М., Аганязова С., Мередов К., Боржакова Ш. Коррозия металла // Eo ipso. 2023. № 12. С. 9-11.
4. Носова Е.И. Коррозия предметов из железа и железных сплавов в морской воде // Археология Евразийских степей. 2021. № 6. С. 308-314.
5. Абрамова М.Г. К вопросу о подтверждении идентичности механизма коррозионного разрушения алюминиевых сплавов (обзор) часть 2. Коррозия в морской воде // Авиационные материалы и технологии. 2021. № 1 (62). С. 95-103.
6. Калущий Е.С., Серебровский В.И., Серникова О.С. Влияние регулирования периодического тока на скорость осаждения электролитических покрытий // Современные материалы, техника и технологии. 2022. № 6 (45). С. 34-40.
7. Серебровский В.И., Калущий Е.С., Мясоедова М.А. Влияние режимов электролиза на субмикроструктуру электроосажденного железа // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2022. Т. 12. № 2. С. 26-39.
8. Серебровский В.И., Калущий Е.С., Руденко В.В. Гидратообразование при восстановлении деталей машин электроосажденными железными покрытиями // Известия Юго-

Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2022. Т. 12. № 1. С. 70-82.

*Oskina Tatiana Alexandrovna, Senior Researcher
Natalia Sergeevna Mineeva, Junior Researcher
FSBI NIIPH Rosreserva, Moscow*

INVESTIGATION OF THE CAUSES OF METAL CORROSION

In this paper, the analysis of the influence of various factors on the corrosion resistance of metals is carried out. The features of the formation of corrosion products depending on environmental conditions are considered. The causes of corrosion effects on metals and metal coatings have been investigated.

Keywords: corrosion, metal, environment.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Пашкова Марина Ивановна, к.с.-х.н., доцент
(e-mail: marina010104@yandex.ru)*

Пашков Никита Вячеславович, магистр

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В статье рассмотрены основные направления математического моделирования технологических процессов в сельском хозяйстве, приведены примеры применения математического моделирования в отдельных сельхозпредприятиях Курской области.

Ключевые слова: математическое моделирование, сельское хозяйство, модель, технологические процессы, цифровые технологии.

Сельское хозяйство — одна из важнейших отраслей экономики Курской области, которая является основным источником продовольствия для населения, занимаясь активно производством зерновых, технических и овощных культур. Изменение климатических условий, рыночных требований и необходимость повышения эффективности производства требуют внедрение современных цифровых технологий, математическое моделирование, которое позволяет оптимизировать технологические процессы, прогнозировать результаты и принимать обоснованные решения.

Математическое моделирование - это построение упрощенной модели, которая описывает реальные процессы с помощью уравнений, алгоритмов и программ и помогает анализировать влияние различных факторов на рост растений, эффективность применения удобрений, режимы полива и многое другое, что в свою очередь позволяет экономить ресурсы, минимизировать риски и улучшать качество продукции [1].

В сельскохозяйственной отрасли экономики Курской области активно внедряются методы математического моделирования для повышения эффективности технологических процессов.

Одной из основных задач является создание моделей, описывающих биологические процессы роста растений в зависимости от таких параметров, как температура, влажность, состав почвы и интенсивность освещения (модели Лайна, функционально-структурные и динамические модели).

Использование метеорологических и исторически сложившихся агротехнических данных позволяет применять модели прогнозирования оптимальных сроков сева яровой пшеницы, ячменя, кукурузы и других культур. Эти модели помогают повысить всхожесть и урожайность, снизить потери при уборке.

Используются температурно-влажностные модели, учитывающие накопление эффективных температур, влажность почвы и вероятность заморозков. На основе этих моделей аграрии Курской области получают рекомендации по оптимальным срокам сева, срокам уборки. Применение данных моделей минимизирует потери за счет снижения количества повреждений при механической уборке зерновых.

Так, в 2022 году в нескольких хозяйствах Курского района применение таких моделей позволило увеличить урожайность яровой пшеницы на 10-12% по сравнению с предыдущими сезонами.

Математические модели почвенных процессов позволяют прогнозировать взаимодействие удобрений с почвой и растениями, оптимизировать дозы и сроки внесения удобрений, учитывать влияние атмосферных условий и предотвращать загрязнение окружающей среды.

Чернозёмные почвы Курской области требуют сбалансированного внесения минеральных и органических удобрений. На основе агрохимических анализов территории и моделей поглощения питательных веществ создаются рекомендации по нормам внесения, что обеспечивает оптимальное питание растений и снижает экологическую нагрузку [2].

В 2023 году в сельхозпредприятиях Курской области внедрение таких моделей помогло снизить применение азотных удобрений на 15% без потери урожайности, что положительно сказалось на экономике и экологии.

Эффективное управление орошением требует моделирования водного баланса на полях, прогнозирования потребности растений во влаге и оценки оптимальных режимов полива. Модели учитывают климатические условия, характеристики почвы и технологию орошения, позволяют рационально и своевременно регулировать полив, экономя воду и улучшая качество урожая [3].

В некоторых хозяйствах Фатежского и Курчатовского районов по результатам моделирования была внедрена система точного капельного орошения, что позволило сократить общий расход воды на 20-25% и повысить урожайность кукурузы.

Некоторые крупные сельхозпредприятия Курской области внедряют комплексные информационно-аналитические системы, основанные на математическом моделировании, для планирования севооборотов, распределения техники и контроля производственных процессов.

Курская область активно внедряет цифровизацию в сельское хозяйство. Крупные агрокомплексы используют интегрированные платформы, где матема-

тическое моделирование сочетается с дистанционным зондированием и агродронами [4,5].

В таких системах модели обрабатывают данные о влажности, составе почв, погодных условиях и технологических операциях для оптимизации севооборотов, планирования работ и оценки эффективности внесения удобрений и средств защиты растений.

Таким образом, математическое моделирование становится неотъемлемой частью современного сельского хозяйства Курской области. Математическое моделирование позволяет повышать эффективность производства, снижает затраты и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Внедрение таких моделей требует тесного взаимодействия агрономов, инженеров и специалистов по информационным технологиям [6,7].

Важно продолжать развивать эти технологии, интегрировать их с современными цифровыми решениями и повышать квалификацию специалистов.

Список литературы

1. Андреев А.В., Петров С.И. «Математическое моделирование агротехнических процессов». – Москва: Колос, 2021. – 320 с.
2. Курский государственный аграрный университет. «Отчёт об агрохимическом мониторинге почв Курской области». – Курск, 2023. – 58 с.
3. Васильев М.П., Иванова Е.В. «Применение моделей водного баланса для оптимизации орошения в Чернозёмной зоне РФ». // Журнал «Агроклиматология», 2022, №3, с. 45–52.
4. Смирнов Д.А., Попов В.Е. «Цифровые технологии и математическое моделирование в агропромышленном комплексе Курской области». // Информационные технологии в сельском хозяйстве, 2024, №1, с. 12–20.
5. Пашкова М.И., Пашков Н.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // В сб.: Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе. Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2024. С. 35-36.
6. Пашкова М.И., Чемеров К.Г. Экономико-математическое моделирование в сельском хозяйстве // В сб.: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России / сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2022. С.-155-157.
7. Воронкина А.Н., Морозова В.В. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы // В сб.: Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса. материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2024. С.312-315.

Pashkova Marina Ivanovna, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor (e-mail: marina010104@yandex.ru)

*Pashkov Nikita Vyacheslavovich, Master
I.I. Ivanov Kursk State Agrarian University*

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGRICULTURE IN KURSK REGION

Abstract. The article discusses the main areas of mathematical modeling of technological processes in agriculture, provides examples of the application of mathematical modeling in individual agricultural enterprises of the Kursk region.

Keywords: mathematical modeling, agriculture, model, technological processes, digital technologies.

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ УМНОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Пашкова Марина Ивановна, к.с.-х.н., доцент

(e-mail: marina010104@yandex.ru)

Пашков Никита Вячеславович, магистр

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В статье рассмотрены основные направления использования инновационных разработок умной техники в сельском хозяйстве Курской области. Дана оценка их роли в хозяйственной деятельности региона и перспективы развития.

Ключевые слова: умная техника, системы точного земледелия, беспилотные летательные аппараты, автоматизированные машины, сельское хозяйство.

Сельское хозяйство играет важную роль в аграрном секторе экономики Курской области. Оно обеспечивает область продуктами питания и рабочими местами. Курская область богата сельскохозяйственными угодьями, это регион с развитым производством зерновых, сахарной свеклы, картофеля и технических культур, также здесь развито животноводство.

Для обеспечения повышения эффективности и устойчивости развития сельского хозяйства, снижения затрат и минимизации влияния человеческого фактора, в Курской области все активнее внедряют и используют инновационные технологии, которые называют «умная техника».

Основными направлениями инновационных разработок умной техники, используемые в сельском хозяйстве области, являются: беспилотные летательные аппараты (БПЛА), автоматизированные сельскохозяйственные машины, системы точного земледелия, IoT- датчики и интеллектуальные аналитические программные платформы для сектора АПК [1,8].

БПЛА используются для мониторинга полей, с их помощью можно сделать оценку состояния растений, почвы, выявить участки с недостаточным поливом или перегревом с помощью тепловизоров. Беспилотные летательные аппараты позволяют сделать оценку урожайности, провести анализ здоровья растений, создать 3D- карты полей, производить обработку полей, мониторинг пастбищ, планирование ирригации[1, 5].

Компания «АгроКурск» одной из первых внедрила систему беспилотного мониторинга полей, применяя летательные аппараты DJI Matrice с мультиспектральными камерами, что позволило снизить сроки проведения диагностики и своевременно принимать меры по борьбе с вредителями на площади более 2000 га. По данным компании применение дронов позволило сократить применение фунгицидов почти на 15%, а урожайность пшеницы повысить на более чем 8%.

Автоматизированные сельскохозяйственные машины (тракторы, комбайны, сеялки и прочая техника), оснащенные современными GPS- и ГИС-системами,

позволяют выполнять операции с минимальным участием человека, повышать точность обработок и уменьшать затраты на топливо [1].

Так, курский агрохолдинг «ЗерноПром» оснастил автономные сеялки и тракторы GPS-наведением и системами адаптивного управления, что позволило за счет снижения потери семян и топлива повысить эффективность обработки полей на 20%. Их техника также объединена с облачной платформой для мониторинга работы в реальном времени.

Системы GPS- и ГИС-наведения сельскохозяйственной техники позволяют проводить локализованную обработку полей, оптимизировать внесение удобрений и средств защиты растений, что повышает урожайность, снижает затраты и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду, обрабатывая землю не как единое поле, а как набор неоднородных участков.

Интеллектуальные системы орошения – это автоматизированные системы, которые с помощью данных датчиков, метеорологических сведений и алгоритмов для оптимизации полива, позволяют экономить воду и энергию, повышать урожайность, снижать потребность в ручном управлении и труде [2,7].

Такие системы орошения внедряются в опытных хозяйствах и на полигонах в северных и центральных районах Курской области. Некоторые хозяйства Фатежского и Курского районов используют датчики влажности вместе с автоматизированными системами полива для полевых и тепличных культур. Однако массовое использование таких систем пока ограничено из-за инфраструктурных особенностей региона и высокой стоимости.

IoT- датчики и Big Data используются в сельском хозяйстве для улучшения управления ресурсами, прогнозирования и повышения урожайности, а также оптимизации производственных процессов.

На базе Курского ГАУ создана и используется экспериментальная платформа в учебно-опытном хозяйстве университета и пилотируется на соседних фермерских угодьях. С помощью IoT- датчиков собираются данные о влажности, температуре и биометрических анализаторов растений, а Big Data анализирует эти данные и помогает прогнозировать урожайность, оптимизировать эффективное использование ресурсов.

Несмотря на преимущества внедрения умной техники в сельское хозяйство Курской области, аграрии сталкиваются с рядом проблем: высокая стоимость оборудования и программного обеспечения (малые и средние хозяйства не всегда могут инвестировать в сложные системы); недостаточная информационная и техническая инфраструктура в некоторых районах; недостаток квалифицированных специалистов [5,6].

Региональное правительство и научные организации Курской области активно поддерживают развитие агротехнологического сектора, предоставляя в рамках программ поддержки фермерским хозяйствам гранты и субсидии на внедрение инновационных разработок, создают обучающие центры, развивают цифровую инфраструктуру с учетом региональных условий.

Список литературы

1. Петров В.И., Иванова Е.А. Точное земледелие: мировой опыт и перспективы в России // АгроИнновации.-2022.-№4.- С.34-42.
2. Отчет «Технологии точного земледелия в Курской области», Министерство сельского хозяйства курской области, 2023.
3. Иванов П.В. Автоматизация сельхозтехники: тенденции и вызовы //АгроТех.-2022.-№7.-С.45-50.
4. Пашкова М.И., Пашков Н.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // В сб.: Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе. Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2024. С. 35-36.
5. Воронкина А.Н., Морозова В.В. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы// В сб.: Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса. материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2024. С.312-315.
6. Морозова В.В., Кобченко С.Н. Современные инновационные технологии в подготовке кадров АПК // В сб.: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции.2020.- С.284-287.
7. Malisheva E.V., Musyal A.V., Dolgoplova N.V., Novikova T.M., Pashkova M.I. Agricultural landscapes and financial factors affecting soil microzones in the Kursk region // В сборнике: E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023). EDP Sciences, 2023. С. 01008.
8. Пашкова М.И., Афанасьева Я.А. Использование информационных и цифровых технологий в агропромышленном комплексе Курской области// В сб.: современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. ответственный за выпуск С.Н. Петрова. Курск.-2021.-С.188-191.

Pashkova Marina Ivanovna, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

Pashkov Nikita Vyacheslavovich, Master

I.I. Ivanov Kursk State Agrarian University

INNOVATIVE DEVELOPMENTS OF SMART TECHNOLOGY USED IN AGRICULTURE IN THE KURSK REGION

Abstract. This article examines the main areas of application of innovative smart technology developments in agriculture in the Kursk region. It also assesses their role in the region's economic activity and its development prospects.

Keywords: smart technology, precision farming systems, unmanned aerial vehicles, automated machines, agriculture.

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА (ДРОНОВ) С МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМИ КАМЕРАМИ И РАЗБРАСЫВАТЕЛЯМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОБЗОР РЫНКА И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Петрищев Дмитрий Витальевич, магистр

(e-mail: petr1ner@yandex.ru)

Руденко Вероника Викторовна, канд. тех. наук, доцент

(e-mail: rudencko@list.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

Данная статья посвящена комплексному применению агродронов, оснащенных мультиспектральными камерами и разбрасывателями. Рассматривается технологический принцип работы, основанный на цикле «мониторинг-анализ-прецизионное воздействие». Проводится обзор рынка решений и детальный анализ экономической и экологической эффективности данной технологии, а также обсуждаются основные вызовы и перспективы ее развития в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: агродроны, мультиспектральная съемка, прецизионное земледелие, NDVI, карта вегетации, переменная норма внесения, DJI Agras, экономия ресурсов, экологическое сельское хозяйство.

Современное сельское хозяйство переживает этап глубокой цифровой трансформации, где ключевую роль играют технологии точного земледелия. Среди них беспилотные летательные аппараты (БПЛА), или дроны, эволюционировали от простых инструментов для аэросъемки до сложных агротехнических комплексов. [1]

Наиболее значимый прорыв связан с интеграцией на одну платформу мультиспектральных камер и универсальных разбрасывателей. Это сочетание позволяет замкнуть цикл от диагностики проблемы до ее непосредственного решения, переводя управление посевами на принципиально новый уровень. Данная технология превращает дрон в высокоинтеллектуальный инструмент, способный не только видеть скрытые от человеческого глаза проблемы, но и оперативно их устранять, что кардинально повышает эффективность агропроизводства [2].

Функционирование системы строится на последовательном выполнении трех ключевых этапов. Первым шагом является комплексный мониторинг с помощью мультиспектральной камеры. Такой сенсор фиксирует не только видимый спектр, но и отраженное излучение в ближнем инфракрасном диапазоне и на границе красного спектра. Собранные данные обрабатываются специальным программным обеспечением, которое вычисляет вегетационные индексы, например, NDVI. Этот индекс является точным индикатором здоровья растений, уровня хлорофилла и биомассы. В результате создается детальная карта-заданий, которая визуализирует поле в виде зон с разной степенью жизнеспособности культур. Вторым этапом является анализ этой карты агрономом, который принимает решение о необходимом вмешательстве – внесении удобрений,

средств защиты растений или подсева семян. Третий, заключительный этап, involves передача карты-заданий дрону-разбрасывателю. Аппарат, оснащенный бункером для сыпучих материалов или баком для жидкостей, в автоматическом режиме осуществляет прецизионное внесение ресурсов именно в те зоны, которые в этом нуждаются, с заранее заданной переменной нормой. [3]

Рынок агродронов двойного назначения демонстрирует активный рост и характеризуется наличием четких лидеров и развивающихся нишевых игроков. Бесспорным мировым лидером является китайская компания DJI с ее линейкой DJI Agras. Эти аппараты задают высокие стандарты по грузоподъемности, которая может достигать 40-50 килограммов, и по уровню автономности. Параллельно развиваются региональные производители, которые предлагают решения, адаптированные под местные агроклиматические условия и нормативную базу. Они часто делают акцент на сервисном сопровождении и более гибкой ценовой политике. Критически важным элементом экосистемы является программное обеспечение для обработки данных. Платформы типа Pix4Dfields или DroneDeploy позволяют не только строить карты вегетации, но и управлять всем парком техники, анализировать историю обработок и прогнозировать урожайность, создавая единую цифровую среду для управления фермой. [4]

Эффективность применения комплексных дронов проявляется как в экономических, так и в экологических аспектах. С точки зрения экономики главным преимуществом является значительная экономия материальных ресурсов. Точечное внесение удобрений и средств защиты растений позволяет сократить их расход на 30-50% по сравнению с традиционным сплошным методом. Это прямо ведет к снижению себестоимости продукции. Кроме того, своевременное выявление очагов стресса и их устранение позволяет сохранить, а часто и существенно повысить урожайность на проблемных участках. Важным фактором является и снижение трудозатрат, так как один оператор может управлять работой нескольких аппаратов, заменяя технику и людей, особенно в сложных условиях рельефа или влажной почвы. С экологической точки зрения технология вносит весомый вклад в устойчивое развитие сельского хозяйства. Минимизация использования агрохимикатов снижает нагрузку на почву и грунтовые воды, предотвращая их загрязнение. Повышение точности всех операций делает сельское хозяйство более ответственным и бережным к окружающей среде. [5]

Несмотря на преимущества, существуют и барьеры для массового внедрения:

1. Высокая первоначальная стоимость качественных комплексов.
2. Необходимость специальных знаний для интерпретации данных и работы с техникой.
3. Нормативно-правовое регулирование, особенно касающееся внесения пестицидов с воздуха.

Перспективы технологии очевидны: интеграция с системами «умной фермы» (IoT-датчики, спутниковые данные), развитие искусственного интеллекта для автоматической диагностики проблем и принятия решений, а также создание полностью автономных swarms (роев) дронов, работающих без вмешательства человека. [6]

Комбинированные системы на основе БПЛА, объединяющие мультиспектральный анализ и функцию разбрасывания, перестали быть экзотикой и стали реальным инструментом повышения конкурентоспособности сельхозпроизводителя. Они предлагают не просто автоматизацию, а качественно новый, интеллектуальный подход к управлению растениеводством. Экономия ресурсов, повышение урожайности и снижение экологической нагрузки делают эту технологию одним из самых перспективных направлений в агротехнологиях, инвестиции в которое окупаются в краткосрочной перспективе и определяют будущее отрасли. [7]

Список литературы

1. Фатьянова Т.Д., Руденко В.В. Автоматизация процессов в АПК. Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2024. С. 263-268.
2. Руденко В.В., Савченко В.В. анализ цифровых решений в АПК. Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 118-120.
3. Ториков, В. Е. Общее земледелие. Практикум: учебное пособие для вузов / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 204 с. — ISBN 978-5-507-49524-5. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394622> (дата обращения: 13.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Овощеводство: учебное пособие для вузов / В. П. Котов, Н. А. Адрицкая, Н. М. Пуць [и др.]. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 496 с. — ISBN 978-5-507-54054-9. — Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/505380> (дата обращения: 15.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Елисеева, Н. С. Дистанционное зондирование и обследование сельскохозяйственных земель : учебное пособие / Н. С. Елисеева, А. В. Банкрутенко. — Омск : Омский ГАУ, 2024. — 80 с. — ISBN 978-5-907687-61-5. — Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407570> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Головенчик, Г. Г. Цифровая экономика : учебно-методическое пособие / Г. Г. Головенчик. — Минск : БГУ, 2020. — 143 с. — ISBN 978-985-566-847-4. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180524> (дата обращения: 20.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Таймазова, Н. С. Физиология и биохимия растений 1 : учебно-методическое пособие / Н. С. Таймазова, М. Г. Муслимов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2024. — 39 с. — Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/462923> (дата обращения: 23.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Руденко, В. В. Повышение эффективности энергосберегающих технологий / В. В. Руденко // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2. — Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015. — С. 69-71. — EDN UGARXX.
9. Руденко, В. В. Совершенствование задач технического регулирования в системах управления АПК с использованием геоинформационных технологий / В. В. Руденко, Л. Г. Мамонова // Научное обеспечение агропромышленного производства : Материалы Между-

народной научно-практической конференции, Курск, 25–27 января 2012 года. Том Часть 3. — Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2012. — С. 171-175. — EDN UNISOV.

10. Методика планирования топологии программируемых логических интегральных схем в многопроцессорных системах / Д. Б. Борзов, В. В. Минайлов, В. В. Руденко, С. П. Гнездилова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 2. — С. 126-129. — EDN OXLLCX.

11. Руденко, В. В. Эксплуатация энергетических установок в сельской местности / В. В. Руденко, Е. А. Малеев // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 05 июня 2024 года. — Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. — С. 94-97. — EDN NQAQIL.

Petrishchev Dmitry Vitalievich, master

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Rudenko Veronika Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

THE USE OF UAVs (DRONES) WITH MULTISPECTRAL CAMERAS AND SPREADERS IN AGRICULTURE: MARKET OVERVIEW AND EFFICIENCY ANALYSIS

Abstract. This article is devoted to the complex application of agrodrones equipped with multispectral cameras and spreaders. The technological principle of operation based on the cycle "monitoring-analysis-precision impact" is considered. The market of solutions is reviewed and a detailed analysis of the economic and environmental effectiveness of this technology is conducted, as well as the main challenges and prospects for its development in agriculture are discussed.

Keywords: agrodrones, multispectral photography, precision agriculture, NDVI, vegetation map, variable application rate, DJI Agras, resource economy, ecological agriculture.

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПОЛНОСТЬЮ АВТОНОМНЫХ
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ: ТЕХНИЧЕСКИЕ
И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВЫЗОВЫ**

Петрищев Дмитрий Витальевич, магистр

(e-mail: petr1ner@yandex.ru)

Руденко Вероника Викторовна, канд. тех. наук, доцент

(e-mail: rudenko@list.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

Статья посвящена анализу перспектив и ключевых проблем создания полностью автономных машинно-тракторных агрегатов. Рассматриваются комплексные технические вызовы, связанные с навигацией и безопасностью, а также нормативно-правовые барьеры, включая вопросы ответственности и кибербезопасности. Делается вывод о необходимости тесного междисциплинарного взаимодействия для успешной реализации данной технологии в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: автономные машинно-тракторные агрегаты, сельскохозяйственная робототехника, системы навигации, компьютерное зрение, нормативно-правовое регулирование, технические вызовы, ответственность, кибербезопасность, сельское хозяйство будущего.

Сельскохозяйственная отрасль стоит на пороге четвертой технологической революции, ключевым вектором которой является автономизация. Идея создания полностью автономных машинно-тракторных агрегатов, функционирующих без непосредственного участия человека-оператора, трансформируется из футуристической концепции на предмет серьезных исследований и пилотных проектов. Потенциальные преимущества таких систем очевидны: это решение острой проблемы кадрового дефицита, значительный рост производительности за счет круглосуточной работы, оптимизация расходов и минимизация влияния человеческого фактора на качество операций. Однако путь к их широкомасштабному внедрению осложнен комплексом взаимосвязанных проблем, лежащих как в технической, так и в нормативно-правовой плоскости[1].

Основным техническим фундаментом автономии являются системы точного позиционирования. Спутниковая навигация с кинематической коррекцией в реальном времени обеспечивает необходимую сантиметровую точность, но ее надежность не абсолютна. Сигнал может быть потерян или искажен из-за помех или особенностей рельефа, что делает агрегат уязвимым. Поэтому критически важным становится развитие резервных систем навигации, основанных на данных радаров и стереокамер. Эти системы должны в реальном времени создавать цифровую карту местности, сопоставлять ее с эталонной картой поля и корректировать движение, обеспечивая непрерывность выполнения технологического процесса[2]. Не менее сложной задачей является надежное распознавание динамических и статических препятствий. Алгоритмы машинного зрения должны безошибочно идентифицировать не только объекты инфраструктуры, но и животных, людей или другую технику, причем в сложных погодных условиях – в пыли во время уборки, в тумане или при ярком солнце. Это требует огромной вычислительной мощности и исключительно надежных алгоритмов, основанных на глубоком обучении. Кроме того, сама конструкция автономных агрегатов требует переосмысления – от распределения энергопотребления для питания многочисленной электроники до компоновки, которая может быть оптимизирована при отсутствии кабины для оператора [3].

Если технические проблемы решаемы инженерными методами, то правовое поле для автономной техники только формируется, что является, возможно, более серьезным барьером.

1. Вопрос ответственности.

Ключевой нерешенный вопрос: кто будет нести ответственность в случае аварии с участием автономного агрегата? Производитель программного обеспечения, разработчик сенсоров, производитель шасси, владелец техники или агроном, составивший неверную карту поля? Существующие правовые нормы, такие как Правила дорожного движения и законы о гражданской ответственности, не учитывают отсутствие водителя. Требуется создание совершенно новых юридических рамок, четко распределяющих ответственность между всеми участниками цепочки[4].

2. Безопасность и киберзащита.

Автономный агрегат — это, по сути, робот, управляемый программным кодом и connected к сетям. Это делает его уязвимым для кибератак. Злоумышленник, получивший контроль над парком таких машин, может нанести колоссальный экономический ущерб. Необходима разработка и законодательное закрепление строгих стандартов кибербезопасности, протоколов шифрования данных и систем аварийного отключения[5].

3. Сертификация и стандартизация.

Прежде чем автономная техника выйдет на поля, она должна пройти процедуру обязательной сертификации, подтверждающую ее безопасность и соответствие нормам. Однако сами эти нормы еще не созданы. Требуется разработка единых международных или национальных стандартов для тестирования систем автономного вождения в полевых условиях, взаимодействия машин между собой и с центрами управления[6].

Перспектива повсеместного использования полностью автономных машинно-тракторных агрегатов является неизбежным этапом развития агротехнологий. Уже сегодня демонстрационные проекты доказывают их принципиальную осуществимость и экономическую эффективность. Однако переход от экспериментальных образцов к серийному производству и массовой эксплуатации требует преодоления значительных барьеров. Успех будет определяться не столько скоростью технологических прорывов в области сенсоров и алгоритмов, сколько способностью законодательных систем догнать технологический прогресс. Создание адекватной нормативной базы, решающей вопросы ответственности, безопасности и стандартизации, станет решающим фактором. Таким образом, будущее автономизации в сельском хозяйстве зависит от тесного междисциплинарного взаимодействия инженеров, IT-специалистов, аграриев, юристов и регуляторов, которые совместно смогут создать экосистему, где инновации будут не только возможны, но и безопасны, и легальны[7].

Список литературы

1. Фатянова Т.Д., Руденко В.В. Автоматизация процессов в АПК. Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2024. С. 263-268.
2. Руденко В.В., Савченко В.В. анализ цифровых решений в АПК. Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2020. С. 118-120.
3. Баланов, А. Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы : учебник для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 312 с. — ISBN 978-5-507-52357-3. — Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/448697> (дата обращения: 10.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Баланов, А. Н. Цифровая трансформация бизнеса : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 528 с. — ISBN 978-5-507-49622-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/424388> (дата обращения: 25.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Есипов, В. И. Сельскохозяйственные машины. Основы расчета машин для возделывания и уборки зерновых культур : учебное пособие / В. И. Есипов, А. М. Петров, С. А. Ва-

силев. — Самара : СамГАУ, 2018. — 173 с. — ISBN 978-5-88575-539-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113431> (дата обращения: 13.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Баланов, А. Н. Цифровое понимание. Создание, влияние и будущее технологий : учебник для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 452 с. — ISBN 978-5-507-50852-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/481304> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Золкин, А. Л. Технологии искусственного интеллекта в управлении движением беспилотных автомобилей : учебное пособие для вузов / А. Л. Золкин, Р. А. Вербицкий. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 120 с. — ISBN 978-5-507-51459-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450818> (дата обращения: 21.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Андропова, О. Ю. Искусственный интеллект и язык программирования Python : учебное пособие / О. Ю. Андропова, И. И. Васильева, Н. А. Гнездова. — Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2024. — 106 с. — ISBN 978-5-00151-413-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/462479> (дата обращения: 24.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Руденко, В. В. Повышение эффективности энергосберегающих технологий / В. В. Руденко // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2. — Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015. — С. 69-71. — EDN UGARXX.

10. Руденко, В. В. Совершенствование задач технического регулирования в системах управления АПК с использованием геоинформационных технологий / В. В. Руденко, Л. Г. Мамонова // Научное обеспечение агропромышленного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 25–27 января 2012 года. Том Часть 3. — Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2012. — С. 171-175. — EDN UNISOV.

11. Методика планирования топологии программируемых логических интегральных схем в многопроцессорных системах / Д. Б. Борзов, В. В. Минайлов, В. В. Руденко, С. П. Гнездова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 2. — С. 126-129. — EDN OXLLCX.

12. Руденко, В. В. Эксплуатация энергетических установок в сельской местности / В. В. Руденко, Е. А. Малеев // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 05 июня 2024 года. — Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. — С. 94-97. — EDN HQAQIL.

Petrishchev Dmitry Vitalievich, master

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Rudenko Veronika Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

PROSPECTS FOR THE CREATION OF FULLY AUTONOMOUS MACHINE AND TRACTOR UNITS: TECHNICAL AND REGULATORY CHALLENGES

Abstract. *The article is devoted to the analysis of the prospects and key problems of creating fully autonomous machine and tractor units. The complex technical challenges related to navigation and security, as well as regulatory and legal barriers, including issues of responsibility and cybersecurity, are considered. It is concluded that close interdisciplinary cooperation is necessary for the successful implementation of this technology in the agro-industrial complex.*

Keywords: *autonomous machine and tractor units, agricultural robotics, navigation systems, computer vision, regulatory and legal regulation, technical challenges, responsibility, cyber security, agriculture of the future.*

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

Плохих Федор Юрьевич, аспирант

plohiih.2000.fedot@mail.ru

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент

(e-mail: rigii46@mail.ru)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н., доцент

(konchin98@mail.ru)

(e-mail: konchin98@mail.ru)

Курский ГАУ, г. Курск

В данной работе рассматриваются основные аспекты безопасности труда в мастерской по ремонту двигателей, включая меры по предотвращению производственного травматизма, обеспечение электробезопасности и пожарной безопасности, а также улучшение санитарных условий. Проанализированы условия труда в мастерской, включая использование защитных средств, системы вентиляции и отопления, а также системы для утилизации отходов.

Ключевые слова: охрана труда, электробезопасность, пожарная безопасность, вентиляция, санитарные условия, защитные средства, металлообрабатывающие станки, утилизация отходов, производственный травматизм, вредные факторы.

Целью охраны труда является защита здоровья и безопасности работников, что напрямую влияет на их производительность и долговечность их профессиональной деятельности. Оптимальные условия труда способствуют не только поддержанию здоровья, но и увеличению общей эффективности работы, снижению числа травматизма и повышению морального духа работников [1-3].

Мастерская по ремонту двигателей является неотъемлемой частью специализированного ремонтно-технологического предприятия районного значения. За соблюдение всех норм охраны труда отвечает руководитель организации, который обязан обеспечить максимально безопасные условия для работы. Для практической реализации этих задач в предприятии предусмотрена должность инженера по охране труда, что позволяет обеспечить системный подход к безопасности.

Структура мастерской включает 22 производственных участка, которые различаются по уровню пожароопасности. В местах повышенной опасности предусмотрены эффективные средства для тушения пожаров, что соответствует современным стандартам безопасности. Мастерская оснащена достаточным количеством огнетушителей, а рядом с предприятием также установлен стенд с дополнительными средствами для тушения огня, что значительно повышает уровень безопасности.

Также на предприятии строго соблюдаются требования электробезопасности. В мастерской установлен заземляющий контур, состоящий из 25 стержней, и все оборудование защищено соответствующими заземляющими системами. Регулярные работы по проверке изоляции и технического состояния электросистем позволяют поддерживать высокий уровень безопасности и предотвращать аварийные ситуации.

Для поддержания необходимого уровня вентиляции в мастерской предусмотрена система приточно-вытяжной вентиляции, которая обеспечивает правильный воздухообмен в помещениях, улучшая условия для работы сотрудников. Система отопления гарантирует комфортную температуру в холодное время года, что особенно важно для эффективной работы.

Освещенность рабочих мест регулируется как естественным, так и искусственным освещением (лампы накаливания), что позволяет обеспечивать оптимальные условия для работы даже в темное время суток. Освещенность рабочих зон соответствует установленным нормативам, что значительно снижает риски травм, связанных с недостаточной видимостью.

Каждый участок в мастерской оснащен средствами первой медицинской помощи, что критически важно, поскольку во время ремонтных работ часто происходят травмы, вызванные нарушением техники безопасности или использованием неисправного инструмента.

Для утилизации отходов, таких как ветошь, стружка и прочие материалы, в мастерской установлены специализированные контейнеры, которые расположены в удобных и доступных местах. Кроме того, для сбора горюче-смазочных материалов предусмотрен отдельный бак, что исключает загрязнение окружающей среды и способствует переработке этих отходов.

Подъемно-транспортное оборудование, которое используется на предприятии, прошло аттестацию органами Горгостехнадзора и получило все необходимые разрешения для эксплуатации, что подтверждает высокое качество и безопасность используемой техники.

Регулярные инструктажи по охране труда, а также ведение соответствующей документации, позволяют поддерживать высокий уровень осведомленности сотрудников о правилах безопасности, минимизируя риск происшествий.

Для улучшения безопасности рабочих мест требуется установка защитных экранов и блокировочных устройств на металлообрабатывающие станки, а также усиление работы по уборке и поддержанию санитарных норм в мастерской. Это обеспечит ещё большую безопасность и комфорт для работников.

В целом, условия охраны труда в мастерской соответствуют современным требованиям, однако их совершенствование должно продолжаться, чтобы повысить эффективность работы и безопасность персонала [4-6].

Процесс ремонта машин и сельскохозяйственной техники связан с рядом опасных и вредных факторов, таких как:

- Вращающиеся механизмы, которые могут привести к травмам в случае неправильной эксплуатации
- Работа с электрическим оборудованием, что требует строгого соблюдения норм электробезопасности
- Использование химически активных моющих веществ, которые

могут вызвать отравления или химические ожоги при неправильном обращении.

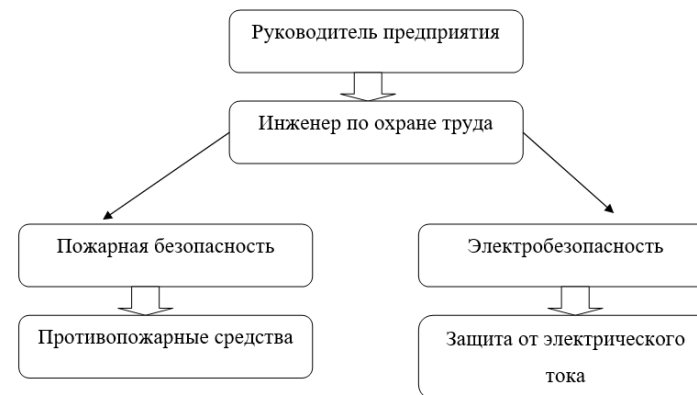


Рисунок 1 – Структура безопасности труда на предприятии

Охрана труда в мастерской по ремонту двигателей находится на удовлетворительном уровне, однако требует дальнейших улучшений. В частности, необходимо усовершенствовать защитные меры, такие как установка экранов и блокировок на металлообрабатывающих станках, а также повысить качество санитарной уборки на рабочих местах. Вредные и опасные факторы, такие как вращающиеся механизмы, электрические приборы и химически активные вещества, требуют строгого контроля и принятия мер для их минимизации. Внедрение предложенных рекомендаций позволит создать более безопасные и комфортные условия труда, что, в свою очередь, повысит производительность и снизит вероятность производственного травматизма.

Список литературы

1. Коровин, М. А. Безопасность жизнедеятельности при техническом обслуживании сельскохозяйственной техники / М. А. Коровин, Е. В. Сазонов, С. А. Грашков // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова, 2023. – С. 340-344.
2. Продовольственные проблемы и пути решения / Е. Е. Сивак, С. Н. Волкова, С. А. Грашков, Н. Е. Смольянинов // Продовольственная безопасность: прошлое, настоящее, будущее : Материалы круглого стола (с международным участием). В 2-х частях, Луганск, 24 января 2023 года. Том Часть II. – Луганск: Издательство "Ноулидж", 2023. – С. 168-173.
3. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.
4. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-

й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

5. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли растениеводства в 2024 году / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 75-78.

6. Грашков, С. А. Обзор оборудования перерабатывающих производств и контроль выполнения работ / С. А. Грашков, В. А. Кончин, А. И. Локтионов // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 61-67.

7. Восстановление и упрочнение деталей машин композиционными гальваническими покрытиями / Е. В. Агеев, В. И. Серебровский, Р. А. Латыпов [и др.]. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2011. – 76 с. – ISBN 9875736907021.

8. К вопросу о сцепляемости электроосажденных покрытий с основным металлом / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафронов [и др.] // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015. – С. 216-218.

9. Серебровский, В. И. Зависимость прочности электроосажденного железа от структуры покрытия / В. И. Серебровский, Е. С. Калущий, О. С. Серникова // Современные материалы, техника и технологии. – 2022. – № 6(45). – С. 71-77.

10. Кончин, В. А. Упрочнение лемеха плуга электродуговой наплавкой спеченным электродом из электроэрозсионной шихты / В. А. Кончин, О. С. Серникова, В. И. Серебровский // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 93-97.

11. Повышение износостойкости стали хвг для деталей топливной аппаратуры дизелей методом нитроцементации/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2020. Т. 10. № 1. С. 43-56.

12. Повышение устойчивости формы и размеров прецизионных изделий химикотермической обработкой/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 1 (30). С. 19-28.

13. Упрочнение режущих деталей сельскохозяйственной техники сульфидированием/ Сазонов Е.В., Салков С.Н., Грашков С.А., Пивовар Н.А., Степанов Р.В.// В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 172-181.

Fyodor Yuryevich Plokhyykh, PhD student

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Vladimir Alekseevich Konchin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kursk State Agrarian University, Kursk

SAFETY OF LIFE WHEN WORKING IN A REPAIR SHOP

This paper examines the main aspects of occupational safety in an engine repair shop, including measures to prevent occupational injuries, ensure electrical safety and fire safety, and improve san-

itary conditions. The working conditions in the workshop were analyzed, including the use of protective equipment, ventilation and heating systems, as well as waste disposal systems.

Keywords: Labor protection, electrical safety, fire safety, ventilation, sanitary conditions, protective equipment, metalworking machines, waste disposal, occupational injuries, harmful factors.

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Пономарева Светлана Алексеевна, студент

Воронов Александр Алексеевич, д.ю.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский институт ФСИИ России, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу вопросов, которые связаны с возможностями управления энергетическими системами.

Ключевые слова: энергетическая система, управление.

Процессы улучшения в современной энергетической сфере невозможны без привлечения различных информационных технологий. Они могут рассматриваются в виде базы для формирования энергетических информационных систем (ИС). Информационные системы внутри энергетики имеют дело с тем, чтобы организовать и эффективным образом обрабатывать большие массивы данных для компьютеризированных систем промышленных организаций. При этом обеспечивается информационная поддержка, связанная с принятием решений [1, 2].

В настоящее время можно наблюдать то, что происходит глобализация энергетических рынков. Активно проявляются процессы развития средств, которые связаны с управлением энергетическими потоками. Кроме того, формируются внутри Интернета доступных для осуществления анализа баз данных, связанных с энергетической информацией. Также, существует снижение стоимости относительно энергетических компонентов. Это ведет к тому, что наблюдается весьма большой рост их использования внутри энергетических систем. ИС позволяют реализовать оценку существующего уровня развития энергетики. Также, реализуется поиск по возможным резервам. Будет обеспечен успех их работы на базе того, что привлекаются правильные решения [3, 4].

Появление различных экспертных систем, а также хорошие результаты их успешного применения в области энергетики, а еще и управления соответствующими технологическими процессами обусловили то, что ситуация заметным образом изменилась [5, 6].

Анализ показывает, что подходы, связанные с правдоподобными и дедуктивными выводами могут рассматриваться в виде хорошего дополнения или как частичная замена специалистов, которые будут участвовать в принятии решений. При этом будет проведен выбор некоторой гипотез среди альтернативных. Используются наблюдаемые данные. Подобные успехи стимулировали приме-

нение технологий, а также методов, связанных с искусственным интеллектом в различных направлениях энергетики. Прежде всего, проводился анализ, и еще диагностирование характеристик эффективности по энергетическим компонентам организаций. Перспективным считается выбор по оптимальным вариантам управления, когда существуют условия неопределенности. Еще в моделях происходит учет трудно формализуемых факторов [7, 8].

Относительно корпоративных информационных систем можно отметить оторванность первых экспертных систем. Их построение происходило в виде самостоятельных программ. Для них была характерна собственная организация того, как хранились данные и знания. В этой связи их использование с точки зрения реальных проблем в сфере энергетики на первых этапах не дало ожидаемых результатов [9, 10].

Существуют вопросы, которые связаны с высокой трудоемкостью по формированию и изменению базы знаний. При этом используются традиционные методы, направленные на интервьюирование экспертов. Еще учитываются особенности загрузки, хранения и актуализации больших объемов данных. Не во всех случаях подобные экспертные системы могут быть применены [1, 2]. Новые разработки и существенный эффект от того, как применяются технологии искусственного интеллекта были достигнуты как результат разработок и применения интеллектуальных информационных систем. Их рассматривают в виде синтеза экспертных и информационных систем.

Формирование ИИС можно считать как естественное продолжение активного использования информационных систем, относящихся к классическому типу. Системы реинжиниринга процессов в энергетике продемонстрировали возможности по упорядочению информационных потоков. Также совершенствуется структура предприятий в ходе внедрений информационных технологий. Это дает возможности для освоения методологии разработки информационных моделей предприятий.

Интегрированные ИС предприятий будут обеспечивать информационную поддержку всех производственных процессов и служб предприятия, включая проектирование, изготовление и сбыт продукции, финансово-экономический анализ, планирование, управление персоналом, маркетинг, сопровождение эксплуатации изделий, перспективное планирование. Внедрение информационных систем типа ERP (Enterprise Resource Planing) увеличивает эффективность работы предприятия на 20-30%.

Список литературы

1. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

2. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

3. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

4. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

5. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.

6. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.

7. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.

8. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

9. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

10. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

Ponomareva Svetlana Alexeevna, student

Voronov Alexander Alekseevich, Doctor of Law, Professor

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia

ON SOME POSSIBILITIES OF ENERGY SYSTEMS MANAGEMENT

Annotation: The article is devoted to the analysis of issues related to the possibilities of managing energy systems.

Key words: energy system, management.

ПРОБЛЕМЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Попов Иван Владимирович, студент

(e-mail: Pusek28@yandex.ru)

Научный руководитель –

Бунеев Сергей Сергеевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент

(e-mail: limes88@mail.ru)

Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

В данной статье рассматриваются проблемы конфиденциальности в автоматизированных сельскохозяйственных системах, такие как разнообразие собираемых данных, угрозы кибератак и уязвимости технологий, а также предлагаются решения для повышения безопасности данных.

Ключевые слова: конфиденциальность, кибератаки, шифрование данных, данные, уязвимости, технология.

Автоматизация и информатизация сельского хозяйства становятся все более распространенными, открывая новые возможности для повышения эффективности и устойчивости аграрного сектора. Однако с внедрением современных технологий, таких как IoT, дронов и систем точного земледелия, возникают и серьезные проблемы, связанные с конфиденциальностью данных. В этой статье мы рассмотрим ключевые проблемы конфиденциальности, с которыми сталкиваются автоматизированные сельскохозяйственные системы, и возможные решения.

Современные сельскохозяйственные системы собирают огромное количество данных. Это может включать информацию о состоянии культуры, уровне увлажненности почвы, использовании удобрений и пестицидов, а также производственные показатели. Большой объем данных создает риски утечки конфиденциальной информации, что может привести к нежелательным последствиям как для фермеров, так и для компаний, которые разрабатывают и внедряют такие технологии.

С увеличением числа подключенных устройств возрастает и вероятность кибератак. Хакеры могут попытаться получить доступ к данным, чтобы манипулировать процессами сельскохозяйственного производства или извлекать конфиденциальную информацию о фермерских хозяйствах. Любая утечка данных может привести к подъему цен на сельскохозяйственные товары, нарушению здоровья культур или даже экономическим потерям для производителей.

Наряду с практическими проблемами, сельскохозяйственные компании также сталкиваются с необходимостью соблюдения норм и регуляций в области защиты данных. Законы о защите данных, такие как GDPR в Европе, устанавливают строгие правила обработки и хранения личной информации. Для компаний важно не только понимать, как обрабатывать данные в соответствии с этими нормами, но также быть готовыми к последствиям, связанным с несоблюдением требований.

Системы, использующие GPS-технологии для мониторинга состояния полей, могут собирать данные о точном местоположении транспортных средств и оборудования. Эта информация может использоваться не только для оптимизации процессов, но и может вызвать опасения по поводу конфиденциальности. Например, соперники могут использовать эти данные для сбора информации о стратегии ведения производства.

Интеграция новых технологий в существующие системы может создавать дополнительные уязвимости. Если старые системы не были должным образом обновлены и защищены, они могут стать мишенью для кибератак. Необходимостью считается обучение сотрудников методам защиты конфиденциальной информации и внедрение современных средств безопасности.

Для решения проблем конфиденциальности в автоматизированных сельскохозяйственных системах можно рассмотреть следующие меры:

- Шифрование данных. Шифрование данных — это процесс преобразования информации в код, который может быть прочитан только с использованием специального ключа. Использование методов шифрования для защиты данных при их передаче и хранении обеспечивает дополнительный уровень безопасности. Например, данные о состоянии культуры, местоположении оборудования и личной информации фермеров можно шифровать с использованием современных алгоритмов, таких как AES (Advanced Encryption Standard). Это значительно снижает риск утечки информации при несанкционированном доступе, поскольку даже в случае перехвата данные останутся недоступными для злоумышленников.

- Регулярные аудиты безопасности. Проведение регулярных проверок защищенности систем, известных как аудит безопасности, — важная мера для выявления уязвимостей в информационных системах. Такие аудиты помогают оценить уровень защиты данных и выявить слабые места, которые могут быть использованы хакерами для проникновения в систему. После аудита следует разрабатывать планы по устранению выявленных уязвимостей, что помогает поддерживать высокий уровень безопасности на протяжении всего жизненного цикла системы.

- Обучение персонала. Обучение сотрудников методам работы с конфиденциальной информацией и осведомленность о возможных угрозах являются ключевыми аспектами защиты данных. Программы обучения могут включать в себя тематику кибербезопасности, основанную на реальных сценариях, таких как предотвращение фишинговых атак, распознавание подозрительного программного обеспечения и понимание основных принципов защиты данных. Осведомленный персонал способен более эффективно реагировать на потенциальные угрозы, что в конечном итоге укрепляет общую безопасность организации.

- Установка современных решений по кибербезопасности. Постоянное обновление программного обеспечения и установка современных решений по кибербезопасности, таких как антивирусные программы, межсетевые экраны и системы обнаружения вторжений, играют важную роль в защите данных. Эти

инструменты помогают предотвращать несанкционированный доступ и выявлять подозрительную активность в реальном времени. Регулярные обновления программного обеспечения также важны для устранения уязвимостей, которые могут быть использованы злоумышленниками.

- Создание политики конфиденциальности. Ясные и прозрачные правила о том, как собираются, обрабатываются и хранятся данные, помогут пользователям чувствовать себя более защищенно.

Таким образом, можно сделать вывод, что конфиденциальность данных в автоматизированных сельскохозяйственных системах — это критически важная проблема, которая требует внимания как со стороны фермеров, так и со стороны разработчиков технологий. По мере того как аграрный сектор продолжает внедрять новые технологии, фокус на безопасности и конфиденциальности данных станет всё более актуальным. Принятие проактивных мер по защите информации поможет обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства и защитить интересы всех участников этого процесса.

Список литературы

1. Коваленко А.И. Проблемы информационной безопасности в автоматизации аграрного сектора // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 5. С. 45-50.
2. Лебедев А.Ю. Киберугрозы в сельском хозяйстве: анализ рисков и мер защиты // Информационные технологии в агробизнесе. 2024. № 1. С. 30-35.
3. Смирнов П.Е. Конфиденциальность данных в системах точного земледелия: вызовы и решения // Аграрное право и экономика. 2023. № 3. С. 22-28.

Popov Ivan Vladimirovich, student
State university, Yelets, Russia

Buneev Sergey Sergeevich, Cand.Tech.Sci., scientific supervisor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
State university, Yelets, Russia

PRIVACY ISSUES IN AUTOMATED AGRICULTURAL SYSTEMS

Abstract. This article examines privacy issues in automated agricultural systems, such as the variety of data collected, cyberattack threats, and technology vulnerabilities, and suggests solutions to improve data security.

Keywords: privacy, cyber attacks, data encryption, data, vulnerabilities, technology.

ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Преображенский Юрий Петрович, к.т.н., доцент

Стукалова Виктория Сергеевна, студент

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу возможностей распределенных энергетических систем в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: распределенная энергетическая система, сельское хозяйство.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) рассматриваются в виде таких объектов, которые связаны с постоянным образом действующими или периодическим образом появляющимися процессами внутри природы. Еще учитывается жизненный цикл в растительном и животном мире и жизнедеятельность человеческого общества. ВИЭ можно применять в сельском хозяйстве. Можно ВИЭ разделять по традиционным (использование энергии воды и биомассы) и нетрадиционным (другие виды). Среди ВИЭ можно указать еще и вторичным образом возобновляемые источники энергии [1, 2]. Они будут образовываться как результат человеческой деятельности. Например, выделяют тепловые составляющие по промышленным и бытовым жидким стокам, вентиляционным выбросам, твердым бытовым и прочим отходам. Существуют отходы, которые связаны с промышленными, сельскохозяйственными и другими предприятиями. Помимо этого выделяют промежуточные источники энергии. Среди них можно отметить метан угольных пластов. Его рассматривают в виде продукта химических реакций. Они будут происходить внутри угольных пластов. Если анализировать торфа, то внутри научного сообщества нет возможности для того, чтобы использовать устоявшуюся терминологию по указанному источнику энергии. Он также является ценным органическим удобрением и применяется в сельском хозяйстве. Следует обратить внимание на то, как исследуются мировые рынки нетрадиционных ВИЭ. Прежде всего, они не так хорошо изучены. С другой стороны, являются более перспективными, если сравнивать с традиционными ВИЭ в сельском хозяйстве [3, 4]. В качестве основного преимущества в нетрадиционных ВИЭ, если проводить сравнение с разными энергоносителями, можно указать их возобновляемый характер. Также существует экологическая чистота. В качестве несомненного достоинства можно отметить еще широкую распространенность многих типов. Другие стимулы, чтобы внедрять нетрадиционные ВИЭ связаны с безопасностью поставок. Также следует учитывать рост цен по ископаемому топливу, разработку необходимых технологий.

Пределы конкурентоспособности нетрадиционных ВИЭ в сельском хозяйстве будут находиться в сильной зависимости от того, какие издержки на энергоносители. Если они будут расти появляются возможности применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии [5, 6]. Помимо этого, вследст-

вие ужесточения экологических требований, которое ведет к тому, что будет удорожание в удельных капиталовложений в строительство широко используемых генерирующих мощностей, однозначным образом будет способствовать тому, что развиваются нетрадиционные ВИЭ. Также по недостаткам нетрадиционных ВИЭ можно выделить следующие:

- более высокая стоимость получаемой энергии по некоторым видам ВИЭ по сравнению с органическим топливом;
- при производстве электроэнергии в сельском хозяйстве [7] за счет этих непостоянных источников в промышленных масштабах возникают трудности, связанные с невозможностью постоянного сопряжения производства электроэнергии с ее потреблением (с графиком нагрузки);
- технические сложности могут возникнуть и при интегрировании энергетических установок на базе нетрадиционных ВИЭ в общую силовую сеть;
- малая плотность потока энергии [8] (удельная мощность) и его изменчивость во времени.

Первый фактор приводит к увеличению площадей для энергоустановок, «перехватывающих» поток используемой энергии (например, площадь ветроколеса и т. п.). Это сопряжено с масштабным отторжением участков земли и большой материалоемкости подобных устройств, что приводит, как правило, к увеличению удельных капиталовложений по сравнению с традиционными энергоустановками в сельском хозяйстве. Второму фактору (изменчивость во времени) также характерны дополнительные затраты на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии [9, 10].

Список литературы

1. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: *Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений*. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // *Грозненский естественнонаучный бюллетень*. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.
5. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: *Строительство и реконструкция*. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.
6. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: *Альтернативная и интеллектуальная энергетика*. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.
7. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: *Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций*. сборник на-

учных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

8. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // *Системы управления и информационные технологии*. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

9. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: *Проблемы развития современного общества*. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

10. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: *Проблемы развития современного общества*. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

Preobrazhenskiy Yuriy Petrovich, associate professor

Stukalova Viktoriya Sergeevna, student

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

ABOUT ENERGY SYSTEMS IN AGRICULTURE

Annotation: The article is devoted to the analysis of the features of the functioning of energy systems.

Key words: energy, system.

ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Преображенский Юрий Петрович, к.т.н., доцент

Телегина Виктория Олеговна, студент

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу возможностей энергетических систем в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: энергетическая система, сельское хозяйство.

Электроэнергетика рассматривается как базовая инфраструктурная отрасль. Она позволяет обеспечивать различные потребности народного хозяйства, а также людей с точки зрения электроэнергии. Важно обеспечивать процессы экспорта в регионы ближнего и дальнего зарубежья. Характеристики ее работы определяются тем, какие свойства систем в жизнеобеспечении и каким образом развивается экономика.

Можно говорить о большом значении электроэнергетики. Это вытекает из того, что рассматривают как базовую отрасль экономики. Она оказывает существенный вклад в то, какая социальная стабильность в обществе. Есть влияние на конкурентоспособность промышленности. При этом учитываются энергоёмкие отрасли. Процессы строительства новых мощностей, необходимых для того, чтобы выплавлять алюминий, большей частью связано с ресурсами гидроэлектростанций.

Электроэнергетика рассматривается в виде отрасли, которая содержит комплекс экономических отношений. Они появляются в процессах производств. Это относится к производству в режимах, когда ведется комбинированная выработка электрической и тепловой энергии. Еще может происходить передача электрической энергии. Необходимо учитывать оперативно-диспетчерское управление в сфере электроэнергетики. На практике важно оптимизировать сбыт объемов электрической энергии [1, 2]. При этом учитываются производственные и другие имущественные объекты. Среди них можно отметить такие, которые будут входить в Единую энергетическую систему России. Они будут принадлежать на правах собственности соответствующим субъектам электроэнергетики [3, 4]. Сферу электроэнергетики можно рассматривать в виде основы для того, чтобы была работа экономики и жизнеобеспечения.

Электроэнергетику нельзя рассматривать как направленную исключительно образом на то, чтобы получать прибыль. Это связано с тем, что ее анализируют как базовую инфраструктурную отрасль [5, 6].

При формировании качества жизни людей и условий того, как развивается экономика, она позволяет не только обеспечить быстрый и гарантированный возврат по вложенным в нее средствам со стороны инвесторов. При этом будут удовлетворяться социальные потребности в обществе и улучшаться характеристики конкурентоспособности в национальной экономике. В этой связи предприятия электроэнергетики не имеют возможностей для заметного увеличения своих тарифов и вынуждены принимать во внимание требования в отраслевых ценовых регуляторах. Тогда будет замедляться возвраты капиталовложений и будет электроэнергетика [7, 8] рассматриваться как менее привлекательный объект инвестиций, если сравнивать с организациями других отраслей.

Для некоторых энергетических проектов можно отметить определенные социальные обременения. В качестве примера, существует обязательство по поставке электроэнергии в отдаленные районы, в которых низкая плотность, а также малое число населения. Тогда будет нерентабельность поставок энергии в рамках регулируемых тарифов.

Электроэнергетика считается основой для работы экономики и жизнеобеспечения людей. Это дает возможности для того, чтобы рассматривать ее в виде социотехнической системы (СТС).

Социотехническая система содержит в себе техническую подсистему, подсистему персонала, внешнюю среду. Она предназначена для комплексного рассмотрения взаимодействий между человеком и технологиями [9, 10].

Электроэнергетика за период своего развития в XX в. прошла путь от технологической подсистемы (блок-станция промышленного предприятия) до производственной системы, а в начале XXI в. превратилась в социотехническую систему.

До недавнего времени, основное назначение электроэнергетики, как производственной системы было выполнять работу по электрификации территорий, т.е. расширить использование электричества взамен других видов энергии. Изменения этой производственной системы полностью подчинялось этой цели,

наращивался ее производственный потенциал, который был неотъемлемой частью экономического потенциала государства.

Список литературы

1. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.
5. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.
6. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергоснабжения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.
7. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.
8. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.
9. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.
10. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

Preobrazhenskiy Yuriy Petrovich, associate professor

Telegina Viktoriya Olegovna, student

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

ON THE FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Annotation: *The article is devoted to the analysis of the features of the functioning of energy systems.*

Key words: *energy, system.*

О РАЗВИТИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Преображенский Юрий Петрович, к.т.н., доцент

Фирсова Екатерина Александровна, студент

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу возможностей развития возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: возобновляемый источник, система, сельское хозяйство.

При нынешних темпах развития производительных сил и освоении углеводородных ресурсов вопросы охраны окружающей среды приобретают особую актуальность в сельском хозяйстве, так как вследствие широкого внедрения энергоёмких и химических технологий, производства новых химических продуктов, недостаточного экологического контроля увеличиваются выбросы в атмосферу вредных для жизни человека веществ. Наряду с этим запасы нефти, газа, угля, торфа, ядерного топлива истощаются. Сегодня весь цивилизованный мир ищет новые пути в решении своих энергетических и экологических проблем в сельском хозяйстве. Альтернативные источники энергии [1, 2] — это устройства, позволяющие получать электрическую энергию (или другой вид энергии) и заменяющий собой традиционные источники энергии, работающие на нефти, природном газе и угле.

Альтернативные источники энергии делятся на: гидроэнергетические; ветряные; геотермальные; солнечные; биотопливные.

Гидроэнергетические ресурсы Земли – используют энергию воды. Приливная электростанция (ПЭС) — особый вид гидроэлектростанции, использующий энергию приливов, то есть кинетическую энергию вращения Земли.

Для получения энергии в сельском хозяйстве [3, 4] залив или устье реки перекрывают плотиной, в которой установлены гидроагрегаты. 33-летний опыт эксплуатации первых в мире ПЭС - Ранс во Франции и Кислогубской в России - доказали, что приливные электростанции имеют следующие основные преимущества: исключен выброс вредных газов, золы, радиоактивных и тепловых отходов, добыча, транспортировка, переработка, сжигание и захоронение топлива, не сжигается кислород воздуха, не затопляются территории, нет угрозы прорыва плотины.

Главный недостаток: всё ещё высокая стоимость строительства и изменяющаяся в течение суток мощность. Мировое сообщество предполагает расширить в XXI веке использование энергии [5, 6] морских приливов. Ее запасы могут обеспечить до 15 % современного энергопотребления. 3.3 Энергия внутреннего тепла Земли. Геотермальная энергия – это энергия, получаемая из природного тепла внутри Земли. Такое тепло может использоваться как для обогрева домов и зданий, так и для производства электроэнергии. Термальные регионы имеются во многих частях мира.

Геотермальная энергетика в сельском хозяйстве имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими видами возобновляемой энергии:

- этот источник практически неисчерпаем и бесперебоен.

- возможно строительство в зонах сейсмической активности.

Главный недостаток: первоначальные денежные вложения в строительство геотермальных станций достаточно велики. В последние 10 лет суммарная мощность таких станций растет на 3% в год.

Люди в сельском хозяйстве используют энергию ветра [7, 8] с незапамятных времен — достаточно вспомнить парусный флот и ветряные мельницы. Преимущество ветряных электроустановок (ВЭС): отсутствуют выбросы в атмосферу. По оценкам экспертов к 2050 году мировая ветроэнергетика позволит сократить ежегодные выбросы углекислого газа на 1,5 миллиарда тонн. Главные недостатки: ветер дует почти всегда неравномерно. Значит, и генератор будет работать неравномерно, для размещения большого количества ветряков требуются обширные площади в сотни тысяч гектаров. Работающие ветродвигатели создают значительный шум, распугивают птиц и зверей, нарушая их естественный образ жизни, Ветроэнергетика является растущей отраслью энергетики. Однако в этой области в настоящее время недостатков больше, чем достоинств. Энергия Солнца. Солнечная энергия - самый мощный из возобновляемых источников энергии. Щедрое солнце может дать в тысячу раз больше энергии, чем другие источники питания [9, 10]. Солнечные электроустановки уверенно завоевывают позиции в мировой энергетике. Преимущества солнечной энергетики: это бесплатный, безвредный, безграничный источник энергии, особенно выгодный в местах, куда провода электросетей еще не добрались. К недостаткам следует отнести: зависимость от погоды и времени суток; высокая стоимость, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур); они занимают много площади. Уже сейчас, создаются проекты в сельском хозяйстве, которые бы позволили избавиться от этих минусов. Одна из таких идей - это орбитальный спутник с большой батареей солнечных элементов. Такая космическая станция могла бы, накопившуюся энергию с помощью луча микроволновых волн передавать на передатчик, находящийся на земле.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.

2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.

5. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.

6. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

7. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

8. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

9. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

10. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.

Preobrazhenskiy Yuriy Petrovich, associate professor

Firsova Ekaterina Alexandrovna, student

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

ON THE FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Annotation: The article is devoted to the analysis of the features of the functioning of energy systems.

Key words: energy, system.

КОМПЛЕКСНАЯ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА БЛОКА «ЛИНИЯ-ТРАНСФОРМАТОР» В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ

Савенков Даниил Вадимович, аспирант

(e-mail: eweletov19@gmail.com)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н., доцент

(konchin98@mail.ru)

(e-mail: konchin98@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет

имени И. И. Иванова, г. Курск, Россия

В статье рассмотрен комплексный подход к проектированию релейной защиты ключевых элементов распределительных сетей напряжением 6-10 кВ, в частности блока «кабельная линия — силовой трансформатор». Подробно описаны принципы действия, зоны ответственности и схемы реализации основных видов защит: токовой отсечки без выдержки времени. Особое внимание уделяется обоснованию выбора двухфазной трехрелейной схемы на реле РТ-40 для защиты блока «линия-трансформатор» как оптимального решения по чувствительности и надежности.

Ключевые слова: Релейная защита, блок "линия-трансформатор", токовая отсечка, максимальная токовая защита (МТЗ), сети 6-10 кВ, защита от замыканий на землю, защита от перегрузки, дифференциальная защита.

Эффективная и бесперебойная работа промышленных электрических сетей напряжением 6-10 кВ напрямую зависит от корректно спроектированной и настроенной релейной защиты. Основными защищаемыми объектами в таких сетях являются блоки «кабельная линия — силовой трансформатор», сами трансформаторы и распределительные шины. Задача защиты — быстро и селективно отключать поврежденные элементы, минимизируя ущерб от коротких замыканий (к.з.) и перегрузок, а также предупреждать персонал о ненормальных режимах работы. В данной статье рассматривается комплексный подход к построению таких защит на основе классических электромеханических реле [1-2].

Защита блока «Линия-Трансформатор»

Для комплексной защиты блока применяется комбинация нескольких видов защит, каждая из которых выполняет свою функцию.

Токовая отсечка (ТО)

Для защиты от токов короткого замыкания вблизи установки применяется токовая отсечка без выдержки времени. Данная защита устанавливается со стороны источника питания непосредственно у выключателя. Её зона действия охватывает кабельную линию и силовой трансформатор. Главное преимущество ТО — практически мгновенное срабатывание, что критически важно для отключения устойчивых к.з. Однако, из-за отсутствия выдержки времени, она не обладает селективностью и срабатывает только при к.з. в своей зоне, что и требуется [3-4].

Для реализации защиты используется двухфазная трехрелейная схема соединения трансформаторов тока (ТТ) и реле в неполную звезду.

Применяются реле тока косвенного действия РТ-40.

Обоснование выбора схемы: Данная схема была выбрана как компромисс между надежностью, стоимостью и чувствительностью. Она обладает лучшей чувствительностью по сравнению с двухрелейной схемой (неполная звезда) при однофазных к.з. за трансформатором с изолированной нейтралью.

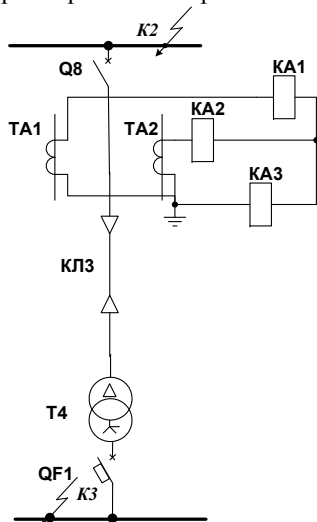


Рисунок 1 – Схема защиты блока «линия-трансформатор». Токовая отсечка

Максимальная токовая защита (МТЗ)

Токовая отсечка не может охватить всю зону за трансформатором. Для защиты от сверхтоков внешних коротких замыканий (например, на шинах низшего напряжения) и для резервирования защит смежных элементов применяется максимальная токовая защита. В результате формируется защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени: первая ступень — мгновенная ТО, вторая ступень — МТЗ с независимой выдержкой времени [5-6].

Для выполнения МТЗ также приняты реле РТ-40 и двухфазная трехрелейная схема.

Селективность работы МТЗ обеспечивается выбором уставки по току и выдержки времени ($t_{с.з.} = 1$ с), которая согласуется с защитами последующих элементов.

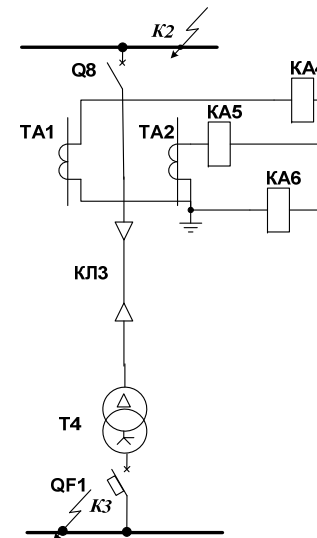


Рисунок 2 – Схема защиты блока «линия-трансформатор». МТЗ

Токовая защита от перегрузки

Перегрузка трансформатора является симметричным режимом, поэтому для её контроля достаточно одного реле тока РТ-40, включенного в цепь одного из ТТ. Это решение позволяет удешевить защиту и упростить её конструкцию. В отличие от МТЗ и ТО, защита от перегрузки действует не на отключение, а на сигнал, который подается по контрольному кабелю на пункт дежурного цехового электрика, что позволяет персоналу принять меры по снижению нагрузки [7-9].

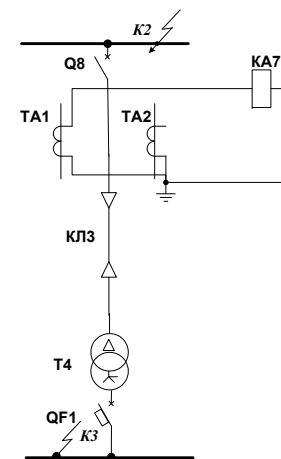


Рисунок 3 – Схема защиты цехового трансформатора. Перегрузка

Защита от замыканий на землю (ТЗНП)

Сети 6 кВ относятся к сетям с малым током замыкания на землю (емкостным током). Естественный емкостный ток в таких сетях, как правило, не превышает 30 А. При таких значениях применяется неселективная защита, действующая на сигнал.

Защита выполняется на основе одного максимального реле напряжения, включенного на напряжение нулевой последовательности (3U0) от трансформатора напряжения, установленного на шинах [10,11].

Сигнализация о факте замыкания на землю позволяет персоналу локализовать и устранить повреждение в плановом порядке.

Сводные данные защиты блока

В таблице 1 приведены расчетные уставки для рассмотренных защит блока «линия-трансформатор».

Таблица 1 – Данные защиты блока «линия – трансформатор»

Вид защиты	Ток срабатывания защиты $I_{с.з.}, А$	Время действия защиты $t_{с.з.}, с$
Токовая отсечка	1008	0
МТЗ	168	1
Токовая защита от перегрузки	48	На сигнал
Защита от замыканий на землю	-	На сигнал

Защита других элементов сети

Защита воздушной линии (ВЛ)

Для защиты ВЛ используется стандартный комплекс: токовая отсечка (ТО) для быстрого отключения близких к.з. и максимальная токовая защита (МТЗ) с выдержкой времени для отключения к.з. в конце линии и для обеспечения селективности. Обе защиты реализованы на реле РТ-40.

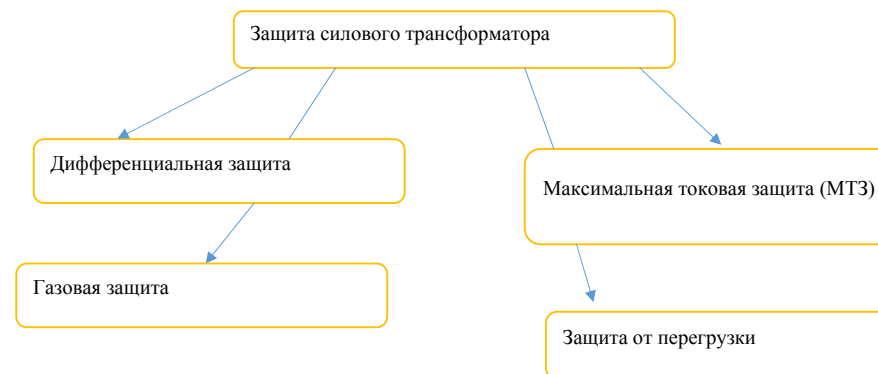


Рисунок 4 – Защита силового трансформатора

Защита шин выполнена в виде МТЗ на базе реле РТ-40, использующей трансформаторы тока вводных или секционных выключателей.

Автоматическое ввод резерва (АВР): На выключателе Q5 предусмотрено устройство АВР. Его функция — автоматически включить выключатель при потере питания на одной из секций шин, обеспечивая непрерывность электропитания потребителей от резервного ввода.

Представленный комплекс релейных защит, построенный на проверенных временем электромеханических реле типа РТ-40 и РНТ-565, обеспечивает надежную и селективную защиту основных элементов распределительной сети 6-10 кВ. Комбинация мгновенных токовых отсечек, максимальных токовых защит с выдержкой времени, дифференциальных и газовых защит, а также сигнализирующих устройств для перегрузки и замыканий на землю, позволяет охватить все основные виды повреждений и ненормальных режимов. Данный подход соответствует требованиям ПУЭ и может быть взят за основу при проектировании и модернизации электроснабжения промышленных предприятий. Для современных проектов аналогичная логика защиты может быть реализована на базе микропроцессорных терминалов, что обеспечит большую функциональность, гибкость настройки и встроенный мониторинг [12].

Список литературы

1. Балашов, В. В. Релейная защита и диагностика первичного оборудования / В. В. Балашов // Энергоэксперт. – 2021. – № 4(80). – С. 58-62.
2. Жуков, А. В. Коллоквиум SC B5 СИГРЭ "Релейная защита и автоматизация" / А. В. Жуков, Д. М. Дубинин, А. И. Расщепляев // Релейщик. – 2019. – № 3(35). – С. 22-30.
3. Арцишевский, Я. Л. Релейная защита и электробезопасность персонала энергокомпаний и населения / Я. Л. Арцишевский, В. В. Балашов // Энергоэксперт. – 2020. – № 4(76). – С. 64-69.
4. Серебровский, В. И. Уравновешивание потоков реактивной мощности в силовых трансформаторах при электроснабжении агропромышленного комплекса / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного ком-

плекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 173-178.

5. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.

6. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.

7. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

8. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

9. Марков, И. С. Анализ цифровизации процессов в АПК / И. С. Марков, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 162-167.

10. Пособие для выполнения курсовых и выпускных работ по системам электроснабжения / В. И. Серебровский, В. А. Кончин, О. С. Серникова [и др.]. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – 154 с.

11. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли животноводства / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 117-120.

12. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-117.

Savenkov Daniil Vadimovich, PhD student

Konchin Vladimir Alekseevich, Ph.D.

Kursk State Agrarian University, Kursk

INTEGRATED RELAY PROTECTION OF THE LINE-TRANSFORMER UNIT IN 6-10 KV DISTRIBUTION NETWORKS

The article considers an integrated approach to the design of relay protection of key elements of distribution networks with a voltage of 6-10 kV, in particular the "cable line — power transformer" unit. The principles of operation, areas of responsibility and implementation schemes of the main types of protection are described in detail: current cut-off without time delay. Special attention is paid to substantiating the choice of a two-phase three-relay circuit on the RT-40 relay to protect the line-transformer unit as the optimal solution in terms of sensitivity and reliability.

Keywords: Relay protection, line-transformer unit, current cut-off, maximum current protection (MTZ), 6-10 kV networks, earth fault protection, overload protection, differential protection.

К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ ЗОНЫ ЗАЩИТЫ СТЕРЖНЕВЫХ МОЛНИЕОТВОДОВ ОТКРЫТОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Савенков Даниил Вадимович, аспирант

(e-mail: eweletov19@gmail.com)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н., доцент

(konchin98@mail.ru)

(e-mail: konchin98@mail.ru)

*Курский государственный аграрный университет
имени И. И. Иванова, г.Курск, Россия*

В статье рассматривается актуальная задача обеспечения грозовой безопасности электрооборудования подстанции. Приводятся практические расчеты параметров зоны защиты системы из четырех стержневых молниеотводов, предназначенных для защиты линейных и трансформаторных порталов высотой до 11 метров. На основе приведенных методик проверяется условие надежности защиты всей площади внутри системы молниеотводов. Результаты подтверждают, что спроектированная система соответствует нормативным требованиям и обеспечивает бесперебойную работу подстанции в период грозовой активности.

Ключевые слова: молниеотвод, ОРУ, электрическая подстанция, зона защиты, стержневой молниеотвод, расчет молниезащиты, надежность энергоснабжения.

Электрические подстанции являются критически важными узлами в энергосистеме, и их бесперебойная работа определяет надежность электроснабжения потребителей. Одним из ключевых условий этой бесперебойности является обеспечение надежной грозозащиты электрооборудования подстанций, а также их зданий и сооружений. Прямой удар молнии в оборудование открытого распределительного устройства (ОРУ) может вызвать серьезные повреждения, привести к длительным и дорогостоящим простоям. В данной статье рассматривается расчет системы молниезащиты для конкретной подстанции с использованием стержневых молниеотводов.

Как и отмечалось, защита ОРУ подстанций чаще всего выполняется стержневыми молниеотводами. Для рассматриваемой подстанции в качестве защищаемых объектов выступают линейные и трансформаторные порталы с наибольшей высотой $h_x = 11$ м.

Были приняты к установке четыре стержневых молниеотвода высотой $h = 17$ м каждый. Молниеотводы 1 и 2 установлены непосредственно на порталах, а молниеотводы 3 и 4 — на здании ЗРУ-10кВ, адюс действия молниеотвода можно определить по выражению:

$$r_x = h_a \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h} \cdot p}, \quad (1)$$

где h – высота стержневого молниеотвода ($h=17$ м);

h_a – активная высота стержневого молниеотвода.

$$H_a = h - h_x, \quad (2)$$

где p – коэффициент, равный: $p=1$ для стержневых молниеотводов при $h < 30$ м; $p=5,5/h$ и для стержневых молниеотводов при $h > 30$ м.

Активная высота молниеотвода определяется по формуле:

$$h_a = 17 - 11 = 6 \text{ м.}$$

Поскольку высота молниеотводов менее 30 метров, коэффициент p принимается равным 1. Радиус действия молниеотвода на высоте h_x рассчитывается по выражению:

$$r_x = 6 \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{11}{17} \cdot 1} = 5,83 \text{ м;}$$

$$b_x = 4 \cdot r_x \cdot \frac{7 \cdot h_a - a}{14 \cdot h_a - a}, \quad (3)$$

$$b_{x1} = 4 \cdot 5,83 \cdot \frac{7 \cdot 6 - 38}{14 \cdot 6 - 38} = 2,03 \text{ м;}$$

$$b_{x2} = 4 \cdot 5,83 \cdot \frac{7 \cdot 6 - 17}{14 \cdot 6 - 17} = 8,7 \text{ м,}$$

где a – расстояние между стержневыми молниеотводами ($a_1=38$ м, $a_2=17$ м).

Для обеспечения защиты территории подстанции, расположенной внутри прямоугольника, образованного молниеотводами, необходимо проверить условие надежности для зоны защиты четырех стержневых молниеотводов. Условие имеет вид:

$$D \leq 8 \cdot h_a \cdot p, \quad (4)$$

где D – диагональ четырехугольника, образованного молниеотводами.

Расстояния между молниеотводами составляют $a_1 = 38$ м и $a_2 = 17$ м. Тогда диагональ D равна:

$$D = \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = \sqrt{38^2 + 17^2} = 41,6 \text{ м;}$$

$$41,6 < 8 \cdot 6 \cdot 1 = 48 \text{ м.}$$

Таким образом, условие $41,6 \text{ м} < 48 \text{ м}$ выполняется, что подтверждает надежность защиты всей площади внутри размещенных молниеотводов. Визуальное представление зоны защиты приведено на рисунке 1.

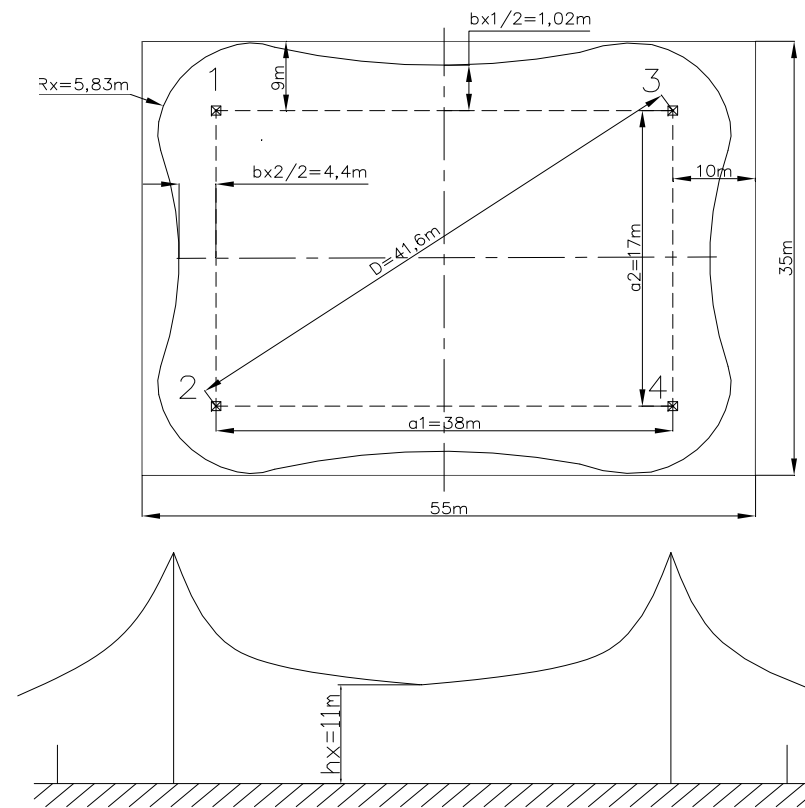


Рисунок 1 – Зона защиты четырех стержневых молниеотводов установленных на понизительной подстанции

Проведенный расчет системы грозозащиты для открытого распределительно-го устройства подстанции подтвердил ее эффективность и соответствие нормативным требованиям. Установка четырех стержневых молниеотводов высотой 17 метров обеспечивает формирование единой защитной зоны, полностью покрывающей все ключевые объекты высотой до 11 метров, включая линейные и трансформаторные порталы.

Критически важным результатом является выполнение условия $D \leq 8 \cdot h_a \cdot p$, где расчетная диагональ между молниеотводами (41.6 м) оказалась меньше допустимого значения (48 м). Это доказывает, что пространство внутри системы молниезащиты надежно защищено от прямых ударов молнии.

Внедрение данной системы позволяет существенно снизить риски повреждения дорогостоящего электрооборудования, минимизировать вероятность аварийных отключений и, как следствие, повысить общую надежность и устойчивость работы подстанции в течение всего года, включая периоды повышенной

грозовой активности. Таким образом, спроектированная система грозозащиты является технически обоснованной и достаточной для обеспечения безопасной и бесперебойной эксплуатации объекта.

Список литературы

1. Тарануха, С. Н. Энергоэффективные решения при проектировании, строительстве, эксплуатации тепловых электрических станций и тепловых сетей / С. Н. Тарануха, С. Н. Панков, И. Д. Канаков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 33-44.
2. Система автоматизированного проектирования молниезащиты подстанций и воздушных линий / Р. К. Борисов, С. С. Жуликов, М. А. Кошелев [и др.] // Электротехника. – 2018. – № 12. – С. 79-86.
3. Степанов, В. М. Методика расчёта и основы проектирования систем электроснабжения объектов на ПЭВМ / В. М. Степанов, В. С. Косырихин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2015. – № 12-2. – С. 54-66.
4. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.
5. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.
6. Серебровский, В. И. Уравновешивание потоков реактивной мощности в силовых трансформаторах при электроснабжении агропромышленного комплекса / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 173-178.
7. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.
8. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.
9. Марков, И. С. Анализ цифровизации процессов в АПК / И. С. Марков, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 162-167.
10. Пособие для выполнения курсовых и выпускных работ по системам электроснабжения / В. И. Серебровский, В. А. Кончин, О. С. Серникова [и др.]. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – 154 с.
11. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли животноводства / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 117-120.
12. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирова-

ние : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-117.

*Savenkov Daniil Vadimovich, PhD student (e-mail: eweletov19@gmail.com)
Konchin Vladimir Alekseevich, Ph.D. (e-mail: konchin98@mail.ru)*

Kursk State Agrarian University, Kursk

MODERN APPROACHES TO THE DESIGN OF THE MAIN ELECTRICAL WIRING DIAGRAM OF A 110/10 KV SUBSTATION

The article discusses the key aspects of designing the main electrical wiring diagram (GSES) of a 110/10 kV substation. Based on the analysis of reliability, cost-effectiveness, maintainability and safety requirements, a selection of switchgear circuits of higher (110 kV) and lower (10 kV) voltages was carried out. A feasibility study is given for the use of a "line-transformer" block circuit for 110 kV control units and a circuit with two partitioned bus systems for 10 kV control units, and the design features of the proposed equipment are described.

Keywords: 110/10 kV substation, switchgear, reliability of power supply, line-transformer unit, partitioned buses, open control unit, complete switchgear.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГЛАВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДСТАНЦИИ 110/10 КВ

Савенков Даниил Вадимович, аспирант

(e-mail: eweletov19@gmail.com)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н., доцент

(e-mail: konchin98@mail.ru)

*Курский государственный аграрный университет
имени И. И. Иванова, г. Курск, Россия*

В статье рассматриваются ключевые аспекты проектирования главной схемы электрических соединений (ГЭС) подстанции 110/10 кВ. На основе анализа требований надежности, экономичности, ремонтпригодности и безопасности выполнен выбор схем распределительных устройств высшего (110 кВ) и низшего (10 кВ) напряжений. Приведено технико-экономическое обоснование применения блочной схемы «линия-трансформатор» для РУ 110 кВ и схемы с двумя секционированными системами шин для РУ 10 кВ, а также описаны конструктивные особенности предлагаемого оборудования.

Ключевые слова: подстанция 110/10 кВ, распределительное устройство, надежность электроснабжения, блок "линия-трансформатор", секционированные шины, открытое РУ (ОРУ), комплектное распределительное устройство (КРУ).

Главная схема электрических соединений является фундаментом проектирования любой подстанции, определяя ее ключевые характеристики: надежность, экономическую эффективность, ремонтпригодность, безопасность обслуживания и потенциал для дальнейшего развития. Выбор ГЭС – сложная многокритериальная задача, требующая глубокого технико-экономического анализа. В большинстве случаев универсальных решений не существует, однако для под-

станций с двумя напряжениями, к которым относится рассматриваемая конечная подстанция 110/10 кВ, часто применяются проверенные типовые схемы, позволяющие оптимизировать капитальные затраты без ущерба для надежности [1-4].

К ГСЭС проектируемой подстанции предъявляются классические требования:

Надежность: Обеспечение бесперебойного питания потребителей в нормальных, ремонтных и послеаварийных режимах.

Простота и наглядность: Минимизация количества коммутационных аппаратов и сложности оперативных переключений.

Экономичность: Снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

Возможность расширения: Учет перспективы роста нагрузок и присоединения новых потребителей.

Исходя из того, что проектируемая подстанция является конечной, в качестве схемы РУ 110 кВ выбрана схема двух блоков «линия-трансформатор» с выключателями в цепи трансформаторов и неавтоматической ремонтной перемычкой со стороны линии (Рисунок 1).

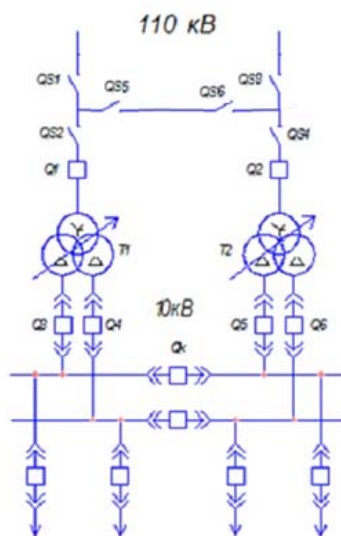


Рисунок 1 – Схема соединения РУ 110 кВ подстанции 110/10

Данная схема широко применяется в диапазоне напряжений 35–220 кВ для питания ответвительных подстанций. Ее использование особенно оправдано в случаях, когда подстанция присоединена к линии, питающей другие объекты, и существует необходимость в автоматическом отключении поврежденного силового трансформатора [5-7].

Анализ надежности и эксплуатационные особенности:

Отключение трансформатора (оперативное или аварийное) выполняется его выключателями, что обеспечивает четкую селективность защиты.

В послеаварийных и ремонтных режимах схема практически исключает потерю электроснабжения потребителей по причине собственной конфигурации.

При аварии на любом элементе блока (трансформатор, его выключатель) отключается только один трансформатор. Это приводит к временному снижению мощности подстанции на период устранения повреждения и, как следствие, к возможному ограничению питания потребителей.

Повреждение линии или линейного разъединителя также приводит к потере одного трансформатора, но только на время проведения необходимых оперативных переключений с использованием ремонтной перемычки.

Для распределительного устройства низшего напряжения выбрана схема с двумя секционированными системами сборных шин. Каждая секция шин питается от своего трансформатора, а связь между ними осуществляется через секционный выключатель QV, нормально разомкнутый (Рисунок 2).

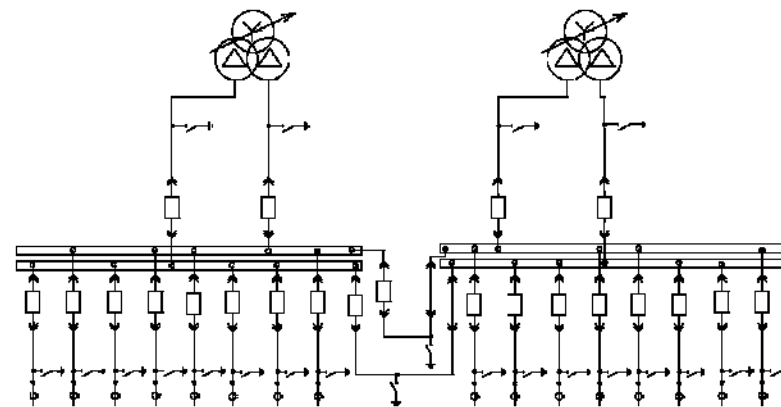


Рисунок 2 – Схема распределительного устройства НН подстанции

К достоинствам данной схемы распределительного устройства подстанции можно отнести к простоте исполнению и управлению, относительно низкие капитальные затраты по сравнению с более сложными схемами, а так же удобство эксплуатации и ремонта каждой секции [8-10].

Возможные недостатки и меры по их компенсации:

– ремонт одной секции оставляет другую без резерва. Этот риск минимизируется планированием ремонтных работ в периоды минимальных нагрузок.

При ремонте одного трансформатора и одновременном отказе секционного выключателя одна секция остается без питания. Для предотвращения этого применяется надежная микропроцессорная защита и автоматика (АВР), которая в штатном режиме при отказе одного трансформатора автоматически включает секционный выключатель QV, восстанавливая питание обеих секций от одного оставшегося в работе трансформатора.

Распределительное устройство 110 кВ запроектировано как открытое (ОРУ). Основное оборудование размещается на открытом воздухе. В качестве токоведущих частей используется комбинированная ошиновка (жесткая и гибкая). В ОРУ предусматриваются современные вакуумные выключатели, обладающие высоким коммутационным ресурсом и экологической безопасностью. Для обеспечения требований релейной защиты и учета электроэнергии устанавливаются отдельно стоящие трансформаторы тока. В соответствии с ПУЭ, для маслонаполненных трансформаторов предусмотрены противопожарные мероприятия: маслоприемники с гравийной засыпкой, маслоотводы и маслоборники. Подстанция защищена от грозовых перенапряжений системой молниезащиты.

РУ 10 кВ выполняется как закрытое (ЗРУ) с применением комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки. Выбраны шкафы серии К-128 «Классик» производства «МОСЭЛЕКТРО».

Ключевые преимущества выбранного КРУ:

Повышенная безопасность и надежность: Металлический корпус с разделенными отсеками локализует внутренние повреждения. Наличие защитных шторок и фиксированных положений выкатного элемента исключает ошибки персонала.

Удобство обслуживания: Просторный линейный отсек, возможность подвода кабелей сверху и снизу, удобный механизм вкатывания.

Гибкость и функциональность: Широкая номенклатура первичных схем, возможность установки до 8 трансформаторов тока в одном шкафу, применение различных типов выключателей (вакуумных, элегазовых).

Современная система управления и защиты: Возможность установки микропроцессорных терминалов с интеграцией в АСУ ТП и АСКУЭ, наличие быстродействующей дуговой защиты и активной мнемосхемы.

Предложенный комплекс решений по главной схеме электрических соединений для подстанции 110/10 кВ представляет собой сбалансированный подход, учитывающий требования надежности, экономичности и удобства эксплуатации. Применение блочной схемы «линия-трансформатор» на стороне ВН и схемы с секционированными шинами на стороне НН в сочетании с современным, безопасным и функциональным оборудованием (таким как КРУ К-128) позволяет создать эффективный и перспективный энергообъект, отвечающий современным стандартам электроэнергетики [11,12].

Список литературы

1. Тарануха, С. Н. Энергоэффективные решения при проектировании, строительстве, эксплуатации тепловых электрических станций и тепловых сетей / С. Н. Тарануха, С. Н. Панков, И. Д. Канаков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 33-44.
2. Система автоматизированного проектирования молниезащиты подстанций и воздушных линий / Р. К. Борисов, С. С. Жуликов, М. А. Кошелев [и др.] // Электротехника. – 2018. – № 12. – С. 79-86.
3. Степанов, В. М. Методика расчёта и основы проектирования систем электроснабжения объектов на ПЭВМ / В. М. Степанов, В. С. Косырихин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2015. – № 12-2. – С. 54-66.

4. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.

5. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

6. Серебровский, В. И. Уравновешивание потоков реактивной мощности в силовых трансформаторах при электроснабжении агропромышленного комплекса / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 173-178.

7. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.

8. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

9. Марков, И. С. Анализ цифровизации процессов в АПК / И. С. Марков, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 162-167.

10. Пособие для выполнения курсовых и выпускных работ по системам электроснабжения / В. И. Серебровский, В. А. Кончин, О. С. Серникова [и др.]. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – 154 с.

11. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли животноводства / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 117-120.

12. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-117.

Savenkov Daniil Vadimovich, PhD student

Konchin Vladimir Alekseevich, Ph.D.

Kursk State Agrarian University, Kursk

MODERN APPROACHES TO THE DESIGN OF THE MAIN ELECTRICAL WIRING DIAGRAM OF A 110/10 KV SUBSTATION

The article discusses the key aspects of designing the main electrical wiring diagram (GSES) of a 110/10 kV substation. Based on the analysis of reliability, cost-effectiveness, maintainability and safety requirements, a selection of switchgear circuits of higher (110 kV) and lower (10 kV) voltages was carried out. A feasibility study is given for the use of a "line-transformer" block circuit for 110 kV control units and a circuit with two partitioned bus systems for 10 kV control units, and the design features of the proposed equipment are described.

Keywords: 110/10 kV substation, switchgear, reliability of power supply, line-transformer unit, partitioned buses, open control unit, complete switchgear.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сариго Надежда Викторовна, к.п.н., доцент

(e-mail: nadezhda.sarigo@yandex.ru)

Курский ГАУ, Россия

В статье рассматриваются несколько передовых технологий, которые помогают аграриям эффективно перерабатывать урожай и повышать качество конечной продукции.

Ключевые слова: переработка, процессы, эффективность, инновации, снижения трудозатрат, экономия энергии, автоматизация.

Отрасль переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях сталкивается с множеством вызовов, включая необходимость повышения производительности, снижения затрат и минимизации воздействия производства на окружающую среду.

Инновационные технологии способны играть ключевую роль в решении этих задач [1]. Приведем примеры использования современных подходов в организации производства:

1. Автоматизация процессов переработки

Одной из тенденций развития современного российского сельского хозяйства является внедрение автоматизации процессов производства, позволяющей существенно повышать эффективность производства. В основе автоматизации процессов в сельском хозяйстве лежат комплексная механизация и электрификация технологических операций, что позволяет частично или даже полностью исключить участие человека, заменив его техническими средствами управления и контроля. Сокращение доли ручного труда благотворно сказывается на производительности предприятия [2].

Современные машины и установки оснащены высокотехнологичными системами управления с использованием сенсорных технологий, которые позволяют:

- снижать трудозатраты;
- мониторить состояние сырья в реальном времени;
- увеличивать скорость переработки;
- минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором;
- собирать данные для анализа;
- улучшить качество готовой сельскохозяйственной продукции.

В качестве примера внедрения автоматизированных систем, можно привести решения для элеваторов: системы мониторинга техники и оборудования; дат-

чики контроля параметров воздуха; система поддержания микроклимата; системы борьбы с порчей и вредителями продукции.

Автоматизация сельского хозяйства позволяет сделать производственный процесс более однородным, улучшить качества труда, распределить финансовые потоки, создать алгоритма действий для сотрудников, а также сократить дефекты и обеспечить соответствие стандартам.

2. Применение технологий больших данных (Big Data) и аналитики

Анализ больших данных становится важным инструментом для повышения эффективности переработки, основное внимание уделяется поиску оптимальных параметров для максимизации урожайности с помощью таких методов, как PAM, CLARA, DBSCAN и множественная линейная регрессия. Сбор и обработка данных о производственных процессах позволяют:

– **Прогнозировать погоду и изменения климата.** Подробные прогнозы погоды предоставляют знания, необходимые для эффективного планирования деятельности и снижения рисков, связанных с экстремальными погодными явлениями;

– Выявлять узкие места в производственном процессе. Так отслеживая состояние почвы и здоровье сельскохозяйственных культур в режиме реального времени, дается возможность немедленно вмешиваться при возникновении очагов вредителей, болезней или дефиците питательных веществ;

– Прогнозировать потребности в ресурсах. С помощью анализа данных можно контролировать использование воды, внесение удобрений и потребление энергии. Оптимизируя эти ресурсоемкие процессы, сельское хозяйство сокращает отходы и смягчает воздействие на окружающую среду, способствуя долгосрочному здоровью планеты;

– Оптимизировать затраты на переработку. Аналитика данных отслеживает перемещение продукции с поля на стол потребителя, предоставляя информацию в режиме реального времени о состоянии и местонахождении товаров. Кроме того, аналитика данных определяет рыночные тенденции и предпочтения потребителей. Вооружившись этой информацией, возможно стратегически выстраивать свое производство для выращивания культур, пользующихся большим спросом

Использование аналитических платформ помогает аграриям принимать обоснованные решения на основе фактических данных.

3. Инновационные методы переработки

Современные технологии предлагают новые методы переработки, которые позволяют улучшить качество продукции и снизить потери [3 4]. К таким методам относятся:

– Микроволновая и ультразвуковая обработка. Чтобы сохранить питательные, непитательные (биологическая активность) свойства, пищевая промышленность разработала новые щадящие методы обработки. Ультразвуковой метод - направлен на сокращение обработки, улучшение качества и обеспечение безопасности пищевых продуктов. Ультразвуковая технология основана на механических волнах с частотой, превышающей предел человеческого слуха (16

кГц), которые можно разделить на два частотных диапазона: низкоэнергетический и высокая энергия. Низкоэнергетический (маломощный, низкоинтенсивный) ультразвук выше 100 кГц на частотах ниже 1 Вт / см², а высокоэнергетический (мощный, высокоинтенсивный) ультразвук на частотах от 20 до 500 кГц выше 1 Вт / см².

– Использование ферментов для улучшения процессов. Ферменты — это природные катализаторы, которые ускоряют большинство химических реакций в биологических системах. Преимущество использования ферментов: высокая эффективность против большинства патогенных микроорганизмов; в 2-3 раза увеличивается срок хранения готовых изделий (относительно продуктов без консервантов); 100% натуральный состав; привлекательная для потребителя маркировка « Не содержит ГМО».

– Нанотехнологии для повышения сроков хранения. Этот метод позволяют не только улучшить качество конечного продукта, но и сократить количество отходов. С развитием нанотехнологий появляются новые возможности для создания интеллектуальной упаковки, которая способна контролировать и поддерживать оптимальные условия хранения продуктов. Применение нанотехнологий в упаковке пищевых продуктов имеет ряд преимуществ. Во-первых, с помощью наноматериалов можно создавать барьеры, предотвращающие проникновение воздуха и влаги, что значительно увеличивает срок годности продуктов. Во-вторых, нанотехнологии позволяют создавать упаковку, которая защищает пищевые продукты от негативного воздействия света, тепла, бактерий и других факторов окружающей среды. Это значительно влияет на сохранение качества и безопасности продуктов в течение всего периода хранения и транспортировки. В третьих, использование наноматериалов дает возможность создавать упаковку с привлекательным эстетическим внешним видом. Яркие цвета и специальные эффекты делают продукты более привлекательными для потребителей, что способствует повышению их конкурентоспособности.

4. Устойчивое развитие и экология

Инновационные технологии также направлены на снижение негативного воздействия на окружающую среду [5]. Это достигается за счет:

– Снижения потребления энергии. Потребление энергии можно снизить посредством: внедрения водосберегающих технологий (например, систем очистки и рециркуляции воды с низким расходом); оптимизации производственных процессов для обеспечения эффективной работы оборудования и технологических линий, максимального использования ресурсов и минимизации отходов; инвестирования в энергоэффективное технологическое оборудование (например, современные печи и холодильное оборудование); внедрения систем рекуперации тепла для повторного использования отработанного тепла в помещениях; стимулирования использования устойчивой упаковки, которая максимизирует функциональные характеристики и обеспечивает защиту продукта.

– Уменьшения отходов [6]. Существует два пути: Первый, переработка и повторное использование, создание циклов переработки внутри предприятия позволяет существенно сократить объемы отходов, направляемых на полигоны.

Каждый этап производства может быть оптимизирован для извлечения и повторного использования различных материалов. Второй, компостирование, биологические отходы могут быть переработаны в органическое удобрение через компостирование, что не только снижает количество отходов, но и возвращает ценные ресурсы обратно в экосистему.

– Использование экологически чистых материалов [7,8]. Традиционные материалы, часто используемые в производстве, такие как пластик и синтетические компоненты, оказывают долговременное негативное влияние на окружающую среду. Они медленно разлагаются и могут накапливаться в экосистемах, нанося ущерб флоре и фауне. Переход на экологически чистые и биоразлагаемые материалы позволяет избежать этих проблем и поддерживает восстановление природных систем. Примеры экологически чистых и биоразлагаемых материалов: бамбук и органический хлопок - быстро возобновляемые ресурсы, которые могут быть использованы для производства текстильных изделий, упаковки и т.д.; биопластик - производится из растительных источников, таких как кукурузный крахмал или сахарный тростник, и может заменить традиционные пластики без ущерба для функциональности.

Технологический прогресс в любой отрасли промышленности способствует поднятию её на новый качественный уровень. Инновационные технологии являются ключом к будущему перерабатывающей отрасли сельского хозяйства. Они обеспечивают эффективное использование ресурсов, повышают производительность и снижают негативное воздействие на окружающую среду и способствуют устойчивому развитию производства.

Список литературы

1. Обзор прогрессивных мировых технологий. *Семенов Д.С., Уварова А.Г.* В сборнике: Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе. Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2025. С. 450-454.
2. Инновационные технологии в пищевой промышленности. *Ярыгина И.В., Колосов А.С., Галкин А.И.* В сборнике: Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2025. С. 245-248
3. Тенденции в производстве продуктов питания. *Уварова А.Г.* В сборнике: Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2025. С. 213-218.
4. Инновации в обеспечении качества и надежности продукции. *Сарго Н.В.* В сборнике: Качество в производственных и социально-экономических системах АПК. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 179-181
5. Инновационные системы полива. *Воронкина А.Н., Молошиков В.Г., Уварова А.Г.* В сборнике: Проблемы развития современного общества. сборник научных статей 10-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. Курск, 2025. С. 461-463.
6. Экологически чистые технологии в агросекторе: как машины и оборудование помогают уменьшить воздействие на окружающую среду. *Зубахин К.А., Кудинов Е.А., Уварова А.Г.* В сборнике: Современные технологии, материалы и техника. сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж, 2024. С. 110-113.

7. Точное земледелие, технологии управления сельскохозяйственной техникой. Сариго Н.В. В сборнике: Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции Чебоксары. Чебоксары, 2022. С. 688-692.

8. Экологические проблемы пищевой промышленности и пути их решения. Галкин А.И., Гаврилов С.Д., Ярыгина И.В. В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах. Курск, 2025. С. 189-192.

9. Сариго, Н. В. Понимание и обеспечение качества на производстве / Н. В. Сариго // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 220-223. – EDN QXNKDZ.

10. Сариго, Н. В. К вопросу повышения уровня надежности деталей / Н. В. Сариго // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022) : сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции, Курск, 18 ноября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 230-232. – EDN TRSWHS.

11. Сариго, Н. В. Об организации работы службы качества на предприятиях / Н. В. Сариго // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 154-156. – EDN SWLXSG.

12. Ветчинова, А. С. Системное управление качеством продукции, его современные особенности / А. С. Ветчинова, Н. В. Сариго // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных трудов 3-й международной молодежной научно-практической конференции: в 2 томах, Курск, 17–18 ноября 2016 года. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 163-164. – EDN XDXLYZ.

13. Сариго, Н. В. Функции отдела качества на производстве / Н. В. Сариго // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 224-227. – EDN ZYXOXI.

Sarigo Nadezhda Viktorovna, PhD, Associate Professor

(e-mail: nadezhda.sarigo@yandex.ru)

Kursk State Agrarian University, Russia

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR EFFICIENT PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Abstract. The article discusses several advanced technologies that help farmers efficiently process crops and improve the quality of final products.

Keywords: recycling, processes, efficiency, innovation, reduction of labor costs, energy saving, automation.

О ВЛИЯНИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ

Сариго Надежда Викторовна, к.п.н., доцент

(e-mail: nadezhda.sarigo@yandex.ru)

Курский ГАУ, Россия

Уколов Денис Александрович,

начальник зерно – семенного комплекса ООО «ЗАЩИТНОЕ»

В статье рассматриваются ключевые факторы, которые необходимо учитывать при выборе оборудования для переработки сельхозпродукции, а также сформулирован алгоритм выбора оборудования.

Ключевые слова: оборудования, технология производства, выбор, технические характеристики, обслуживание оборудование.

Выбор оборудования для оптимизации процессов переработки сельхозпродукции является ключевым аспектом, который влияет на эффективность и рентабельность сельскохозяйственного производства. Современные технологии и инновации позволяют значительно улучшить качество переработки, снизить затраты и увеличить объемы производства. Правильный выбор техники и инструментов может существенно снизить затраты, повысить объем и улучшить качество продукции [1,2].

Ключевые факторы, которые следует учитывать при выборе оборудования для переработки сельхозпродукции.

Тип производства — выбор оборудования зависит от специфики вашего производства.

Размер производства— для небольших цехов могут подойти компактные и многофункциональные машины, в то время как крупные производители требуют более мощного и специализированного оборудования.

Бюджет — сколько средств выделено на покупку оборудования. Не забывайте учитывать не только стоимость самой техники, но и расходы на её обслуживание и эксплуатацию.

Технические характеристики — обращайте внимание на мощность, производительность, расход топлива и другие параметры, которые могут повлиять на эффективность работы.

Надежность и качество — выбирайте оборудование от проверенных производителей, которые зарекомендовали себя на рынке. Это поможет избежать частых поломок и затрат на ремонт [3].

Сервисное обслуживание — убедитесь, что у вас есть доступ к качественному сервису и запасным частям. Это особенно важно для поддержания работоспособности техники в течение всего её срока службы.

Проанализировав ключевые факторы, которые влияют на выбор, можно сформировать алгоритм выбора[4,5]:

1. Определение потребностей. Перед тем как приступить к выбору оборудования, необходимо четко определить потребности вашего хозяйства. Это включает в себя:

Типы сельхозпродукции, которые вы планируете перерабатывать;

Объемы производства;

Требования к качеству конечного продукта;

Технологические процессы, которые будут использоваться.

2. Технологические процессы переработки. Каждый этап переработки требует специфического оборудования. Рассмотрим основные процессы:

Очистка и сортировка: Для удаления загрязнений и сортировки продукции по размеру и качеству.

Измельчение: Для подготовки сырья к дальнейшей переработке, например, в муку или пюре.

Ферментация: Используется для производства кисломолочных продуктов и других ферментированных изделий.

Упаковка: Для сохранения свежести и удобства транспортировки готовой продукции.

3. Энергоэффективность и автоматизация. Современное оборудование должно быть не только эффективным, но и энергоэкономичным. Автоматизация процессов позволяет:

Снизить трудозатраты;

Уменьшить вероятность ошибок;

Увеличить скорость переработки.

При выборе оборудования стоит обратить внимание на наличие систем автоматического контроля и управления, которые помогут оптимизировать процессы и снизить затраты на энергоресурсы.

4. Качество и надежность оборудования. Качество оборудования напрямую влияет на конечный продукт. При выборе стоит учитывать:

Материалы, из которых изготовлено оборудование;

Гарантийные обязательства и сервисное обслуживание;

Отзывы других пользователей.

5. Стоимость и финансирование. Стоимость оборудования может варьироваться в широких пределах. Важно учитывать не только первоначальные затраты, но и:

Расходы на эксплуатацию;

Сервисное обслуживание;

Потенциальные доходы от увеличения объемов производства.

Рекомендуется рассмотреть варианты финансирования, такие как кредиты или лизинг, которые могут помочь в приобретении необходимого оборудования.

6. Инновации и новые технологии. Сельское хозяйство активно внедряет новые технологии, такие как:

Интернет вещей (IoT) для мониторинга процессов;

Искусственный интеллект для анализа данных;

Современные системы управления для оптимизации работы оборудования.

Следует быть в курсе последних тенденций и инноваций, чтобы не отставать от конкурентов и использовать все доступные возможности для повышения эффективности переработки [6].

7. Выбор поставщика. Наконец, важным этапом является выбор надежного поставщика оборудования. Рекомендуется:

Изучить репутацию компании;

Проверить наличие сертификатов качества;

Обсудить условия поставки и обслуживания.

Надежный партнер поможет не только в выборе оборудования, но и в его установке и настройке, что значительно упростит процесс интеграции в ваше производство.

Выбор оборудования для переработки сельхоз продукции — это сложный и многогранный процесс, который требует внимательного подхода [7]. Учитывая ключевые факторы и следуя приведенным советам, вы сможете сделать обоснованный выбор, который будет способствовать успешному развитию вашего производства.

Список литературы

1. Пути повышения надежности оборудования. *Уварова А.Г., Кужельков С.А.* В сборнике: Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе. сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 226-230.

2. Современное пищевое оборудование. *Ковалев Н.И., Уварова А.Г.* В сборнике: Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск, 2024. С. 503-506.

3. Анализ требований к сопутствующему оборудованию пищевого производства. *Беленьков В.Д., Сариги Н.В.* В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-х томах. Курск, 2025. С. 337-340.

4. К вопросу планирования производства. *Сариги Н.В.* В сборнике: Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе. сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 211-214.

5. Особенности технологического оборудования пищевых производств. *Сариги Н.В.* В сборнике: Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 216-221.

6. Влияние современного пищевого технологического оборудования на качество и безопасность продукции. *Ярыгина И.В., Галкин А.И., Гаврилов С.Д.* В сборнике: Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2025. С. 248-252.

7. Организация и контроль технического состояния машин в АПК. *Романов М.Р., Ярыгина И.В.* В сборнике: Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2025. С. 179-182.

8. Сариги, Н. В. Понимание и обеспечение качества на производстве / Н. В. Сариги // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 220-223. – EDN QXNKDZ.

9. Сариги, Н. В. К вопросу повышения уровня надежности деталей / Н. В. Сариги // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022) : сборник научных статей 14-й Международной научно-технической конференции, Курск, 18 ноября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 230-232. – EDN TRSWHS.

10. Сариги, Н. В. Об организации работы службы качества на предприятиях / Н. В. Сариги // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 154-156. – EDN SWLXSG.

11. Ветчинова, А. С. Системное управление качеством продукции, его современные особенности / А. С. Ветчинова, Н. В. Сариго // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных трудов 3-й международной молодежной научно-практической конференции: в 2 томах, Курск, 17–18 ноября 2016 года. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 163-164. – EDN XDXYLZ.

12. Сариго, Н. В. Функции отдела качества на производстве / Н. В. Сариго // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 224-227. – EDN ZYZOXI.

*Sarigo Nadezhda Viktorovna, PhD, Associate Professor
Kursk State Agrarian University, Russia*

Denis Aleksandrovich Ukolov,

Head of the grain and seed complex of LLC "Zashchitnoe"

ABOUT THE IMPACT OF EQUIPMENT ON THE PRODUCT PROCESSING PROCESS

Abstract. *The article discusses the key factors that must be taken into account when choosing equipment for processing agricultural products, and also formulates an algorithm for choosing equipment.*

Keywords: *equipment, production technology, selection, technical characteristics, equipment maintenance.*

ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Сафронов Руслан Игоревич, к.т.н., доцент
(e-mail: russafronov@yandex.ru)*

*Гнездилова Юлия Петровна, к.т.н., доцент
(e-mail: juliagup@yandex.ru)*

*Носиков Даниил Николаевич, аспирант
(e-mail: nosikov-daniil@mail.ru)*

*Пономаренко Николай Александрович, аспирант
(e-mail: Nikolay-kpg@yandex.ru)*

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрены конструктивные особенности поршней современных двигателей внутреннего сгорания. Приведены данные о температурной нагрузке на поршень. Рассмотрено влияние антифрикционных составов с дисульфидом молибдена на износ поршней и цилиндров при повышенной температурной нагрузке.

Ключевые слова: поршень, твердая смазка, износ, дисульфид молибдена, двигатель внутреннего сгорания.

Введение. Современные тенденции в двигателестроении в основном нацелены на выполнение экологических норм, которые с каждым годом ужесточаются и направлены на снижение потребления углеводородного топлива и соответственно уменьшение вредных выбросов в отработавших газах.

Конструктивно двигатели внутреннего сгорания эволюционировали от массивных чугунных до облегченных алюминиевых, от карбюраторных до двигателей с непосредственным впрыском с несколькими катализаторами и сажевым фильтром, от многоцилиндровых с большим объемом до малообъемных с турбонаддувом.

При этом литровая мощность двигателей внутреннего сгорания при малых объемах повышается, что позволяет получить мощность от 73,55 кВт (100 л.с.) до 89,73 кВт (122 л.с.) с одного литра объема двигателя, что влечет за собой рост механической и температурной нагрузки на детали цилиндропоршневой группы и требует применение новых конструктивных решений и применения более жаропрочных и износостойких конструкционных материалов.

Основная часть. В настоящее время в моторостроении наблюдается тенденция снижения массы двигателей внутреннего сгорания и повышения их литровой мощности. Для форсирования двигателей легковых автомобилей массово стали применять турбокомпрессоры и устанавливать облегченные поршни.

Для примера рассмотрим поршни двигателей ВАЗ разных модификаций (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Поршень двигателя ВАЗ 21124 (а) и ВАЗ 21126 (б)

Оба варианта поршней устанавливались в один и тот же блок двигателя с объемом 1,6 л. Более ранняя модификация поршней ВАЗ-21124 устанавливалась на двигатели с мощностью 90 л.с., последующая модификация поршней ВАЗ-21126 устанавливалась на форсированную версию двигателя мощностью 106 л.с.

Если сравнить массу поршней, то поршень ВАЗ-21126 стал легче на 111 г. по сравнению с предыдущей версией и весит 244 г. Геометрические характеристики поршней приведены в таблице 1.

Таблица – Геометрические параметры поршней, мм

Параметр	Поршень	
	ВАЗ 21124	ВАЗ 21126
Номинальный диаметр	82,0	82,0
Высота поршня	65,15	45,4
Компрессионная высота	37,9	25,4
Высота жарового пояса	7,5	4,0
Высота канавки под 1-е компрессионное кольцо	1,53-1,55	1,25-1,23
Высота канавки под 2-е компрессионное кольцо	2,02-20,4	1,54-1,52
Высота канавки под маслосъемное кольцо	3,96-3,98	2,03-2,01
Высота колец 1-е/2-е/м	1,5/2,0/3,95	1,2/1,5/2,0

Проведя анализ данных табл. 1 можно сделать вывод о том, что с уменьшением высоты поршня и увеличения мощность двигателя нагрузки на него возрастают в том числе и температурные.

Если сравнить конструкцию поршней (рис. 1), то можно увидеть, что современные поршни получились т-образные и практически лишились полноценной юбки, жаровой и компрессионный пояса уменьшились, соответственно уменьшилась высота поршневых канавок, колец и маслосгонных отверстия, что увеличивает термическую нагрузку на поршень (рис. 3).



Рисунок 3 – Распределение температуры

Как видно из рис. 3 температура поршня в зоне юбки т-образного поршня будет выше, чем у более длинного поршня и находится в пределах 150-200°.

Из-за уменьшения высоты облегченные поршни испытывают повышенные боковые нагрузки и больше подвержены перекадке в крайних положениях. В следствии чего такие поршни более склонны к задирам на юбке на стороне большей боковой нагрузки. К такому износу приводит недостаточное количество смазки на цилиндре при долгой работе на холостых и низких оборотах.

Для решения этой проблемы на поверхность юбки наносят антифрикционные покрытия из твердого смазочного материала, в состав которого чаще всего входит дисульфид молибдена (MoS_2).

Применение антифрикционных покрытий с дисульфидом молибдена в данном случае только усиливает износ данной группы деталей. Происходит это из-за того, что в местах нанесения покрытия температура юбки поршня находится в пределах 150-190°, что соответствует температуре окисления MoS_2 .

Под действием температуры деталей цилиндропоршневой группы, температуры локальных вспышек при трении и кислорода MoS_2 окисляется до шестивалентного окисла MoO_3 , который является абразивом. В следствии чего происходит повышенный износ поршней и цилиндров, который проявляется в виде задиров.

Учитывая вышеизложенное, стоит с осторожностью применять аэрозольные или пастообразные антифрикционные составы для самостоятельного нанесения на поршни при ремонте двигателя.

Однако, применение антифрикционных составов с MoS_2 на поршнях нефорсированных двигателей, модернизированных поршнях со стальными терморегулирующими вставками, с огнеупорными покрытиями днища поршня, с системой масляного охлаждения днища поршня с кольцом охлаждения и другими конструктивными элементами, когда температура юбки поршня не превышает 150° позволяет снизить износ в зоне контакта юбки с цилиндром.

В данном случае образовавшееся небольшое количество трехоксида молибдена не оказывает существенного влияния на износ, по причине того, что она тонет в основной массе покрытия и не попадает в зону контакта поршня с поверхностью цилиндра.

Выводы. Применение твердых смазок с дисульфидом молибдена в качестве антифрикционного покрытия на поверхности юбки поршня возможно если ее температура не превышает 150 °, в противном случае данные покрытия

вызывают обратный эффект и повышают износ деталей цилиндропоршневой группы.

Список литературы

1. Смирнова, В. Поршень прогресса / В. Смирнова – Текст: электронный // Журнал Кузов. – Москва, 15 сентября 2016 – URL: <https://kuzov-media.ru/articles/avtokomponenty/Porshenprogressa/> (дата обращения 26.09.2025).
2. Сафронов, Р.И. Применение легированных железных покрытий для восстановления деталей сельскохозяйственной техники / Р.И. Сафронов, В.И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 05 июня 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 111-115.
3. Агеева, Е.В. Исследование фазового состава электроосажденных покрытий, полученных с использованием электроэрозионных твердосплавных порошков / Е.В. Агеева, В.И. Серебровский, Р.И. Сафронов // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2024 : Сборник научных статей 13-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 12–13 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 108-113.
4. Сафронов, Р.И. Исследование микротвердости поверхности электроосажденных покрытий, полученных с использованием электроэрозионных твердосплавных порошков / Р.И. Сафронов, В.И. Серебровский // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2024) : Сборник научных статей 16-й Международной научно-технической конференции, Курск, 15 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-119.
5. Серебровский, В.И. исследование шероховатости поверхности электроосажденных покрытий, полученных с применением диспергированных электроэрозией твердых сплавов / В.И. Серебровский, Р.И. Сафронов // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2024) : Сборник научных статей 16-й Международной научно-технической конференции, Курск, 15 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 141-146.
6. Агеева, Е.В. Исследование элементного состава электроосажденных покрытий, полученных с использованием электроэрозионных твердосплавных порошков / Е.В. Агеева, В.И. Серебровский, Р.И. Сафронов // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 7-12.
7. Агеева, Е.В. Особенности структурообразования при формировании покрытий железнения / Е.В. Агеева, Р.И. Сафронов // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 3(54). – С. 54-60.

Safronov Ruslan Igorevich, Cand.Tech.Sci., associate professor

Gnezdilova Yulia Petrovna, Cand.Tech.Sci., associate professor

Nosikov Daniil Nikolaevich, PhD student (e-mail: nosikov-daniil@mail.ru)

Ponomarenko Nikolay Alexandrovich, PhD student

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov

FEATURES OF WEAR OF PARTS OF THE CYLINDER PISTON GROUP OF MODERN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Abstract. This article discusses the design features of pistons in modern internal combustion engines. Data on the temperature load on the piston is given. The effect of antifriction compounds with molybdenum disulfide on the wear of pistons and cylinders under increased temperature load is considered.

Keywords: piston, solid lubricant, wear, molybdenum disulfide, internal combustion engine.

ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Секерин Дмитрий Михайлович, студент

(e-mail: sekerindima24@yandex.ru)

Мясоедова Марина Анатольевна, к.т.н., доцент

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

Мамонова Людмила Геннадьевна, к.э.н., доцент

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, г.Курск, Россия

В статье рассмотрены особенности электроснабжения и использование электроэнергии в сельском хозяйстве. Подчёркнута специфика аграрного сектора, характеризующегося неравномерностью нагрузок, удалённостью потребителей и высокой протяжённостью линий электропередачи.

Ключевые слова: электроснабжение, сельское хозяйство, энергетические потери, энергоэффективность, умные сети, распределённая генерация, рациональное использование энергии.

Сельское хозяйство — это основа продовольственной безопасности любой страны. В современных условиях его эффективность немыслима без широкой электрификации и автоматизации. Однако рост энергопотребления в агропромышленном комплексе ставит перед аграриями новые вызовы: как обеспечить надежное электроснабжение и одновременно снизить растущие затраты на электроэнергию. Решение этой двуединой задачи лежит в области модернизации систем электроснабжения и внедрения ресурсосберегающих технологий.

Проблемы электроснабжения в сельском хозяйстве

Сельские электрические сети имеют ряд специфических черт, которые осложняют их эксплуатацию:

1. Высокая протяженность и низкая плотность нагрузки. Линии электропередач тянутся на многие километры для обслуживания относительно небольшого числа потребителей (ферм, полевых станков, животноводческих комплексов). Это приводит к значительным потерям электроэнергии.

2. Сезонность и неравномерность нагрузок. Пиковые периоды энергопотребления приходятся на уборочную кампанию (работа зерносушилок, норрий, вентиляторов), доильные процессы, определенные этапы в животноводстве и птицеводстве. В остальное время оборудование может простаивать.

3. Удаленность от мощных источников питания. Это часто приводит к нестабильности напряжения, перебоям в подаче электроэнергии, что критично для работы автоматики, систем микроклимата и высокопродуктивного скота.

4. Повышенные требования к надежности. Отключение электричества на молочной ферме, в птичнике или на овощехранилище может привести к колоссальным убыткам за считанные часы.

Эти проблемы делают тему не просто актуальной, а стратегически важной для рентабельности сельхозпредприятий.

Пути рационального использования электроэнергии

Рациональное использование энергии — это не просто ее экономия, а целый комплекс мер, направленных на повышение энергоэффективности всех процессов. Ключевые направления включают:

1. Техническое перевооружение и модернизация оборудования

- Замена устаревших электродвигателей. Электропривод — основной потребитель энергии в сельском хозяйстве. Замена двигателей класса энергоэффективности IE1 на современные (IE3, IE4) позволяет снизить энергопотребление на 5-10%. Целесообразна установка частотно-регулируемых приводов (ЧРП) на насосы, вентиляторы и транспортеры. ЧРП позволяет плавно регулировать скорость вращения двигателя в зависимости от реальной нагрузки, что экономит до 30-50% электроэнергии.

- Переход на энергоэффективное освещение. Замена ламп накаливания и люминесцентных светильников на светодиодные (LED) в животноводческих и птицеводческих помещениях, теплицах, складах дает экономию до 70%. LED-освещение обладает долгим сроком службы и может быть интегрировано в системы автоматического управления по датчикам освещенности или движения.

- Использование высокоэффективного технологического оборудования. Это касается доильных аппаратов с оптимизированным вакуумным циклом, энерго-сберегающих систем охлаждения молока, современных зерносушилок с рекуперацией тепла, капельного орошения вместо дождевальных машин с мощными насосами.

2. Оптимизация тарифов и управления нагрузками

- Многотарифный учет. Поскольку стоимость электроэнергии ночью значительно ниже, сельхозпредприятиям выгодно переносить энергоемкие процессы (нагрев воды, сушку зерна, вентиляцию складов) на ночное время.

- Компенсация реактивной мощности. Большое количество электродвигателей генерирует реактивную мощность, которая не совершает полезной работы, но увеличивает нагрузку на сети и может приводить к штрафам от энергопоставляющих организаций. Установка конденсаторных установок позволяет компенсировать эту мощность и снизить потери.

3. Внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Сельская местность с ее обширными территориями идеально подходит для использования ВИЭ:

Солнечная энергетика. Солнечные панели можно устанавливать на крышах животноводческих комплексов, ангаров, а также на земле. Они могут обеспечивать энергоснабжение насосов для полива, систем вентиляции, освещения и частично покрывать потребности фермы, снижая зависимость от централизованных сетей.

- Биоэнергетика. Переработка отходов животноводства и растениеводства в биогаз позволяет не только решить проблему утилизации, но и производить

электроэнергию и тепло на собственной когенерационной установке. Это замкнутый цикл, повышающий энергетическую автономию предприятия.

- Ветровая энергия. В ветреных регионах малые ветрогенераторы могут стать эффективным дополнением к солнечным электростанциям.

4. Автоматизация и интеллектуальные системы управления

«Умные» системы (технологии «умная ферма», «точное земледелие») позволяют оптимально расходовать ресурсы. Датчики контроля температуры, влажности, освещенности и уровня CO₂ позволяют системам автоматики включать оборудование только тогда, когда это действительно необходимо, исключая работу «вхолостую».

Список литературы

1. Электрические сети в сельской местности и их особенности. Новохатский Д.С., Мясоедова М.А., Мамонова Л.Г. В сборнике: Молодежь и наука: шаг к успеху. Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах. Курск, 2025. С. 228-231.

1. Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии в сельском хозяйстве. Масалов И.В., Мясоедова М.А. В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2025. С. 83-88

2. Ресурсосберегающие технологии. Взгляд в будущее. Рыжов А.А., Мясоедова М.А. В сборнике: Электроэнергетика сегодня и завтра. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 268-271.

3. Системы хранения энергии в агросекторе : исследования аккумуляторов и других технологий, позволяющих накапливать и использовать электроэнергию. Воронкина А.Н., Мясоедова М.А. В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 4-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 37-40.

4. Новые стандарты в области электрификации : прорывы и вызовы. Родионов П.А., Мясоедова М.А. В сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2023. С. 102-104

5. Энергетика сегодня новые реалии для России. Ароян А.В., Мясоедова М.А. В сборнике: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Курск, 2022. С. 30-32..

Seckerin Dmitry Mikhailovich, student

(e-mail: sekerindima24@yandex.ru)

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Myasoedova Marina Anatolyevna, associate professor

(e-mail: lady.mysoedova@yandex.ru)

State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Mamonova Lyudmila Gennadiyevna, associate professor

(e-mail: mamonova_lg@mail.ru)

State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

FEATURES AND METHODS OF USING ELECTRIC ENERGY IN AGRICULTURE

The article discusses the features of electricity supply and the use of electricity in agriculture. The specifics of the agricultural sector, characterized by uneven loads, remoteness of consumers and high burden of power transmission lines, are emphasized.

Keywords: *power supply, agriculture, energy losses, energy efficiency, smart grids, distributed generation, rational energy use.*

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ХРАНЕНИЮ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ

*Семенов Даниил Сергеевич, аспирант
Галкин Александр Иванович, магистрант
Уварова Анна Георгиевна, к.т.н., доцент
(a.g.uvarova@yandex.ru)*

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,

В этой статье мы рассмотрим различные методы хранения, современные технологии и практические советы, которые помогут минимизировать затраты и максимизировать качество сохраняемой продукции.

Ключевые слова: методы хранения сельхозпродукции, сушка, газовая среда, технологии, оборудование, инновации.

Для фермеров и аграрных предприятий, стремящихся обеспечить стабильный доход и независимость от сезонных факторов, эффективное хранение сельскохозяйственной продукции является критически важным аспектом их деятельности [1]. Каждый урожай — это не просто результат труда, это надежда на будущее, возможность обеспечить семью, развить бизнес, оставить наследие. Но что происходит, когда плоды труда начинают терять свою свежесть? Как сохранить их, чтобы они не стали лишь воспоминанием о лете?

Очень важным фактором является выбор методов хранения [2,3].

Одним из наиболее эффективных методов хранения сельскохозяйственной продукции является использование холодильного оборудования. Холодильные камеры позволяют поддерживать низкие температуры, которые снижают интенсивность дыхания продуктов, уменьшают потерю воды и подавляют рост микроорганизмов. Это особенно важно для продуктов, требующих строгих условий хранения, таких как спелые бананы и помидоры. Представьте себе: вы открываете дверь холодильной камеры, и вас встречает свежий, сладкий аромат фруктов, которые сохранили свою сочность и вкус. Это не просто хранение, это искусство.

Сушка — еще один эффективный метод хранения, который может быть естественным или искусственным [4]. Целью сушки является снижение влажности среды хранения и самих сельскохозяйственных продуктов, что препятствует росту и размножению микроорганизмов и предотвращает образование плесени. Сухие продукты имеют очень низкий уровень физиологической активности, что делает их пригодными для длительного хранения. Вспомните, как вы открываете пакет с сушеными яблоками: хрустящие, сладкие, они переносят вас в летние дни, когда вы собирали урожай. Это не просто еда, это воспоминания.

Контроль газовой среды - изменение концентрации газов в среде хранения может препятствовать дыханию сельскохозяйственных продуктов и другим метаболическим реакциям [5]. Этот метод, известный как контролируемая атмосфера,

особенно полезен для хранения фруктов и овощей, поскольку он может продлить их свежесть. Представьте, как вы берете в руки свежий огурец, который сохранил свою хрусткость и яркий цвет, несмотря на то, что он был собран несколько недель назад. Это возможно благодаря правильному контролю газовой среды.

Немаловажную роль для эффективного хранения выращенной продукции играют технологии и оборудование [6].

Использование современной сельскохозяйственной техники может существенно уменьшить нагрузку на рабочих и самим фермерам. Например, автоматизированные системы хранения и обработки продукции могут сократить время и усилия, необходимые для поддержания качества продукции [7]. Однако важно выбирать технику, которая выдержит зимнюю эксплуатацию и не потребует высоких затрат на ремонт и обслуживание. Когда вы видите, как машина аккуратно сортирует и упаковывает урожай, вы понимаете, что это не просто техника — это ваш надежный партнер.

Мощным стимулом прогресса являются инновации в агропромышленном секторе. Агропромышленный комплекс, являющийся сложной совокупностью взаимосвязанных элементов, требует эффективной координации и управления деятельностью всех отраслей и секторов, которые осуществляют соответствующие государственные и частные структуры. Государственное регулирование путем субсидий, дотаций, налоговых льгот и кредитных программ направлено на поддержку сельскохозяйственных производителей и стимулирование развития отрасли [8].

Модернизация агропромышленного комплекса играет ключевую роль в повышении эффективности хранения и производства сельскохозяйственной продукции. Государственная поддержка и инновационные проекты, такие как аграрные программы, демонстрируют успешные примеры интенсивно-инновационного развития сельского хозяйства. Эти программы включают в себя финансирование семейных ферм, предоставление технологического оборудования и создание благоприятных условий для инвестиций. Когда фермеры объединяются, чтобы внедрять новые технологии, они не просто улучшают свои хозяйства — они создают новое будущее для всего региона.

Практические советы для фермеров в области планирования и организации:

1 - анализ потерь — это первый шаг к успешному хранению [9]. Уменьшение потерь продукции при хранении является одним из важнейших путей сокращения дефицита продовольствия. Потери могут быть физическими (например, испарение влаги) и биологическими (например, дыхание, прорастание зерна, развитие микроорганизмов). Необходимо выбирать технику, которая соответствует конкретным потребностям вашего хозяйства и может выдержать круглогодичную эксплуатацию. Это поможет избежать поломок и высоких затрат на ремонт.

2 - софинансирование — это возможность, которую нельзя упускать. Использование государственных программ софинансирования, может помочь фермерам получить необходимое оборудование по более доступным ценам. Напри-

мер, семейные фермы могут получить технологическое оборудование по половине стоимости. Правильное бюджетное планирование поможет избежать высоких затрат на ремонт и обслуживание техники. Регулярное обслуживание и профилактика поломок могут существенно снизить расходы в долгосрочной перспективе.

3 - автоматизация — это не просто тренд, это необходимость. Автоматизированные системы хранения и обработки продукции могут существенно уменьшить физическую нагрузку на рабочих и самим фермерам. Обеспечьте, чтобы ваш персонал был хорошо обучен в использовании современной техники, что поможет избежать ошибок и увеличить эффективность работы [6]. Когда каждый знает свою роль, работа идет как по маслу.

Эффективное хранение сельскохозяйственной продукции — это не просто вопрос технологий и оборудования. Это философия, основанная на уважении к труду, к земле и к будущему. Каждый шаг, который мы делаем, каждое решение, которое принимаем, формирует наше завтра.

Список литературы

1 Уварова А.Г. Технологические достижения в сельском хозяйстве - взгляд в будущее // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции Чебоксары. Чебоксары, 2022. С. 718-721.

2 Уварова А.Г. Сущность и условия роста эффективности агропромышленного производства // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса. материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. 2016. С. 261-262.

3 Уварова А.Г., Зиновьев А.А. Мероприятия, направленные на повышение устойчивости функционирования объектов экономики // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев., 2019. С. 442-445.

4 Семенов Д.С., Уварова А.Г. Обзор систем сушки без подогрева или естественным воздухом // Молодежь и XXI век - 2025. сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2025. С. 281-284.

5 Сариги Н.В. Инновационные методы в производстве // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 221-224.

6 Митусов С.С., Уварова А.Г. Новые технологии обеспечения в АПК // Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе. сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2023. С. 177-180.

7 Уварова А.Г., Литнарвич О.И. Современные цифровые технологии как основной вектор в развитии агропромышленного комплекса // Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе. сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2023. С. 249-251.

8 Новые технологии в сельском хозяйстве России Уварова А.Г. // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 209-213.

9 Сущность методики Кайдзен Уварова А.Г., Калмыков Г.Д. // Интегративные тенденции в медицине и образовании. 2022. Т. 4. С. 217-222.

10 Сулейманлы Э. Г. Меры государственной поддержки агропромышленного комплекса в Российской Федерации: направления реализации и развития // "Экономика и социум" №6(121) 2024.

11. Инновационные сельскохозяйственные технологии/ Уварова А.Г.// сборнике: Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России. сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2021. С. 138-142.

12. Современные подходы в управлении технологической подготовкой производства/ Агеева А.А., Сариги Н.В., Уварова А.Г., Алыменко Ю.В.// В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2015. С. 12-14.

13. Специфика внедрения системы менеджмента качества на предприятиях АПК/ Уварова А.Г.// В сборнике: Научно-методические основы экономического развития и менеджмента аграрного производства. материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 328-331.

14. Применение информационных технологий в производстве/ Уварова А.Г., Канунникова А.О.// В сборнике: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве. Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Отв. редактор Т.Х. Жураев. 2020. С. 476-478.

15. Управление качеством в организациях и на предприятиях/ Куракулова Т.Ю., Уварова А.Г.// В сборнике: Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных трудов 4-й Международной молодежной научно-практической конференции. В 3-х томах. Ответственный редактор Е.В. Павлов. 2017. С. 368-371.

Semenov Daniil Sergeevich, PhD student

Galkin Alexander Ivanovich, Master's student

Uvarova Anna Georgievna, Cand.Tech.Sci, associate professor

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Russia

SUGGESTIONS FOR EFFICIENT STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Abstract. *In this article, we will look at various storage methods, modern technologies, and practical tips to help minimize costs and maximize the quality of stored products.*

Keywords: *agricultural products storage methods, drying, gas environment, technologies, equipment, innovations.*

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОСЕВНЫХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

Сергеев Кирилл Александрович, аспирант
sergeevka@mail.ru

Грашков Сергей Александрович, к.т.н., доцент
(e-mail: rigii46@mail.ru)

Михайлов Александр Сергеевич, аспирант
(email: alexandrmihailov1998@yandex.ru)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н., доцент
(konchin98@mail.ru)
(e-mail: konchin98@mail.ru)
Курский ГАУ, г. Курск

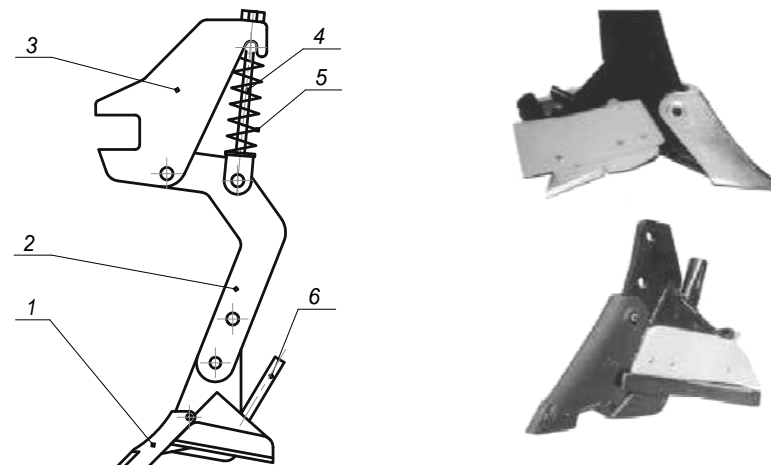
В статье проводится анализ конструктивных недостатков существующих посевных комплексов, таких как высокая металлоемкость, энергоемкость и проблема совместимости с отечественной тракторной техникой. В качестве решения рассматривается отечественная конструкция ее сошника, включая шарнирное крепление, предохранительное устройство на срезном болте и стрельчатую лапу для укладки семян. Основное внимание уделяется технологическим преимуществам агрегата, который за один проход выполняет предпосевную культивацию, посев, внесение удобрений и прикатывание. Отмечаются такие ключевые качества, как обеспечение стабильной глубины заделки семян, надежность работы, борьба с эрозией и сорняками, а также значительное ресурсосбережение по сравнению с существующими аналогами. Сеялка агрегируется с трактором МТЗ-82.

Ключевые слова: Посевной комплекс; сеялка СПС-3,6; сошник; срезной болт; предпосевная обработка почвы; ресурсосбережение; глубина заделки семян; плужная подошва.

Необходимость повышения качества выполнения технологического процесса, эксплуатационной надежности и производительности посевных машин и комплексов заставляет искать новые конструктивные схемы и нетрадиционные методы посевов [1-4].

Исследование конструктивных решений современных посевных комплексов выявило ряд характерных недостатков. К ним относятся усложненность устройства, значительная металлоемкость и повышенное энергопотребление. Кроме того, отмечается проблема совместимости: многие импортные машины не адаптированы для работы с отечественной тракторной техникой, что создает необходимость приобретения зарубежного трактора в дополнение к сеялке. Совокупность этих факторов ограничивает широкое применение таких комплексов и ведет к росту себестоимости сельхозпродукции.

Ключевым элементом в конструкции посевных комплексов АТД 18.35 и АТД 11.35 является сошник (рисунок 1). Его особенность — оснащение долотообразным ножом (поз. 1), который фиксируется на несущей стойке (поз. 2). Сама стойка соединена с кронштейном (поз. 3) посредством шарнира. Конструкция предусматривает защиту от поломок: при столкновении ножа с препятствием в почве срабатывает предохранительная пружина (поз. 5). Подача семян на подготовленное ложе осуществляется через семяпровод (поз. 6), также закрепленный на стойке [5-7].



1 – долотообразный нож; 2 – стойка; 3 – кронштейн; 4 – направляющий стержень; 5 – пружина; 6 – семяпровод.

Рисунок. 1 - Схема сошника комплексов АТД 18.35 и АТД 11.35

Посевные комплексы АТД 18.35 и АТД 11.35 выполняют полный цикл операций за один проход, обеспечивая ряд агротехнических преимуществ:

Точное рыхление: Глубина обработки строго выдерживается на заданном уровне (3, 4, 5 или 6 см).

Борьба с эрозией: Конструкция исключает образование «плужной подошвы» (гладкого уплотненного дна), которая способствует смыву плодородного слоя. Вместо этого формируется шероховатое, мелкогребнистое дно (высота гребней до 1 см).

Сохранение влаги: Технология исключает необходимость предпосевного прикатывания, которое приводит к вытягиванию влаги на поверхность. Уплотнение происходит только на глубине заделки семян.

Оптимальный микроклимат: На поверхности создается мульчированный мелкокомковатый слой, который гарантирует стабильный тепловой и воздушный режим для прорастающих семян и растений.

Борьба с сорняками: Обеспечивается эффективное вычесывание всходов сорняков на стадии «белых нитей», что предотвращает их дальнейшее развитие до фазы зеленых листьев.

Гибкость условий: Обработка возможна при широком диапазоне влажности почвы — до 40%.

Ресурсосбережение: Комплексы обеспечивают экономию агротехнического времени (до 5 дней), а также снижают энергозатраты в 2-8 раз.

Механизм укладки семян

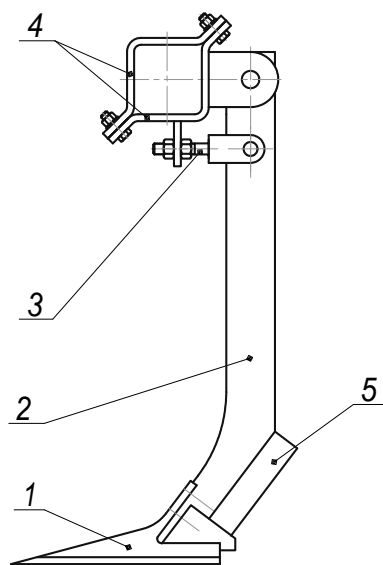
Посев осуществляется с помощью сошников (рисунок 2, поз. 5), выполненных в форме стрелчатой культиваторной лапы. Конструкция сошника (рисунок 2) разработана для равномерной глубины заделки семян и включает следующие элементы:

Стойку (поз. 2).

Стрелчатую лапу (поз. 1), установленную на этой стойке.

Семяпровод (поз. 5), закрепленный на стойке.

Делитель, расположенный за лапой, который распределяет семена полосой.



1 – культиваторная лапа; 2 – стойка; 3 – предохранитель;
4 – кронштейн; 5 – семяпровод.

Рисунок 2 - Сошник предлагаемой сеялки СПС-3,6

Стойка (рисунок 2, поз. 2) шарнирно закреплена на раме сеялки посредством кронштейна (рисунок 2, поз. 4), на котором также установлен предохранитель (рисунок 2, поз. 3). Предохранитель предназначен для предотвращения механического разрушения или деформирования стойки в результате контакта с пре-

пятствием в слое почвы. Разрушаемым элементом в предохранительном устройстве является срезной болт. Также при помощи предохранителя производится индивидуальная регулировка сошников.

Преимуществами такой конструкции сошника является обеспечение меньшего диапазона варьирования глубины заделки семян, по сравнению с подпружиненными сошниками, ввиду более жесткой конструкции стойки, а также простота конструкции, обеспечение надежной работы в условиях пониженной влажности, устойчивое прямолинейное движение [8-10].

Для прикатывания посевных полос сеялка оснащена прикатывающими катками.

Таким образом, предлагаемая сеялка за один проход выполняет следующие технологические операции: предпосевную культивацию на глубину заделки семян, посев, внесение гранулированных минеральных удобрений и прикатывание посевов.

Сеялка прямого сева СПС-3,6 агрегируется с трактором МТЗ-82. Загрузку бункеров производится с помощью зернопогрузчика ЗС-2М.

Список литературы

1. Коровин, М. А. Безопасность жизнедеятельности при техническом обслуживании сельскохозяйственной техники / М. А. Коровин, Е. В. Сазонов, С. А. Грашков // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова, 2023. – С. 340-344.
2. Продовольственные проблемы и пути решения / Е. Е. Сивак, С. Н. Волкова, С. А. Грашков, Н. Е. Смольянинов // Продовольственная безопасность: прошлое, настоящее, будущее : Материалы круглого стола (с международным участием). В 2-х частях, Луганск, 24 января 2023 года. Том Часть II. – Луганск: Издательство "Ноулидж", 2023. – С. 168-173.
3. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.
4. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.
5. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли растениеводства в 2024 году / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 75-78.
6. Грашков, С. А. Обзор оборудования перерабатывающих производств и контроль выполнения работ / С. А. Грашков, В. А. Кончин, А. И. Локтионов // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 61-67.
7. Восстановление и упрочнение деталей машин композиционными гальваническими покрытиями / Е. В. Агеев, В. И. Серебровский, Р. А. Латыпов [и др.]. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2011. – 76 с. – ISBN 9875736907021.

8. К вопросу о сцепляемости электроосажденных покрытий с основным металлом / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафронов [и др.] // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2015 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2015. – С. 216–218.

9. Серебровский, В. И. Зависимость прочности электроосажденного железа от структуры покрытия / В. И. Серебровский, Е. С. Калущий, О. С. Серникова // Современные материалы, техника и технологии. – 2022. – № 6(45). – С. 71–77.

10. Кончин, В. А. Упрочнение лемеха плуга электродуговой наплавкой спеченным электродом из электроррозионной шихты / В. А. Кончин, О. С. Серникова, В. И. Серебровский // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 93–97.

14. Повышение износостойкости стали хвг для деталей топливной аппаратуры дизелей методом нитроцементации/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2020. Т. 10. № 1. С. 43–56.

15. Повышение устойчивости формы и размеров прецизионных изделий химико-термической обработкой/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 1 (30). С. 19–28.

16. Упрочнение режущих деталей сельскохозяйственной техники сульфацированием/ Сазонов Е.В., Сальков С.Н., Грашков С.А., Пивовар Н.А., Степашов Р.В.// В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 172–181.

17. Восстановление корпусных деталей агрегатов автомобиля кпг с электроэрозионными материалами/ Агеев Е.В., Грашков С.А., Хардинов С.В.// Курск, 2020.

18. Модификация поверхностей деталей плунжерных пар дизельных топливных насосов карбидами путем химико-термической обработки/ Грашков С.А., Колмыков В.И.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9. № 2 (31). С. 83–96.

Fyodor Yuryevich Plokhyykh, PhD student

Grashkov Sergey Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Vladimir Alekseevich Konchin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kursk State Agrarian University, Kursk

SAFETY OF LIFE WHEN WORKING IN A REPAIR SHOP

This paper examines the main aspects of occupational safety in an engine repair shop, including measures to prevent occupational injuries, ensure electrical safety and fire safety, and improve sanitary conditions. The working conditions in the workshop were analyzed, including the use of protective equipment, ventilation and heating systems, as well as waste disposal systems.

Keywords: Labor protection, electrical safety, fire safety, ventilation, sanitary conditions, protective equipment, metalworking machines, waste disposal, occupational injuries, harmful factors.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛЭП

Серебровский Владимир Исаевич, д.т.н., профессор

(e-mail: svi.doc@yandex.ru)

Капустин Дмитрий Евгеньевич, студент

(e-mail: dmitriicapustin@yandex.ru)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н.

(e-mail: konchin98@mail.ru)

*Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г. Курск, Россия*

В настоящей работе проведено исследование повышения эффективности высоковольтных линий электропередач. Показаны нынешние показатели применяемых технологий. Приведены способы повышения эффективности высоковольтных линий электропередач на основе внедрения новых технологических решений.

Ключевые слова: линии электропередач, изоляционные материалы, проводниковые сплавы.

В последние десятилетия интенсивность энергопотребления неуклонно растёт под влиянием урбанизации, развития промышленности и внедрения информационно-коммуникационных технологий. При этом высоковольтные магистральные линии остаются ключевым звеном энергосистемы, отвечающим за передачу больших объёмов электроэнергии на значительные расстояния. Однако потери при передаче, обусловленные сопротивлением проводников, реактивными мощностями и погодными факторами, порождают как прямые финансовые затраты на генерацию дополнительных резервов, так и косвенные — повышение тарифов и снижение конкурентоспособности энергокомпаний. Например, в некоторых регионах России суммарные потери в сетях достигают 10–12 %, что эквивалентно выработке средней ТЭС третьей категории по мощности. Снижение этих потерь на 1–2 % способно освободить десятки мегаватт для присоединения новых потребителей без капитального строительства.

Современная сеть высоковольтных линий электропередач во многих регионах страны сформировалась ещё в последние десятилетия XX века. При этом большая часть опор и изоляторов эксплуатируется уже более тридцати лет, что приводит к повышенной вероятности отказов под нагрузкой и увеличению показателей аварийности. Коррозия металлических конструкций, микротрещины в фарфоровых и композитных изоляторах, износ контактных соединений — все эти факторы создают фон для непредсказуемых перегрузок. В результате снижается коэффициент использования пропускной способности линии и растут затраты на восстановительные работы [1–3]. Например, в одном из пригородных районов централизованного энергоснабжения частые межфазные замыкания на изношенных опорах приводили к простоею объекта более чем на пятнадцать часов в год, что вызывало серьёзное недовольство местных потребителей и дополнительные расходы на аренду резервных генераторов [4].



Рисунок 1 – Высоковольтные линии электропередач

Постоянное усложнение энергетических систем и растущие нагрузки на магистральные линии стимулируют внедрение передовых технических решений, призванных повысить надежность и пропускную способность инфраструктуры [5]. Обеспечение стабильного электроснабжения мегаполисов и отдалённых регионов невозможно без использования материалов и устройств нового поколения, способных противостоять экстремальным климатическим условиям, минимизировать потери и предсказывать возможные отказы. В настоящее время в арсенале отрасли имеется целый ряд технологий, охватывающих как конструктивные особенности проводов и изоляторов, так и цифровые системы мониторинга, позволяющие в реальном времени корректировать режим работы линий электропередачи.

Современные разработки в области проводниковых сплавов позволяют значительно снизить инерцию и общий вес конструкции линии при одновременном повышении её прочностных характеристик. Замена традиционных алюминево-стальных (ACSR) жил на композитные с металлической сердцевиной или на полностью алюминиевые сплавы с кремниевыми и литиемодифицированными легирующими добавками обеспечивает лучшее соотношение прочности и удельного сопротивления. В ряде пилотных проектов в Европе и Азии были испытаны провода на основе углеродного волокна, армированного алюминием (ACCC), демонстрирующие снижение провисания при высоких температурных нагрузках и возможность работы при повышенных токах до 50 % выше нормативных значений. Эти материалы уже интегрированы в несколько участков сетей средней протяжённости, где они показали уменьшение механического износа и улучшенную устойчивость к коррозии.



Рисунок 2 – Композитные жилы с металлической сердцевиной

В секторе изоляционных материалов особое внимание уделяется полимерным композитам и наноструктурированным покрытиям. Так, силоксановые и эластомерные компаунды на основе кремнийорганических соединений с внедрением наночастиц оксида алюминия или диоксида титана позволяют существенно повысить гидрофобность поверхности и сопротивляемость загрязнениям. Их применение обеспечивает снижение риска поверхностных дуг и накопления токов утечки на изоляционных подвесках. В пилотном проекте на территории горного района были заменены фарфоровые и стеклянные муфты на полимерные с нанонапылением, что позволило уменьшить число отключений после дождей и снизить потребность в частой очистке изоляции на 40 % [6-10]. Кроме того, активно изучаются керамические композиты на основе карбида кремния и нитрида бора, способные работать в условиях экстремальных температур и агрессивной среды.



Рисунок 3 – Повреждения и виды изоляционных материалов

Повышение допустимого тока передачи нередко ограничивается перегревом проводников. Здесь на помощь приходят интеркулерные и внешние системы активного охлаждения. Испытания проводников с внутренними каналами для циркуляции прохладного фторуглеродного хладагента показали возможность удержания рабочих температур в пределах 60–70 °С при нагрузках на 20–25 % выше обычных. В отдельных системах линии оборудованы воздушными вентиляторами, работающими ночью, чтобы охлаждать провода в периоды пониженного энергопотребления. Мониторинг температуры осуществляется через

встроенные оптические волокна и датчики на основе соотношения интенсивности света в спектре рассеяния Брея.

Помимо самих материалов, значительное повышение эффективности дают технологии установки и замены элементов без полного отключения линии. Мобильные стержневые зажимы на основе быстросъёмных композитов позволяют временно поддерживать проводник под нагрузкой, тогда как специалисты производят замену повреждённого участка. В ряде стран используются роботизированные платформы, способные в автоматическом режиме обеспечить снятие старых и натяг новых проводников, минимизируя человеческое присутствие на высоте и сокращая риск несчастных случаев.

В ходе исследования проведён сравнительный анализ традиционных и композитных материалов для изготовления токопроводящих жил [11-14]. Выявлено, что композитные материалы оказываются более устойчивыми к растяжению и коррозии, что снижает эксплуатационные расходы на обслуживание воздушных трасс.

Список литературы

1. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.
2. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.
3. Савенков, Д. В. К вопросу применения технологий Интернета вещей (ИОТ) в сельскохозяйственной технике для повышения эффективности агропромышленного производства / Д. В. Савенков, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 162-166.
4. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173. – EDN VEODKG.
5. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.
6. Кончин, В. А. Особенности получения металлических порошков электроэрозийным методом / В. А. Кончин // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 12-13 декабря 2023 года. – Курск: Университетская книга, 2023. – С. 262-268.
7. Кончин, В. А. Возможные способы получения композиционных покрытий / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11-12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 192-197.

8. Кончин, В. А. Исследование микроструктуры плазменных покрытий стрелчатых лап культиватора / В. А. Кончин // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 1(52). – С. 56-60.

9. Кончин, В. А. К вопросу об оптимизации плазменно-порошковой наплавки / В. А. Кончин // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 20 октября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 63-68.

10. Кончин, В. А. К вопросу контроля качества плазменных покрытий восстановленных стрелчатых лап культиватора, методом плазменно-порошковой наплавки электроэрозийных порошков из твердого сплава Т30К4 / В. А. Кончин // Современные технологии, материалы и техника : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 20 декабря 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 278-281.

11. Кончин, В. А. Исследование морфологии титановольфрамовых твердосплавных электроэрозийных порошков / В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова, 2023. – С. 134-136.

12. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11-12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

13. Кончин, В. А. Исследование пористости нового титановольфрамового твердого сплава на основе электроэрозийных порошковых материалов / В. А. Кончин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 246-249.

14. Кончин, В. А. Определение гранулометрического размера электроэрозийного порошка титано-карбидовой группы, полученного в дизельном топливе / В. А. Кончин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 99-104.

15. Марков, И. С. Анализ цифровизации процессов в АПК / И. С. Марков, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 162-167.

16. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

17. Фетисов, В. С. Влияние композиционных покрытий на эксплуатационные характеристики машин и оборудования сельского хозяйства / В. С. Фетисов, В. А. Кончин // Электроэнергетика: сегодня и завтра : сборник научных статей 4-й Международной научно-технической конференции, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 180-185.

*Serebrovsky Vladimir Isaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor
(e-mail: svi.doc@yandex.ru)*

*Kapustin Dmitry Evgenievich, student
Vladimir Alekseevich Konchin, Ph.D.*

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HIGH-VOLTAGE POWER LINES

Abstract: In this paper, a study has been conducted to improve the efficiency of high-voltage power transmission lines. The current indicators of the applied technologies are shown. The methods of increasing the efficiency of high-voltage power transmission lines based on the introduction of new technological solutions are presented.

Keywords: power transmission lines, insulating materials, conductor alloys.

ПРИОРИТЕТНЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА

*Серникова Ольга Сергеевна, старший преподаватель
(e-mail: olga.sernikova@mail.ru)*

*Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г. Курск, Россия*

В представленной работе исследуются наиболее актуальные пути технического перевооружения и оптимизации систем распределения электроэнергии. Центральное место в исследовании занимает оценка структуры и факторов, обуславливающих основные объемы потерь в электросетях.

Ключевые слова: электроснабжающие сети, техническое перевооружение, надежность энергосистем, качество электропитания, снижение потерь.

Модернизация сетей электроснабжения представляет собой одно из ключевых направлений трансформации энергетического сектора, что обусловлено целым рядом факторов, что является ключевым фактором преобразования в энергетике. Данная необходимость диктуется комплексом вызовов, стоящих перед обеспечением устойчивого развития инфраструктурных объектов. Со стороны спроса наблюдается постоянный рост нагрузок, связанный с глобальными трендами: интенсивной урбанизацией, повсеместной цифровой трансформацией и внедрением энергоемких технологий. Параллельно ужесточаются стандарты, предъявляемые к сетевым комплексам, в части их бесперебойности, ресурсоэффективности и минимизации экологического следа, что делает их глубокую модернизацию безальтернативным сценарием.

Одной из центральных проблем становится интеграция в энергосистему объектов распределенной генерации на основе возобновляемых источников (ВИЭ), таких как солнечные панели и ветропарки. Несмотря на их неоспоримый вклад в декарбонизацию, их непостоянный характер работы вносит существенную нестабильность в энергобаланс. Дополнительную сложность по управлению массовое распространение электротранспорта, создающего новые, зачастую непредсказуемые, профили нагрузки, а также активное внедрение систем накопления энергии. Эти факторы в совокупности обуславливают необходимость не только физической адаптации сетевой инфраструктуры, но и кардинального изменения принципов ее операционного управления.

Модернизация сетей электроснабжения, сопровождаемая внедрением интеллектуальных технологий, направлена на создание гибких и устойчивых энергосистем. Такие системы, будучи построенными на базе концепции «умных» сетей (Smart Grid), предполагают использование искусственного интеллекта, больших данных и интернета вещей для обеспечения максимально эффективного взаимодействия между производителями, потребителями и распределительными компаниями. В этом контексте цифровизация становится не только стратегическим инструментом, но и обязательным условием достижения энергетической безопасности.

Помимо технологических изменений, не менее важным аспектом является улучшение физической инфраструктуры сетей. Использование новых материалов, разработка и внедрение высокоэффективных передающих линий и трансформаторных подстанций, а также применение технологий передачи постоянного тока высокого напряжения (HVDC) создают предпосылки для снижения потерь энергии при передаче на дальние расстояния.

Потери электроэнергии в процессе её передачи – одна из ключевых статей расходов, которые неизбежно включаются в конечную стоимость электроэнергии (ЭЭ). Уменьшение этой стоимости выступает важным приоритетом как для производителей, так и для потребителей. Иными словами, затраты на потери ЭЭ оказывают прямое влияние на развитие всей электроэнергетической отрасли. Наибольшие утраты электроэнергии фиксируются в сетях напряжением 0,4–10 кВ, которые предназначены для снабжения городских и сельских жителей, а также небольших предприятий и других пользователей.

Распределительные электрические сети – это совокупность электроустановок, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии потребителям. Они включают подстанции, распределительные устройства, линии электропередач и иные элементы инфраструктуры, объединённые общей территорией.

В наше время на первый план выходит разработка нового энергосберегающего оборудования. Энергосберегающие лампы, нагреватели и электродвигатели – всё это стало привычными элементами повседневной жизни. На фоне мировых тенденций к экономии ресурсов становится всё более актуальным поиск решений для повышения энергоэффективности распределительных сетей, включая как воздушные, так и кабельные линии, подстанции и силовое оборудование.

Эксперты указывают, что текущее состояние сетей класса 35; 10; 6 и 0,4 кВ оставляет желать лучшего. Согласно статистике, порядка 40–80% аварийных отключений приходится на воздушные линии напряжением 10 и 0,4 кВ. Это говорит о низкой надёжности сетей и неудовлетворительном качестве поставляемой электроэнергии. Под качеством электроэнергии (КЭ) понимают степень соответствия её характеристик установленным стандартам.

Одной из главных причин недостаточного качества является чрезмерная длина воздушных линий. Например, оптимальная длина для линий напряжением 10 кВ составляет 10–12 км, но около 15% эксплуатируемых линий превышают

длину 20 км. Слишком длинные линии приводят к потерям напряжения и отклонениям от номинальных значений, что нарушает стабильность работы сети. Согласно стандарту ГОСТ 32144-201№, такие отклонения не должны превышать 10% от номинального значения напряжения в течение 100% времени за неделю.

Современные сети электроснабжения, представляющие собой сложные системы генерации, передачи и распределения электроэнергии, играют ключевую роль в обеспечении функционирования экономики, инфраструктуры и повседневной жизни. Однако эти сети, несмотря на их жизненно важное значение, сталкиваются с рядом серьезных проблем, обусловленных как техническими, так и экономическими факторами.

Во многих странах значительная часть инфраструктуры электросетей была построена несколько десятилетий назад, что приводит к ее физическому износу. Устаревшие линии электропередачи, трансформаторные подстанции и распределительные устройства зачастую не соответствуют современным стандартам энергоэффективности и безопасности. Такой износ, сопровождаясь повышением вероятности аварийных отключений, увеличивает эксплуатационные затраты и создает риски для надежности энергоснабжения.

Кроме того, традиционная модель централизованного энергоснабжения, основанная на крупных электростанциях, сопряжена с высокими потерями энергии на стадии передачи и распределения. Согласно оценкам, на этом этапе может теряться до 10–15% всей вырабатываемой электроэнергии, что ставит под сомнение экономическую и экологическую целесообразность использования таких систем. Эти потери становятся особенно ощутимыми при необходимости передачи энергии на большие расстояния, что характерно для территорий с неравномерным распределением производственных и потребительских мощностей.

Сложности текущего состояния усугубляются растущей нагрузкой на сети в условиях увеличивающегося энергопотребления. Развитие промышленных кластеров, повышение уровня электрификации транспорта и переход к «умным» городам создают дополнительные требования к пропускной способности систем. Эти изменения, сопровождаясь значительными пиковыми нагрузками, выявляют недостаточную гибкость существующих сетей, неспособных эффективно справляться с изменяющимися профилями потребления.

Одновременно с этим возрастают требования к интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как солнечные и ветряные электростанции. Хотя эти источники способствуют декарбонизации энергосектора, их высокая переменность и зависимость от погодных условий создают дополнительные вызовы для управления сетями. Например, существующая инфраструктура не всегда способна оперативно адаптироваться к внезапным изменениям генерации, что требует внедрения технологий балансировки нагрузки и хранения энергии.

Стоит отметить, что сетевая инфраструктура также недостаточно защищена от растущих угроз кибербезопасности. В условиях цифровизации и все более

широкого применения интеллектуальных систем управления увеличивается вероятность кибератак, способных привести к нарушению работы сетей и существенным экономическим убыткам. Актуальность этой проблемы подчеркивается необходимостью разработки и внедрения надежных механизмов защиты данных и инфраструктуры.

Наряду с техническими проблемами, сети электроснабжения сталкиваются с финансовыми и регуляторными ограничениями. Инвестиции в модернизацию часто сдерживаются высокой стоимостью таких проектов, а также отсутствием стимулов для частных компаний. В то же время регуляторы нередко сосредоточены на поддержании тарифов на электроэнергию на доступном уровне, что ограничивает возможности для значительного увеличения капитальных вложений.

Вместе с физическим износом часто наблюдается и моральное устаревание технологий. Прежние разработки, которые считались инновационными несколько десятков лет назад, уже не выдерживают конкуренции с новыми решениями, обеспечивающими высокую производительность и долговечность.

Потери в распределительных сетях можно условно разделить на три категории: нагрузочные, условно-постоянные и климатические, представленные на рисунке 1.

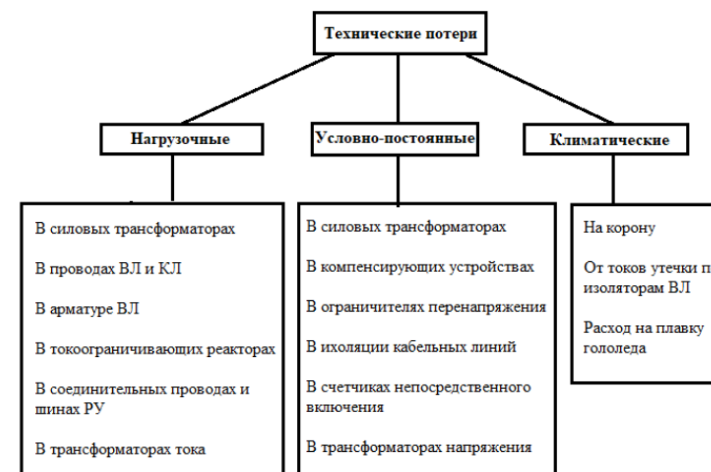


Рисунок 1 – Структура электрических потерь в распределительных сетях

Как демонстрирует рисунок 1, величина нагрузочных потерь главным образом определяется потерями, возникающими в силовых трансформаторах и проводах линий электропередач. Это позволяет выдвинуть гипотезу, что модернизация сети за счёт замены устаревших силовых трансформаторов и проводов линий может привести к повышению энергоэффективности и достижению значительной экономии электроэнергии.

Рисунок 2 иллюстрирует усреднённое распределение структурных составляющих расчётных технических потерь электроэнергии, отражающее их доли от общей суммы в распределительных сетях.

Структурные составляющие потерь	Доля структурной составляющей от суммарных потерь, %
Нагрузочные потери, в том числе:	75,3
– в линиях	64,7
– в трансформаторах	10,6
Условно-постоянные потери, в том числе:	24,7
– холостой ход трансформаторов	16,6
– расход на собственные нужды	2,7
Прочие условно-постоянные потери	5,4

Рисунок 2 – Усредненная структура технических потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях

В 20-х годах 20 века российским ученым-экономистом Н.Д. Кондратьевым (1892-1938) на основе анализа различных факторов, влияющих на изменения мировой экономики, показано, что эти изменения носят циклический, колебательный характер. За рубежом циклы Кондратьева называют волнами процветания, в современной отечественной литературе – технологическими укладами. Основой каждого цикла является одна или несколько ключевых технологий, оказывающих принципиальное влияние на обновление производственных процессов.

Распределительные электрические сети нового шестого технологического уклада – это сети с принципиально новыми свойствами, режимами работы и возможностями, обусловленными целым рядом объективных причин и тенденций развития мировой и российской электроэнергетики. На рисунке 3 представлена информация по оснащению интеллектуальными системами учета ДЗО ПАО «Россети».



Рисунок 3 – оснащение интеллектуальными системами учета ДЗО ПАО «Россети»

Оснащение интеллектуальными системами учета позволяет реализовать новую модель процесса выявления очагов потерь и их снижения, представленную на рисунке 4.



Рисунок 4 – Модель выявления очагов потери электроэнергии

Модернизация сетей электроснабжения представляет собой ключевой этап в развитии энергетического сектора, обеспечивая его адаптацию к современным вызовам и требованиям. Проведенный анализ продемонстрировал, что текущее состояние инфраструктуры, характеризующееся высоким уровнем износа, низкой гибкостью и ограниченной способностью интеграции возобновляемых источников энергии, требует комплексного подхода к реформированию.

Одним из наиболее перспективных направлений модернизации является цифровизация сетей, что включает внедрение интеллектуальных систем управления, использование искусственного интеллекта и интернета вещей. Эти технологии не только повышают оперативность и надежность управления, но и позволяют минимизировать потери энергии и адаптировать системы к растущим нагрузкам.

Интеграция возобновляемых источников энергии, при всех сложностях, связанных с их переменной выработкой, открывает широкие перспективы для снижения углеродного следа энергосистем. Децентрализация генерации, развитие накопителей энергии и совершенствование систем балансировки нагрузки формируют базу для более устойчивого и экологически безопасного энергообеспечения.

Физическая модернизация сетевой инфраструктуры, включая обновление линий электропередачи, внедрение новых материалов и технологий передачи энергии, таких как HVDC, также играет критическую роль. Эти изменения способствуют повышению энергоэффективности и снижению издержек при эксплуатации.

Однако модернизация невозможна без учета экономических и регуляторных факторов. Она требует значительных инвестиций, которые могут быть оправданы только при наличии долгосрочной стратегии и государственной поддержки. Международный опыт показывает, что успех в данной области возможен при взаимодействии частного и государственного секторов, а также благодаря четкой законодательной базе.

Список литературы

1. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173. – EDN VEODKG.
2. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.
3. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.
4. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.
5. Савенков, Д. В. К вопросу применения технологий Интернета вещей (ИОТ) в сельскохозяйственной технике для повышения эффективности агропромышленного производства / Д. В. Савенков, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 162-166.
6. Рудых, В. А. Усовершенствование конструкции сводоразрушений на предприятиях / В. А. Рудых, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 153-159.
7. Кончин, В. А. Возможные способы получения композиционных покрытий / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11-12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 192-197.
8. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.
9. Кончин, В. А. К вопросу об оптимизации плазменно-порошковой наплавки / В. А. Кончин // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 20 октября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 63-68.

10. Серебровский, В. И. Уравновешивание потоков реактивной мощности в силовых трансформаторах при электроснабжении агропромышленного комплекса / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 173-178.

11. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-117.

12. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11-12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

13. Кончин, В. А. Исследование пористости нового титановольфрамового твердого сплава на основе электроэрозионных порошковых материалов / В. А. Кончин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 246-249.

14. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли животноводства / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 117-120.

15. Марков, И. С. Анализ цифровизации процессов в АПК / И. С. Марков, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 162-167.

16. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

17. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11-12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

18. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.

19. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

Olga Sergeevna Sernikova, Senior lecturer

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

PRIORITY VECTORS OF DEVELOPMENT OF THE ELECTRIC GRID COMPLEX

Abstract: In the presented work, the most relevant ways of technical re-equipment and optimization of power distribution systems are investigated. The central place in the study is occupied by the assessment of the structure and factors that determine the main volumes of losses in the electric grid. Keywords: power supply networks, technical re-equipment, reliability of power systems, quality of power supply, loss reduction.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Серникова Ольга Сергеевна, старший преподаватель
(e-mail: olga.sernikova@mail.ru)*

*Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
г. Курск, Россия*

В статье рассмотрены вопросы обеспечения качества электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий. Проведен анализ основных параметров качества электроэнергии, включая частоту, напряжение, гармонические искажения, и их влияние на стабильность работы оборудования.

Ключевые слова: качество электроэнергии, промышленные предприятия, системы электроснабжения, гармонические искажения, частота, напряжение.

Проблема поддержания стандартов качества электроэнергии в сетях промышленных предприятий занимает центральное место в современной электроэнергетике. От этого критерия напрямую зависят стабильность технологических циклов, рентабельность производства и долговечность дорогостоящего оборудования. В эпоху повсеместной автоматизации на сложные электронные системы даже кратковременные отклонения параметров питания способны спровоцировать масштабные сбои, повредить технику и вызвать существенные финансовые издержки.

Современные промышленные комплексы, оснащенные высокочувствительной автоматикой и роботизированными линиями, предъявляют исключительно высокие требования к стабильности и точности характеристик электропитания. В то же время, реальная эксплуатация сетей сопряжена с целым спектром дестабилизирующих явлений: колебаниями и провалами напряжения, гармоническими помехами, нестабильностью частоты и другими формами отклонений от регламентированных норм. В свете указанных обстоятельств, формирование комплексной методологии, направленной на всесторонний мониторинг, анализ и улучшение качества электроэнергии, превращается в первостепенную практическую задачу.

Актуальность данной темы обусловлена не только растущими требованиями промышленности, но и динамично изменяющимися условиями функционирования энергосистем, которые все чаще включают в себя децентрализованные источники энергии, такие как возобновляемые энергетические установки. Их

подключение, сопровождаемое изменением характера нагрузок, усиливает вероятность возникновения различных видов нарушений, что требует новых подходов к диагностике и предотвращению последствий ухудшения качества электроэнергии.

Целью данного исследования является анализ ключевых аспектов обеспечения качества электроэнергии в системах электроснабжения промышленных объектов, выявление факторов, влияющих на параметры электрической энергии, а также разработка рекомендаций по применению эффективных технических решений для минимизации негативных последствий.

Исследование данной проблемы имеет не только теоретическое, но и практическое значение, способствуя созданию эффективных систем управления энергией, минимизации рисков аварийности и оптимизации энергопотребления в условиях роста технологической сложности промышленных процессов.

Качество электроэнергии является фундаментальной характеристикой электрической системы, определяющей её способность обеспечивать надежное и эффективное функционирование оборудования, потребляющего электрическую энергию. Понятие качества электроэнергии охватывает совокупность параметров электрического тока и напряжения, соответствие которых установленным нормативам позволяет гарантировать безопасность эксплуатации электрических устройств, минимизируя риски отказов и повреждений. Основные параметры качества электроэнергии представлены на рисунке 1.

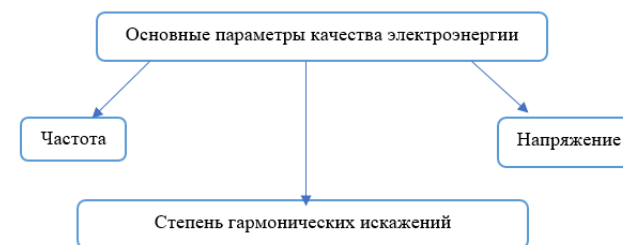


Рисунок 1 – Параметры качества электроэнергии

Частота переменного тока в большинстве энергетических систем поддерживается на уровне 50 или 60 Гц в зависимости от региона, и даже небольшие её отклонения могут вызывать нарушения в работе синхронных машин, а также систем управления, чувствительных к частоте. Напряжение, характеризующее амплитуду сигнала, должно соответствовать заданным значениям в рамках допустимых пределов; резкие изменения, такие как провалы, всплески или отклонения от номинального уровня, могут приводить к сбоям в работе промышленного оборудования и выводу из строя его отдельных компонентов.

Форма электрического сигнала, идеализированная в виде синусоиды, на практике часто испытывает искажения, вызванные влиянием нелинейных нагрузок. Гармонические составляющие, возникающие при таких искажениях, не-

гативно воздействуют на системы электроснабжения, повышая уровни тепловых потерь, вызывая дополнительную нагрузку на трансформаторы и генераторы, а также ухудшая электромагнитную совместимость. Современные промышленные предприятия, используя большое количество преобразователей частоты, источников бесперебойного питания и других устройств на основе силовой электроники, способствуют увеличению доли таких искажений в энергосистеме.

Нормативные документы, регулирующие параметры качества электроэнергии, играют важную роль в поддержании стабильности энергетической инфраструктуры. В России данный вопрос регламентируется ГОСТ 32144-2013, устанавливающим предельно допустимые отклонения параметров электрической энергии в распределительных сетях общего назначения. Международные стандарты, такие как серия IEC 61000, дополняют национальные подходы, обеспечивая унификацию требований для различных регионов и облегчая интеграцию международных проектов.

Последствия несоблюдения стандартов качества электроэнергии зачастую проявляются в значительных экономических убытках, связанных с простоем производства, повреждением дорогостоящего оборудования и увеличением затрат на ремонт. Кроме того, ухудшение качества электроэнергии способствует повышению износа электрической инфраструктуры, включая кабельные линии, трансформаторы и системы распределения.

Одной из ключевых особенностей обеспечения качества электроэнергии является необходимость постоянного мониторинга её параметров. Использование цифровых технологий и интеллектуальных систем управления позволяет своевременно выявлять отклонения и принимать корректирующие меры. Применяя устройства контроля, оснащенные функцией анализа гармонического состава, можно точно определять источник искажения, разрабатывая индивидуальные решения для каждого объекта.

Качество электроэнергии в промышленных системах электроснабжения зависит от множества факторов, которые, взаимодействуя между собой, могут приводить к ухудшению параметров электрической энергии и возникновению отклонений от установленных стандартов. Эти факторы условно разделяются на внешние, связанные с работой энергосистемы общего пользования, и внутренние, возникающие внутри предприятия вследствие особенностей его нагрузки и оборудования.

Энергосистема общего пользования, обеспечивая распределение электроэнергии от генераторов к потребителям, часто становится источником нарушений, вызванных как естественными процессами, так и техногенными факторами. Среди наиболее значимых причин можно выделить:

Системы передачи электроэнергии, испытывая высокую нагрузку в часы пикового потребления, часто сталкиваются с провалами напряжения. Это явление, проявляющееся в кратковременных понижениях уровня напряжения ниже номинального значения, становится критичным для производственных процессов, требующих стабильной работы оборудования.

Атмосферные явления, такие как грозы, сильные ветры и обледенения, нарушают стабильность работы линий электропередачи, вызывая короткие замыкания, повреждения проводов и снижение надёжности снабжения. Эти явления сопровождаются скачками напряжения и всплесками токов, которые могут нарушать работу чувствительных устройств.

Нередко энергокомпании не обеспечивают строгого соблюдения нормативов качества, что особенно характерно для удалённых или малообеспеченных регионов. Проблемы в эксплуатации сетей, вызванные износом оборудования, недостаточным финансированием ремонтных работ или устаревшими технологиями управления, также вносят свой вклад в ухудшение качества.

На уровне самого предприятия основной причиной отклонений в параметрах электроэнергии является специфический характер промышленной нагрузки, включающей множество энергоёмких и нелинейных потребителей. Важнейшие внутренние источники проблем включают:

Промышленные двигатели и компрессоры, которые запускаются при значительных токах пуска, создают резкие скачки напряжения. Кроме того, их работа может сопровождаться реактивной мощностью, что вызывает искажения параметров в сети и увеличивает нагрузку на компенсирующие устройства.

Устройства с нелинейной характеристикой, такие как инверторы, выпрямители и преобразователи частоты, формируют гармонические искажения. Эти искажения, распространяясь по сети, влияют на другие устройства, вызывая перегрев трансформаторов и электродвигателей, а также снижая точность работы чувствительных приборов.

Проблемы с заземлением, вызванные коррозией или механическими повреждениями кабелей, приводят к появлению токов утечки, которые создают опасные условия эксплуатации. Нарушение соединений в распределительных шкафах, вследствие слабого контакта или перегрузок, вызывает локальное повышение сопротивления, что приводит к перегреву и вероятности аварий.

Долговременная эксплуатация кабелей, трансформаторов и других элементов системы без должного обслуживания приводит к повышению вероятности пробоев, перегрева и других технических проблем, которые ухудшают параметры электрической энергии.

Источники проблем качества электроэнергии в промышленных системах являются комплексным явлением, обусловленным как внешними, так и внутренними факторами. Систематизация позволит разработать целенаправленные меры по минимизации негативных последствий, для обеспечения устойчивости и эффективности современных предприятий.

Список литературы

1. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.

2. Савенков, Д. В. К вопросу применения технологий Интернета вещей (IIOT) в сельскохозяйственной технике для повышения эффективности агропромышленного производства / Д.

В. Савенков, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 162-166.

3. Рудых, В. А. Усовершенствование конструкции сводоразрушений на предприятиях / В. А. Рудых, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 153-159.

4. Кончин, В. А. Возможные способы получения композиционных покрытий / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 192-197.

5. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.

6. Московка, И. В. Особенности регулируемого электропривода для животноводческих помещений / И. В. Московка, В. А. Кончин, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 110-114.

7. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

8. Серебровский, В. И. Применение моделирования в агропромышленном комплексе / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 169-173.

9. Кончин, В. А. К вопросу об оптимизации плазменно-порошковой наплавки / В. А. Кончин // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 20 октября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 63-68.

10. Серебровский, В. И. Уравновешивание потоков реактивной мощности в силовых трансформаторах при электроснабжении агропромышленного комплекса / В. И. Серебровский, В. А. Кончин // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 03 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 173-178.

11. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 114-117.

12. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

13. Кончин, В. А. Исследование пористости нового титановольфрамового твердого сплава на основе электроэрозийных порошковых материалов / В. А. Кончин // Электроэнергетика

сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 246-249.

14. Кончин, В. А. Меры государственной поддержки АПК Курской области в отрасли животноводства / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 117-120.

15. Марков, И. С. Анализ цифровизации процессов в АПК / И. С. Марков, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 162-167.

16. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

17. Кончин, В. А. Композиционные материалы в агропромышленности / В. А. Кончин // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 апреля 2024 года. – Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 188-191.

18. Воронкина, А. Н. К вопросу об экологии и охране природы в условиях хозяйства "Знаменское" / А. Н. Воронкина, В. А. Кончин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 251-257.

19. Кончин, В. А. Политика экономии ресурсов на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 333-336.

Olga Sergeevna Sernikova, Senior lecturer

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

PRIORITY VECTORS OF DEVELOPMENT OF THE ELECTRIC GRID COMPLEX

Abstract: In the presented work, the most relevant ways of technical re-equipment and optimization of power distribution systems are investigated. The central place in the study is occupied by the assessment of the structure and factors that determine the main volumes of losses in the electric grid.

Keywords: power supply networks, technical re-equipment, reliability of power systems, quality of power supply, loss reduction.

ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПАХОТНЫХ ПОЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ НАЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ

Таныгин Олег Федорович, к.т.н., доцент

(e-mail: oftanygin@yandex.ru)

Шевченко Артем Александрович, студент

(e-mail: artemsevcenko777@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрена возможность оценки изменений плодородия почвы пахотного поля с помощью периодических, например ежегодных, измерений электросопротивления почвы установкой срединного градиента во время механической обработки поля. Измеренные данные предлагается хранить на электронных носителях и использовать для сравнения с измерениями, полученными на данном поле в последующие годы. Это позволит осуществлять гибкое управление посевами площадями в связи с уменьшением естественного плодородия почвы в современных условиях интенсивного земледелия.

Ключевые слова: электрометрия, метод срединного градиента, удельное электрическое сопротивление, гумус, плодородие почвы.

Исследование почв и контроль их физико-механических свойств как локальный, так и в глобальном масштабе ограничивается химическим анализом почв у агрохимиков и агрономов [1] в конкретных хозяйствах с целью внесения необходимого количества удобрений на данном конкретном поле для выращивания определенной сельскохозяйственной культуры в текущем году или космическим мониторингом с целью определения влажности почв [2], а также обширных площадей пахотной земли [3,4] в масштабах государства с целью предотвращения негативных тенденций в динамике плодородия почв, угрожающих продовольственной безопасности страны в целом. Однако оценка динамики плодородия почв в региональном масштабе, обеспечивающая устойчивость в сохранении или даже приумножении урожая традиционных для данной области культур также является необходимым элементом продовольственной безопасности страны в целом. Достижения агрохимии и семеноводства традиционного, а также основанного на успехах генной инженерии и соответствующий резкий прирост урожайности при существенном снижении трудоемкости за счет повышения производительности труда сельскохозяйственной техники в последние 30 лет не дают нам основания считать, что так будет вечно [5]. В мире зревают серьезные глобальные процессы, например связанные с увеличением роста производства продукции сельского хозяйства которые могут привести к перепроизводству и падению рентабельности сельскохозяйственного производства. Это в свою очередь может привести к уменьшению объема торговли продовольствием и необходимостью расширить перечень наименований недостающих сельхозкультур для отечественного производителя. Соответственно потребуется увеличение площадей для посева или повышения плодородия су-

ществующей пашни. Иными словами, речь идет о гибком управлении посевами площадями в условиях грядущей нестабильности..

Таким образом возникает необходимость не только оперативной оценки качества плодородного слоя почвы на достаточно больших площадях, но и определения скорости уменьшения плодородия почвы в результате её эксплуатации в процессе земледелия и прогноза качества почвы на будущее[6]. Оптимальным является постепенное приумножение информации о динамике качества посевных площадей и сохранение этой информации на электронных носителях из года в год для ее компьютерной обработки с целью своевременного принятия управленческих решений. Геофизические методы дают возможность осуществлять такой текущий контроль на больших площадях во время механической обработки полей. Наиболее предпочтительной для текущего контроля является электрометрия почвенного слоя земли с помощью установки срединного градиента с определенным положением двух точек, в которые заземляются два питающих электрода при каждом, например, ежегодном проведении измерений. Линия, соединяющая эти две точки, должна быть примерно параллельна линиям движения трактора во время механической обработки поля. Эти две точки выбираются таким образом, чтобы исследуемое пахотное поле находилось между ними. Провода, идущие от генератора низкочастотного тока к каждому из двух питающих электродов, прокладываются за пределами поля каждый год по одному и тем же местам. Индукционный магнитный датчик крепится к самой удаленной точке прицепаемого к трактору агрегата. Ось датчика горизонтальна и перпендикулярна линии движения трактора. Датчик соединяется с измерителем в кабине трактора, работающем на той же самой частоте, что и генератор, с помощью двух экранированных проводов, без натяга прикрепленных к агрегату и к крюку трактора таким образом, чтобы исключить вероятность их обрыва. Если измеритель цифровой, а трактор может работать в беспилотном режиме, измерения могут проводиться в определенных точках поля по навигатору. Если трактором управляет человек, измеритель автоматически фиксирует свои показания через определенные промежутки времени и сохраняет их в своей памяти. Оператор, находящийся рядом с генератором, обеспечивает постоянство величины подаваемого в почву низкочастотного тока. Питающий ток обычно равен 100 мА, это не превышает уровня безопасности.

Поскольку плодородие почвенного слоя зависит от содержания гумуса, имеющего меньший удельный вес по сравнению со слагающими почву породами, то уменьшение гумуса приводит к увеличению удельного веса плодородного слоя, соответственно к уменьшению пористости и при одной и той же влажности к уменьшению удельного электрического сопротивления. Необходимо при проведении таких ежегодных измерений учитывать агротехнические мероприятия. Так, внесение минеральных удобрений при измерениях в случае влажной земли приводит также к уменьшению удельного электрического сопротивления почвы.

Современное интенсивное земледелие привело в последние годы к уменьшению гумуса в черноземах Центральной России на 25 процентов. При достаточ-

ном содержании гумуса оптимальной является безотвальная обработка почвы с применением мелкого мульчирования. Оно позволяет быстрее восстанавливать содержание гумуса в верхней части почвенного слоя в прикорневой области. Если же содержание гумуса мало, сохраняя безотвальную систему обработки, необходимо увеличивать глубину мульчирования для вовлечения в процесс образования гумуса дополнительные слои почвы. При измерениях установкой срединного градиента в той части поля, где содержание гумуса за истекший год увеличилось, должно наблюдаться увеличение удельного электрического сопротивления. Там же, где этого не произошло, примененные минеральные удобрения [7] не связываются с веществами гумуса, его расход возрастает, а минеральные удобрения приводят к увеличению засоленности почвы, что фиксируется уменьшением удельного электрического сопротивления по сравнению с прошлым годом. Важно проводить измерения каждый год при одинаковой влажности почвы.

Список литературы

1. Баздырев, Г.И. Земледелие. / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин и др. - М.: КолосС, 2004. - 552с.
2. Н. В. Родионова Оценка влажности почвы по радарным данным на основе множественной регрессии/ Исследование земли из космоса. 2023.- № 5. С. 13–22.
3. Чурсин В. В. Разработка алгоритма классификации данных спутникового зондирования на основе машинного обучения на примере гранулометрического состава почв агроландшафтов Западной Сибири/ И. В. Кужевская, О. Э. Мерзляков, Т. О. Валевиц, К. В. Ручкина. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. -Т. 18. № 2. - С. 39–50
4. Шевырнов А. П., Возможность распознавания почвенного покрова опытного поля с использованием на земных и спутниковых данных / И. Ю.Ботвич, Д. В. Емельянов, А. А. Ларько, Г. С. Высоцкая, В. К. Ивченко, Т. Н.Демьяненко. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019.- Т. 16. № 4. - С. 150–160.
5. Плодородие почвы - основа высокоэффективного земледелия (мат-лы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 100 лет со дня рождения профессора С.И. Андреева, 22-23 июня 2000 г.) - Чебоксары: из-во ЧГСХА, 2000. - 181с.
6. Проблемы эволюции почв (материалы IV всероссийской конференции РАН институт хим.-биологич. Почвоведения). Докучаевское общество почвоведов. - Пушкино, 2003. - 261с.
- 7.ТаныгинО.Ф.Теоретическое исследование движения частиц минерального удобрения под воздействием шнекового разбрасывателя/ В.Н.Трубников, И.В.Коротков, И.Ю.Ветров. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (101).- С. 28-33.

Tanygin Oleg Fyodorovich, Cand.Tech.Sci, associate professor

Kursk state agrarian university named after I.I. Ivanov

Shevchenko Artem Aleksandrovich, student

Kursk state agrarian university named after I.I. Ivanov

ASSESSMENT OF SOIL FERTILITY IN ARABLE FIELDS USING GROUND-BASED ELECTROMETRY

Abstract. This article considers the possibility of assessing changes in the fertility of the soil of an arable field using periodic, for example, annual, measurements of the electrical resistance of the soil by installing a median gradient during mechanical processing of the field. It is proposed to store the measured data on electronic media and use it for comparison with measurements obtained

in this field in subsequent years. This will allow for flexible management of acreage due to a decrease in natural soil fertility in modern intensive farming conditions.

Keywords: electrometry, median gradient method, electrical resistivity, humus, soil fertility.

АНАЛИЗ МЕСТ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА КОРПУС ШИБЕРНО-НОЖЕВОЙ ЗАДВИЖКИ ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Терехов Дмитрий Вадимович, аспирант

(e-mail: dim.terexow@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье анализируются места на корпусе шиберно-ножевой задвижки, которые подвержены наибольшему износу и которые необходимо усилить с помощью нанесения/наплавки износостойкого покрытия. Приведено теоретическое обоснование выбора поверхностей для последующей доработки.

Ключевые слова: Трубопроводная арматура, задвижка, шиберно-ножевая, Solidworks/Simmulation, шибер, нож, корпус, уплотнение.

В рамках данной работы был произведен прочностной анализ корпусов шиберной задвижки. Данный анализ был произведен на основе более чем 50 задвижек, установленных в эксплуатацию начиная с 2022 года на различных фабриках и комбинатах [1]. Согласно опросу представителей производства, места, которые в первую очередь выходят из строя и подвержены различного рода деградационным процессам были нагружены статическим усилием в программе Solidworks/Simmulation для получения объективных данных по износу частей корпуса шиберной задвижки. Результаты анализа показаны на рисунке 1.

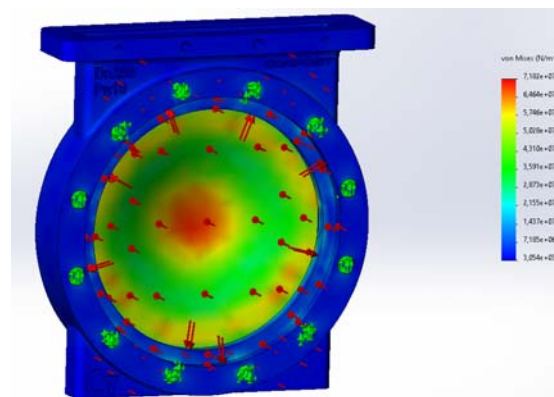


Рисунок 1 – Прочностной анализ корпуса шиберной задвижки с закрытым ножом. (Напряжения, возникающие в моделях)

На рисунке 1 видно, что основным деформациям и изменениям в закрытом состоянии арматуры подвергнут нож, однако, резьбовые отверстия, в которые вкручиваются шпильки также подвергнуты износу, а также места рядом с ними [2].

На рисунке 2 показан прочностной анализ корпуса без ножа

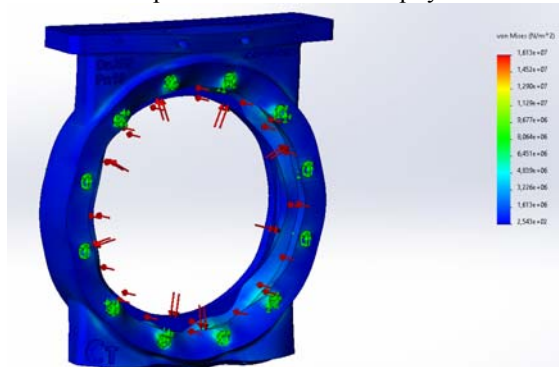


Рисунок 2 – Прочностной анализ корпуса шиберной задвижки без ножа. (Напряжения, возникающие в моделях)

На рисунке 2 видно, что при отсутствии плотного контакта с ножом места вокруг резьбовых отверстий более подвергнуты деформации, чем в конструкции с ним [3]. Такая закономерность логична, ведь опущенный нож добавляет жесткости в конструкцию, однако, на практике задвижки примерно 50% времени находятся в открытом состоянии. Из данных моделей можно сделать вывод, что самыми нагруженными поверхностями в корпусе являются фланцевые части, а также места посадки уплотнительных колец.

Помимо статического напряжения, существует еще и абразивный износ, который сложно корректно посчитать в программах, однако на предприятиях сельского хозяйства он присутствует регулярно. Наиболее подвержены абразивному износу поверхности посадки под уплотнительные кольца, так как их замена по техническому регламенту может не состояться, а ресурс компонента будет уже истрочен [4]. Таким образом может начаться истерание посадочной поверхности. Также, стоит обратить внимание на различные напорно-всасывающие участки, где небольшое давление перекачиваемого материала, однако самая большая скорость потока, и вибрация, так как арматура стоит в непосредственной близости от насоса. Таким образом, среда может проникать в полости корпуса и вызывать дополнительный износ поверхностей, особенно когда кислотность перекачиваемого материала повышена, что достаточно часто встречается на фабриках по производству удобрений для сельского хозяйства [5]. Таким образом, были выведены поверхности корпуса арматуры, которые необходимо обработать для повышения их износостойкости или для восстановления уже износившейся арматуры. Поверхности показаны на рисунке 3.

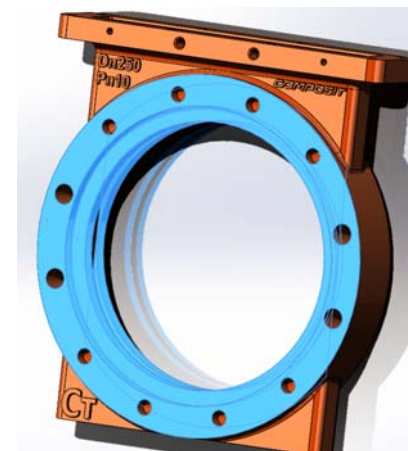


Рисунок 3 – Корпус шиберной задвижки

На данной модели корпуса помечены все поверхности, на которые необходимо нанести дополнительный слой материала, так как они подвержены усиленному износу.

Наплавка/напыление вышеуказанных поверхностей может значительно увеличить срок ходимости металлических деталей арматуры, что позволяет извлечь в том числе и финансовую выгоду.

Список литературы

1. Терехов, Д. В. Конструктивные особенности клиновой задвижки для сельского хозяйства / Д. В. Терехов // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 05 июня 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 135-138.
2. Журков-Шкаренда, В. А. Нейросетевая модель управления мощностью задвижки артезианской скважины / В. А. Журков-Шкаренда // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2022. – № 1-2. – С. 63-67.
3. Терехов, Д. В. Экономия электроэнергии с помощью трубопроводной арматуры в системах орошения для сельского хозяйства / Д. В. Терехов // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 346-350.
4. Терехов, Д. В. Прочностный анализ усиливающих ребер кронштейна шланговой задвижки / Д. В. Терехов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок, Курск, 01 декабря 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 139-142.
5. Терехов, Д. В. Виды газотермического и газодинамического напыления / Д. В. Терехов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 20 октября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 153-156.

*Terekhov Dmitry Vadimovich, graduate student
(e-mail: dim.terexow@mail.ru)*

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanova

ANALYSIS OF COATING SITES ON THE BODY OF A KNIFE GATE VALVE FOR IRRIGATION NETWORKS

Abstract. This article analyzes the places on the body of the knife gate valve that are subject to the greatest wear and which need to be reinforced by applying/surfacing a wear-resistant coating. The theoretical justification of the choice of surfaces for subsequent refinement is given.

Keywords: Pipe fittings, gate valve, knife gate valve, Solidworks/Simulation, gate valve, knife, housing, seal

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ В ТЕПЛИЦАХ

Трусевич Андрей Валерьевич, к.с.-х.н., доцент
(e-mail: Trusevich.A@yandex.ru)

Кононова Ольга Михайловна, к.с.-х.н., доцент
(e-mail: olga_kononova_57@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье рассмотрены вопросы потребления электроэнергии для досвечивания рассады при выращивании в зимний период. Обоснованы сроки и режимы выращивания рассады для получения свежей овощной продукции во внесезонный период. Предложено усовершенствование технологии выращивания рассады с использованием кассет, позволяющей снизить потребление электроэнергии в начальный период выращивания в 10 раз, а в целом за весь период на 32-34%.

Ключевые слова: теплицы, рассада, досвечивание, фотопериод, электроэнергия.

Основной задачей тепличного овощеводства является обеспечение населения свежей овощной продукцией во внесезонный период. В зимний период главным лимитирующим фактором выращивания овощей является приток фотосинтетической активной радиации (ФАР). Наиболее критическими по суммарному интегрированному оптическому излучению (СИОИ) являются декабрь и январь. Еще в 60-70^{ых} годах прошлого века вся территория страны по этому показателю была разделена на семь световых зон. Курскую область отнесли к IV световой зоне. Это предполагает, что притока ФАР становится достаточно, чтобы выращивать растения огурца с 25 декабря и томата - с 20 января без дополнительного освещения.

Технология массового выращивания овощей в зимний период предполагает высадку готовой рассады в теплицу в научно обоснованные сроки, чтобы растения могли расти без дополнительного освещения, а рассада выращивается к этому времени в рассадных отделениях, оборудованных системой досветки. Это позволяет раньше на 1.5-2 месяца начать получать овощную продукцию.

На тепличном комбинате «АПК Курской АЭС» рассада огурца выращивалась 30-35 дней, томата – 50-55 (с момента полных всходов). Все это время она дос-

вечивалась (таблица 1). Культуры имеют индивидуальные требования в приходе ФАР: в период выращивания рассады для огурца в среднем за день 96 кДж/см², а для томата – 126; в период от посадки до начала плодоношения 105 и 268, и в дальнейшем – в период массового сбора плодов 117 и 138 кДж/см² соответственно, что и достигается технологией выращивания [1].

Таблица 1 – Режим подсветки при выращивании рассады огурца и томата [2,3]

Фазы развития растений, технологические периоды	Томат		Огурец	
	Продолжительность, дней	Фотопериод день/ночь, час	Продолжительность, дней	Фотопериод день/ночь, час
Всходы	3	24 / 0	3	24 / 0
Сеянцы	10 - 12	18 / 6	7	18 / 6
До 1-й расстановки	10 - 14	16 / 8	7	16 / 8
До 2-й расстановки	12 - 15	16 / 8	10	14 / 10
После расстановки	17 - 20	14 / 10	4-5	12 / 12

Растения огурца и томата высаживались в зимних теплицах с плотностью 2.5 раст./м², т.е. 25000 раст./га. С учетом страхфонда (10%) необходимо для 1 га было вырастить 27500 штук рассады. По срокам посева, чтобы вырастить стандартную рассаду к необходимому времени, семена огурца высевали в 20^{ых} числах ноября, а томата – в первых числах декабря. Рассада выращивалась в горшочках объемом 0.4 л. Таким образом, для выращивания рассады на 1 га необходимо было занять в рассадном отделении 1.7 секции, или площадь 900 м². По старой технологии проросшие семена пикировали в горшочки и в дальнейшем досвечивали (все 900 м²) согласно схеме таблицы 1.

Нами предложена схема выращивания рассады через кассеты. Семена высеваются в кассеты с ячейкой 5 x 5 см. В кассете 49 ячеек, ее общий размер 0.35 x 0.35 м (0.1225 м²). Для выращивания рассады на 1 га необходимо было 560 кассет, которые расставлялись сплошными рядами. Непосредственная площадь, которую они занимали составляла 70 м², и дополнительно 20 м² приходилось на проходы между ними. Таким образом, первое время необходимо было досвечивать 90 м², что в 10 раз меньше чем при прямом посеве семян в горшочки. Растения огурца и томата выдерживали в кассетах до полного оплетения корнями кома земли в ячейке кассеты. Для огурца этот период составлял около 10 дней, а для томата – 15 дней, что примерно составляло в обоих случаях около 30% времени подсветки. В дальнейшем растения из кассет пересаживали в горшочки и выращивали по принятой технологии.

Средний годовой расход электроэнергии в расчете на 1 га теплиц на предприятии составлял 77900 кВт/часов. Из них 51300 кВт/часов или 65.8% приходилось на ноябрь-январь – период выращивания рассады, поэтому выращивание рассады - это наиболее энергозатратный период в технологии выращивания овощей в теплице.

Таблица 2 – Расход электроэнергии при выращивании рассады огурца и томата

Показатели	Досветка в период выращивания рассады				
	3 дня (24 часа)	7 дней (18 часов)	7 дней (16 часов)	10 дней (14 часов)	4 дня (12 часов)
ОГУРЕЦ					
Расход электроэнергии на 1 м ² в сутки, кВт/час	1.41	1.24	1.12	1.03	0.8
Площадь досветки при старой технологии, м ²	900	900	900	900	900
Площадь досветки при использовании кассет, м ²	90	90	900	900	900
Расход электроэнергии на всю площадь при старой технологии, кВт/час	3807	7812	7056	9270	2880
Расход электроэнергии на всю площадь при использовании кассет, кВт/час	380.7	781.2	7056	9270	2880
ТОМАТ	3 дня (24 часа)	10 дней (18 часов)	4 дней (16 часов)	18 дней (16 часов)	17 дней (14 часов)
Расход электроэнергии на 1 м ² в сутки, кВт/час	1.41	1.24	1.12	1.12	1.03
Площадь досветки при старой технологии, м ²	900	900	900	900	900
Площадь досветки при использовании кассет, м ²	90	90	90	900	900
Расход электроэнергии на всю площадь при старой технологии, кВт/час	3807	11160	4032	18144	15759
Расход электроэнергии на всю площадь при использовании кассет, кВт/час	380.7	1116	403.2	18144	15759

Переход на выращивание рассады с использованием кассет позволял уменьшить площадь досвечивания в начальный период выращивания рассады. Расса-

да выращивалась с использованием одного и того же оборудования. С учетом графика досвечивания рассады при выращивании огурца и томата расход электроэнергии в расчете на 1 м² площади в сутки зависит от продолжительности досвечивания. При круглосуточной (24 часа) – 1.41 кВт/час, при 18-часовом фотопериоде – 1.24, при 16-часовом – 1.12 и при 14-часовом – 1.03 (таблица 2).

Снижение расхода электроэнергии происходило только в начальный период выращивания, в дальнейшем потребление было одинаковым. В результате использования кассет для выращивания рассады на огурце за первые 10 дней расход электроэнергии снизился на 10514 кВт/часов или на 90%, а в целом за весь период выращивания на 34% (рисунок 1). При выращивании рассады томата эти показатели составили 17100 кВт/часов или 90% и 32.3% соответственно.

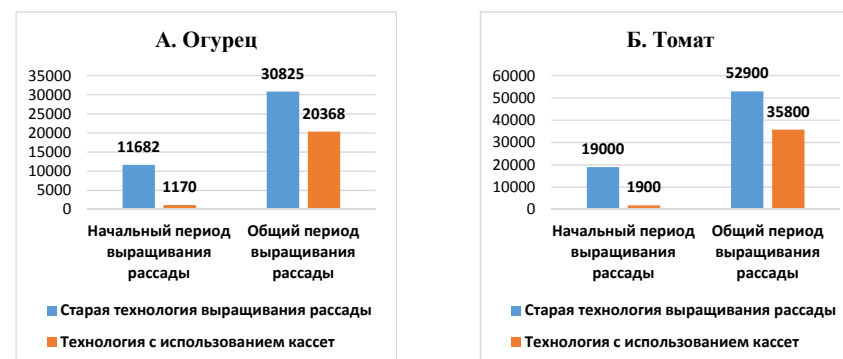


Рисунок 1 – Затраты электроэнергии при выращивании рассады огурца и томата в расчёте на 1 га, в кВт/часах

Список литературы

1. Шишко Г.Г., Потапов В.О., Сулима Л.Т., Чебанов Л.С. Теплицы и тепличные хозяйства. Справочник. – Киев: Урожай, 1993. – 424 с.
2. Гавриш С.Ф., Король В.Г., Шамшина А.В., Юваров В.Н., Портянкин А.Е. Пчелоопыляемые гибриды огурца. – М.: НП «НИИОЗГ», 2005. – 136 с.: 43 ил.
3. Ахатов А.К., Шишкина С.Н. Мир томата глазами фитопатолога. 4-е издание, исправленное и дополненное. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. – 374 с.

Trusevich A.V., Ph.D. in Agriculture, associate professor

Kononova O.M., Ph.D. in Agriculture, associate professor
Southwest state university, Kursk, Russia

REDUCTION OF ELECTRICITY CONSUMPTION WHEN GROWING SEEDLINGS IN GREENHOUSES

Abstract. This article discusses the issues of electricity consumption for additional illumination of seedlings during winter cultivation. The timing and modes of growing seedlings for obtaining fresh vegetable products during the off-season period are justified. It is proposed to improve the technology of growing seedlings using cassettes, which makes it possible to reduce electricity consumption in the initial growing period by 10 times, and in general by 32-34% over the entire period.

Keywords: greenhouses, seedlings, additional illumination, photoperiod, electric power.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГИЯ ИЗ БИОМАССЫ**Федосов Александр Вячеславович, магистрант****Коняева Наталья Ивановна, преподаватель****Коняев Николай Васильевич, к.т.н., доцент***Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова*

В данной статье описывается особенности развития современной зеленой экономики. Приведены примеры возобновляемых источников энергии. Дано описание энергетических систем на основе биомассы. Рассмотрены положительные тенденции в области использования биоэнергии.

Ключевые слова: зеленая экономика, биотопливо, биомасса, энергетическая система, ресурсы, альтернативные технологии, выбросы, экосистема.

Сегодня, понятие циркулярной экономики, как правило, используется совместно с такими понятиями, как устойчивое развитие и зеленая экономика. Некоторые, ошибочно считают, что данные термины тождественны. Все три концепции действительно в той или иной степени направлены на нивелирование постоянно растущих экологических рисков, являющихся неперенными спутниками экономического роста в текущих условиях, однако различаются основные способы достижения поставленных целей.

Зеленая экономика предполагает разумное потребление природных ресурсов в процессе экономической деятельности, снижение негативного антропогенного воздействия на окружающий мир. В условиях зеленой экономики первичен не экономический рост, а воздействие, которое оказывают экономические субъекты, в ходе своей деятельности, на экосистемы.

Возобновляемые источники энергии, включая солнечную, ветровую, гидроэнергетику, биотопливо и другие, находятся в центре перехода к менее углеродоемким и более устойчивым энергетическим системам. В последние годы генерирующие мощности быстро росли благодаря политической поддержке и резкому снижению затрат на солнечную фотоэлектрическую энергию и, в частности, на ветровую энергетику [1,2,3].

Внедрение возобновляемых источников энергии в секторах электроэнергетики, теплоснабжения и транспорта является одним из основных факторов, способствующих удержанию роста средней глобальной температуры ниже 1,5°C. Они позволяют практически полностью декарбонизировать производство электроэнергии, способствуют значительному сокращению выбросов на транспорте, в зданиях и промышленности [4].

Среди возобновляемых источников энергии важное место занимает биомасса, к которой относятся все материалы растительного происхождения, в том числе древесина, трава и растительные отходы, отходы жизнедеятельности крупного рогатого скота, то есть продукция переработки отрасли сельского хозяйства.

Более детально виды сырья и способы получения энергии из биомассы представлены на рисунке 1.

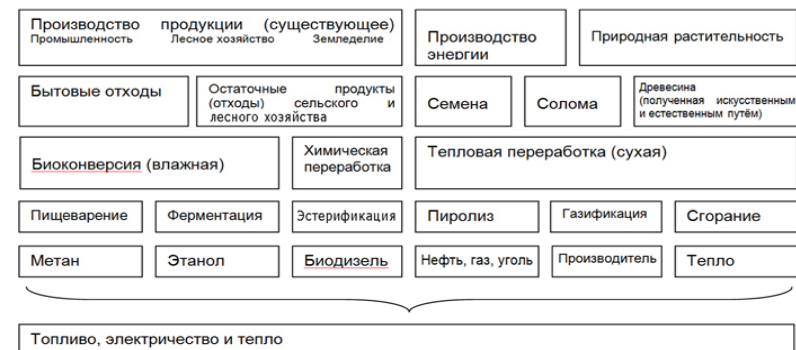


Рисунок 1 – Ресурсы и способы получения энергии из биомассы

Энергетические системы на основе биомассы привлекают все больше внимания специалистов многих направлений. Уникален факт, что энергию биомассы также называют своеобразным механизмом устранения бедности, указывая при этом на следующие факторы:

- Широкая распространенность, которая характеризуется наличием сырья для переработки в тех регионах, где налажено производство сельскохозяйственной продукции, а также имеются в наличии древесные насаждения. Этот факт особенно значим для Российской Федерации, страны с огромным потенциалом развития агропромышленного комплекса;

- Ресурс, используемый при необходимости: биомассу можно использовать в любой момент. Этот источник представляется возможным хранить вне зависимости от сезона, а значит, в любой момент использовать в целях энергообеспечения;

- Универсальность: биомасса является потенциальным источником всех основных энергоносителей - жидкости, газа, тепла и электроэнергии;

- Отсутствие влияния на климат: при условии экологически рационального получения и сгорания, энергия биомассы не вызывает климатических изменений и парниковых газов, то есть не приносит существенного вреда экологическому балансу;

- Дополнительный доход для жителей сельской местности. Преобразование и использование биомассы в масштабах жилого комплекса, поселения, района как возобновляемого источника энергии может способствовать развитию новых источников накоплений и доходов бюджета. Так комплексное внедрение биоэнергетики в сельской местности способно не только обеспечить участок необходимой механической, электрической энергией, удобрениями, но и повысить уровень жизни населения, увеличить заработок, а также положительно отразиться на экологической обстановке региона и страны в целом [5].

Однако, анализируя вышеуказанные положительные тенденции в области использования биоэнергии в масштабе территориального субъекта, стоит отме-

тить, что: возможна проблема со своевременной поставкой сырья к указанному объекту; по своей сущности биомасса представляет собой наиболее сложных из возобновляемых источников энергии, зависящий от многих факторов, в том числе экономически успешная агропромышленная деятельность в регионе, не дающая сбоя во временном интервале своей деятельности; топливо, получаемое из биомассы, нередко требует значительных земельных и трудовых ресурсов, существенно зависит от стабильности цен, также разработчики проекта нередко сталкиваются с огромным количеством альтернативных технологий [6].

Исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод, что в настоящее время человечество уходит от традиционного первичного сырья для энергообеспечения. На смену трудоемкой, затратной добычи нефти, угля приходят менее расточительные, экологически чистые возобновляемые источники энергии, являющиеся видимой альтернативой для всего энергетического потенциала нашей страны. И одним из наиболее доступных и дешевых является энергия биомассы [7,8,9].

Список литературы

1. Безбабных О.В., Коняев Н.В. Солнечная энергия для отопления животноводческих помещений // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2021. С. 293-299.
2. Одинец М.М., Коняев Н.В. Особенности и проблемы развития ветровой энергетики // В сборнике: Информационные системы и технологии АПК и ПГС. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. В 2-х томах. Курск, 2023. С. 344-347.
3. Перьков Р. Н., Коняев Н. В. К использованию неучтенной энергии // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых: сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок: в 4 т., Курск, 2022. С. 454-457.
4. Перьков Р. Н., Коняев Н. В. К рациональному использованию энергии // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций: сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 2022. С. 220-223.
5. Коняев Н.В., Иванова Е.М. Биоэнергия как альтернативный источник энергии в масштабах агропромышленного предприятия // В сборнике: Инновационная деятельность в модернизации АПК. материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 235-237.
6. Познахирев Е.Н., Коняев Н.В. К использованию альтернативной энергии // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции. Курск, 2021. С. 329-332.
7. Назаренко Ю.В., Коняев Н.В., Шкабенко А.Ю., Гиллюк А.А. Обоснование использования альтернативного электроснабжения для крестьянско-фермерских хозяйств // Региональный вестник. 2018. № 1 (10). С. 5-7.
8. Михалев Д.С., Исмаилов А.И., Коняев Н.В. Распределенная генерация для АПК // В сборнике: Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2019. С. 127-130.
9. Безбабных О.В., Назаренко Ю.В., Коняев Н.В. Альтернативное электроснабжение сельскохозяйственных объектов // В сборнике: Молодежь и наука: Шаг к успеху. сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых : в 5 т.. 2019. С. 133-135.

Fedosov Alexander Vyacheslavovich, student

Konyaeva Natalia Ivanovna, teacher

*Konyaev Nikolay Vasilyevich, candidate of technical sciences, associate professor
Kursk State Agrarian University named after I. I. Ivanov*

ALTERNATIVE ENERGY FROM BIOMASS

Abstract. This article describes the features of the development of the modern green economy. It provides examples of renewable energy sources. It describes energy systems based on biomass. It examines positive trends in the use of bioenergy.

Keywords: green economy, biofuel, biomass, energy system, resources, alternative technologies, emissions, ecosystem.

УДК 621.928.2

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Фетисов Владислав Сергеевич, аспирант

(vladislav.fetisov.2016102@mail.ru)

Серебровский Владимир Исаевич, д.т.н., профессор

(e-mail: svi.doc@yandex.ru)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н.

(konchin98@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет

имени И.И. Иванова, г.Курск, Россия

В статье представлена детализированная методика подготовки к экспериментальным исследованиям по восстановлению деталей сельскохозяйственной техники методом электроискрового легирования (ЭИЛ). Описан процесс изготовления собственных электродов на основе вольфрама и кобальта (W-Co) в соотношении 85 % W / 15 % Co методом искрового плазменного спекания (SPS), включая подготовку порошковой смеси, добавление связующего и режимы спекания. Подробно изложена подготовка экспериментальных образцов из стали Ст3. Представлены параметры настройки установки UR-121 и методы контроля качества. Разработанная методика обеспечивает полный контроль всех этапов эксперимента, воспроизводимость результатов и может быть использована для дальнейших исследований в области восстановления деталей сельхозмашин.

Ключевые слова: электроискровое легирование (ЭИЛ), искровое плазменное спекание (SPS), композиционные покрытия, вольфрам-кобальт, методика эксперимента, подготовка образцов, сельскохозяйственная техника, восстановление деталей.

В условиях современного агропромышленного производства особое значение приобретают технологии, направленные на повышение ресурса и надёжности деталей сельскохозяйственной техники. Одним из перспективных направлений является электроискровое легирование (ЭИЛ), позволяющее формировать из-

носостойкие композиционные покрытия непосредственно на поверхности изношенных деталей. [12] Однако достоверность и воспроизводимость результатов экспериментальных исследований напрямую зависят от строгой регламентации всех этапов подготовки к эксперименту. Для обеспечения научной обоснованности и практической применимости разрабатываемой технологии требуется детально проработанная методика, охватывающая полный цикл: от изготовления собственных электродов методом искрового плазменного спекания (SPS) и подготовки экспериментальных образцов до настройки параметров установки UR-121 и выбора методов контроля качества формируемых покрытий. Ниже представлена разработанная методика подготовки к экспериментальным исследованиям по восстановлению деталей с применением ЭИЛ.

Целью исследования является разработка методики электроискрового легирования (ЭИЛ) для восстановления рабочих органов борона лушильника, обеспечивающей повышение их износостойкости.

Задачи исследования:

- Разработка протокола производства электродов W-Co методом искрового плазменного спекания (SPS);
- Оптимизация параметров ЭИЛ на установке UR-121 для формирования адгезивных покрытий;
- Оценка трибологических свойств покрытий и их сравнение с базовой сталью Ст3.

Гипотеза: Использование электродов W-Co, изготовленных методом SPS, и оптимизированных параметров ЭИЛ позволит увеличить срок службы деталей борона лушильника в 2-4 раза.

Разрабатываемая методика ориентирована на воспроизведение условий, максимально приближенных к реальной эксплуатации почвообрабатывающих орудий, в частности борона лушильника. Учитывая, что основным видом износа рабочих органов является абразивный, особое внимание уделяется выбору материалов и параметров, обеспечивающих не только высокую микротвёрдость покрытия, но и его адгезию к основному металлу. В связи с этим в качестве базового материала выбрана сталь Ст3, широко применяемая в производстве сельскохозяйственной техники, а в качестве упрочняющего компонента — композиционный электрод на основе вольфрама и кобальта (W-Co), изготавливаемый методом искрового плазменного спекания. Такой подход позволяет обеспечить полную локализацию технологического цикла и минимизировать зависимость от импортных аналогов.

Методика подготовки к экспериментальным исследованиям:

1. Подготовка объекта исследования

В качестве модельных образцов был использован листовой прокат из стали Ст3 — материала, традиционно применяемого при изготовлении рабочих органов почвообрабатывающих орудий, в том числе борон лушильника.



Рисунок 1 – Листовая заготовка из стали Ст3 до резки

Лист был распилен с помощью углошлифовальной машины (болгарки) на фрагменты размером 50 × 50 мм. Такой подход позволяет стандартизировать геометрию образцов, обеспечить воспроизводимость экспериментов и исключить влияние неоднородности исходного износа, характерного для реальных деталей.



Рисунок 2 – Заготовки из стали Ст3

Выбор стали Ст3 обусловлен её широким применением в производстве сельскохозяйственных машин, а также наличием обширных данных по её поведению при эксплуатации в условиях абразивного износа, что позволяет корректно интерпретировать результаты исследований и в дальнейшем экстраполировать их на реальные рабочие органы бороны лушильника.

2. Подготовка поверхности.

Подготовка поверхности является критически важным этапом перед проведением ЭИЛ, так как напрямую влияет на адгезию и качество формируемого покрытия. Методика подготовки поверхности включает следующие этапы:

- Очистка от загрязнений - удаление остатков почвы, масла и других загрязнений с помощью щеток и сжатого воздуха. Этот этап необходим для обеспечения чистоты поверхности перед обезжириванием;
- Обезжиривание - обработка поверхности органическими растворителями (ацетон, уайт-спирит) для удаления жировых загрязнений. Проводится двукратно с промежуточной сушкой в течение 10 минут при температуре 60-80°C;
- Шероховка поверхности - создание микронеровностей на поверхности для увеличения адгезии покрытия. Проводится с использованием абразивных материалов с зернистостью 80-100. Глубина шероховатости контролируется и поддерживается в пределах Ra=3.2-6.3 мкм;
- Финальная очистка - удаление остатков абразива и пыли с помощью сжатого воздуха и последующее обезжиривание.



Рисунок 3 – Электроды W-85% Co-15% для электроискрового легирования

Качество подготовки поверхности контролируется визуально и с использованием микроскопа с 100-кратным увеличением. Поверхность должна быть равномерно матовой, без видимых загрязнений и масляных пятен. [11]

3. Подготовка электродных материалов.

Для обеспечения высокого качества формируемых покрытий особое внимание уделяется подготовке электродных материалов. В данном исследовании используются электроды, изготовленные методом искрового плазменного спекания (SPS), который представляет собой передовую технологию получения композиционных материалов с заданными свойствами. [6]

Процесс изготовления электродов включает следующие этапы:

1. Подготовка исходных порошков.

Для изготовления собственных электродов методом искрового плазменного спекания (SPS) использовались чистые порошки вольфрама (W) и кобальта (Co) в соотношении 85 % W и 15 % Co.

Порошок вольфрама марки ВВП-2 (размер частиц 1–5 мкм) и порошок кобальта марки КП (размер частиц 2–7 мкм) предварительно подвергались сушке при температуре 100–120 °С в течение 2 часов для удаления адсорбированной влаги. [8]

2. Затем порошки смешивались в планетарной мельнице в течение 2–4 часов до получения гомогенной смеси.

В процессе смешивания добавляли 1–2 % стеарина в качестве связующего для улучшения формообразования на последующем этапе прессования.

3. Загрузка смеси в графитовую форму. Графитовая форма имела размеры 30×30×40 мм и была герметично закреплена в камере установки SPS. Вакуум в камере поддерживался прибором «Вакуум-3М» до уровня 10⁻³ Па. Температура контролировалась термопарой типа ТЭ-8, а давление — с помощью гидравлического насоса с погрешностью ±1 МПа. И проведение процесса SPS при следующих параметрах:

- Температура: 1100-1200°C;
- Давление: 50 МПа;
- Время спекания: 5-7 минут;
- Атмосфера: вакуум 10⁻³ Па.

Преимущества метода SPS по сравнению с традиционными способами спекания:

- Обеспечение высокой плотности материала (более 98% теоретической);
- Сохранение наноструктуры компонентов;
- Минимальное время процесса (в 10-20 раз быстрее традиционного спекания);
- Низкое энергопотребление (снижение на 30-40%);
- Отсутствие вредных выбросов в окружающую среду. [7]

Полученные электроды имеют микротвердость 1550-1650 HV и пористость не более 0,5%, что подтверждено исследованиями на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-IT800. [13] Перед использованием электроды проходят дополнительную обработку: очистка от технологической смазки и загрязнений, обезжиривание в ультразвуковой ванне с использованием ацетона в течение 15 минут, сушку при температуре 60°C в течение 30 минут и контроль геометрических параметров. Такая подготовка обеспечивает стабильность процесса ЭИЛ и высокое качество формируемых покрытий.

4. Настройка параметров установки.

На основании предварительных исследований и анализа литературных данных определены следующие диапазоны параметров для экспериментов:

Таблица 1 – Диапазоны и шаги изменения параметров установки ЭИЛ UR-121

Параметр	Диапазон значений	Шаг изменения
Напряжение	150-250 В	25 В
Длительность импульса	75-175 мкс	25 мкс
Скорость подачи электрода	0.2-0.4 мм/с	0.05 мм/с
Рабочая среда	Воздушная, аргоновая	-

Для каждого сочетания параметров будет проведено не менее 5 повторных испытаний для обеспечения статистической достоверности результатов.



Рисунок 4 – Установка электроискрового легирования UR-121

5. Методы контроля качества.

Для оценки качества формируемых покрытий и их свойств будут использованы следующие методы:

- Измерение толщины покрытия - с использованием микрометра и микроскопа с измерительной сеткой. Проводится в 5 точках на каждом образце;
- Определение микротвердости - с использованием микротвердомера ПМТ-3 по методу Виккерса. Измерения проводятся в 10 точках на каждом образце с нагрузкой 50 г;

– Анализ адгезии - методом царапания с использованием прибора CSEM Revetest Scratch Tester. Критерием оценки служит критическая нагрузка, при которой происходит отслаивание покрытия;

– Микроструктурный анализ - с использованием сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-IT800 для изучения структуры покрытия и переходной зоны;

– Трибологические испытания - на трибологическом стенде СМТ-1 при нагрузке 50 Н и скорости скольжения 0.5 м/с с использованием абразивной среды, имитирующей почвенные условия;

– Спектральный анализ - для определения химического состава покрытия и зоны диффузии;

– Рентгеноструктурный анализ - для определения фазового состава и кристаллической структуры покрытия.

6. Методика подготовки экспериментальных образцов.

В качестве экспериментальных образцов использовались фрагменты листовой стали Ст3, полученные путём резки исходного листа углошлифовальной машиной. Всего подготовлено 64 одинаковых образца размером 50×50×3 мм. Такой подход обеспечивает однородность материала и геометрии, что необходимо для проведения воспроизводимых экспериментов по электроискровому легированию (ЭИЛ). [4] Все образцы прошли предварительную подготовку поверхности: очистку от окалины и загрязнений, обезжиривание и шероховку до требуемой шероховатости. [3] Образцы распределены по группам в соответствии с планом эксперимента, при этом на каждый режим ЭИЛ выделяется не менее 5–6 повторов для обеспечения статистической достоверности результатов. [2]

Ожидаемые результаты и их экономическая эффективность.

На основании предварительных исследований и анализа литературных данных ожидается, что применение технологии ЭИЛ для восстановления рабочих органов борны лущильника позволит:

– Увеличить износостойкость восстановленных деталей в 2-4 раза по сравнению с оригинальными деталями;

– Повысить срок службы деталей на 45-50%;

– Снизить затраты на ремонт на 15-25% по сравнению с традиционными методами. Эти показатели подтверждаются исследованиями, где сравнивалась стоимость восстановления и замены деталей для сельскохозяйственной техники в условиях России. [1]

Экономический эффект от внедрения технологии будет складываться из следующих компонентов:

– Снижение затрат на закупку новых деталей;

– Уменьшение простоев техники за счет сокращения времени ремонта;

– Повышение производительности труда за счет увеличения межремонтного пробега;

– Снижение затрат на утилизацию изношенных деталей. [14]

Расчеты показывают, что при восстановлении одного комплекта рабочих органов бороны луцильника методом ЭИЛ экономический эффект составит от 15 до 25 тыс. рублей. Срок окупаемости технологии при организации собственного производства не превысит 6 месяцев.

При организации собственного производства электродных материалов методом SPS срок окупаемости технологии сокращается до 4 месяцев, что делает ее чрезвычайно привлекательной для внедрения в ремонтные мастерские сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, использование отечественных материалов полностью исключает зависимость от колебаний курса валют и международных санкций, что обеспечивает стабильность производственного процесса.

Подготовка к экспериментальным исследованиям по восстановлению деталей бороны луцильника методом электроискрового легирования включает комплексную работу по выбору объекта исследования, подготовке поверхности, настройке параметров процесса и определению методов контроля качества. [10] Разработанная методика учитывает специфику эксплуатации бороны луцильника и обеспечивает возможность получения достоверных данных о свойствах формируемых покрытий.

Технология ЭИЛ представляет собой перспективное направление в области восстановления деталей сельскохозяйственной техники, позволяющее не только восстановить геометрические параметры изношенных деталей, но и значительно повысить их эксплуатационные характеристики. Применение композиционных покрытий на основе вольфрама и кобальта для восстановления рабочих органов бороны луцильника позволит решить проблему их интенсивного абразивного износа и повысить эффективность использования техники. [9]

Разработанная методика обеспечивает полный контроль всех этапов подготовки к эксперименту: от изготовления собственных электродов методом SPS до настройки параметров установки UR-121 и контроля качества покрытий. Методика гарантирует воспроизводимость результатов и может быть рекомендована для дальнейших исследований в области восстановления деталей сельскохозяйственной техники методом электроискрового легирования. [5]

Список литературы

1. Агеев, Е. В. Теория и практика сварочных процессов в ремонтном производстве / Е. В. Агеев, Р. А. Латыпов, В. А. Кончин. – Курск : Планета+, ЗАО «Университетская книга», 2025. – 202 с. – ISBN 978-5-00261-150-8. – EDN TANTYX.
2. ГОСТ 9.301–86. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Основные параметры. – Введ. 1987–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
3. ГОСТ Р 53480–2009. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору методов испытаний для определения физических и механических свойств. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 12 с.
4. Кончин, В. А. Анализ концентрации электролита при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственной техники / В. А. Кончин, В. С. Фетисов // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных статей II Международной научно-технической конференции, Курск, 04 апреля 2025 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 231–235. – EDN PDKJNM.

5. Кончин, В. А. Влияние композиционных покрытий на эксплуатационные характеристики машин и оборудования сельского хозяйства / В. А. Кончин, В. С. Фетисов // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных статей II Международной научно-технической конференции, Курск, 04 апреля 2025 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 236–240.

6. Кончин, В. А. К вопросу контроля качества плазменных покрытий восстановленных стрелчатых лап культиватора, методом плазменно-порошковой наплавки электроэрозионных порошков из твердого сплава Т30К4 / В. А. Кончин // Современные технологии, материалы и техника: сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 20 декабря 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 278–281.

7. Кончин, В. А. К вопросу об оптимизации плазменно-порошковой наплавки / В. А. Кончин // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России: сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 20 октября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова, 2023. – С. 63–68.

8. Кончин, В. А. Особенности получения металлических порошков электроэрозионным методом / В. А. Кончин // Наука молодых — будущее России: сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 12–13 декабря 2023 года. – Курск: Университетская книга, 2023. – С. 262–268.

9. Кончин, В. А. Триботехнические характеристики электроискровых покрытий на основе вольфрама / В. А. Кончин, А. В. Никитин // Современные материалы, техника и технологии. – 2025. – № 2(59). – С. 85–90.

10. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 114–117. – EDN EAZWNS.

11. Сариго, Н. В. Понимание и обеспечение качества на производстве / Н. В. Сариго // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 28 ноября 2023 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 220–223. – EDN QXNKDZ.

12. Фетисов, В. С. Электроискровое легирование как перспективная технология для восстановления и повышения износостойкости деталей машин / В. С. Фетисов // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей IV Международной научно-технической конференции, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 12–15.

13. Хардигов, С. В. Исследование микротвердости спеченного образца шарикоподшипниковой электроэрозионной стали / С. В. Хардигов [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2016. – № 2(19). – С. 25–30.

14. Ярыгина, И. В. Система менеджмента качества в модернизации перерабатывающей промышленности / И. В. Ярыгина // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2016 года. – Курск : Курская ГСХА, 2016. – С. 263–265. – EDN WGOСIH.

15. Результаты исследования износостойкости плазменного покрытия из твердосплавного порошкового материала/ Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 2 (47). С. 30-32.

16. Влияние подготовки поверхности на прочность сцепления электроосажденных покрытий/ Серебровский В.И., Серникова О.С., Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 1 (46). С. 79-85.

17. Результаты исследования износостойкости плазменного покрытия из твердосплавного порошкового материала/ Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 2 (47). С. 30-32.

18. Оптимизация состава наплавляемых порошковых композиций с целью улучшения качества плазменных покрытий стрельчатых лап культиватора/ Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 4 (49). С. 69-78.

19. Упрочнение деталей машин композиционными электроосажденными покрытиями с применением электроэрозийных диспергированных твердых сплавов/ Серебровский В.И., Агеев Е.В., Серникова О.С., Кончин В.А., Колмыков В.И.// Курск, 2022.

Fetisov Vladislav Sergeevich, Postgraduate Student

(vladislav.fetisov.2016102@mail.ru)

Vladimir Alekseevich Konchin, Candidate of Technical Sciences

(konchin98@mail.ru)

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

METHODOLOGY FOR PREPARING EXPERIMENTAL STUDIES ON PART RESTORATION USING ELECTROSPARK ALLOYING

Abstract. The article presents a detailed methodology for preparing experimental studies on the restoration of agricultural machinery components using electrospark alloying (ESA). The process of fabricating in-house electrodes based on a tungsten-cobalt (W-Co) alloy with a composition of 85 wt.% W and 15 wt.% Co via spark plasma sintering (SPS) is described, including powder mixture preparation, addition of stearin as a binder, and sintering parameters. The preparation of experimental specimens from low-carbon structural steel (GOST 380 St3) is described in detail. The operating parameters of the UR-121 ESA unit and quality assessment methods—including microhardness testing, scanning electron microscopy (SEM), and tribological evaluation—are presented. The developed methodology ensures full control over all experimental stages, reproducibility of results, and can be applied in future research on the restoration of agricultural machinery components.

Keywords: electrospark alloying (ESA), spark plasma sintering (SPS), composite coatings, tungsten-cobalt, experimental methodology, specimen preparation, agricultural machinery, component restoration.

УДК 621.928.2

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БОРОНЫ ЛУЩИЛЬНИКА

Фетисов Владислав Сергеевич, аспирант

(vladislav.fetisov.2016102@mail.ru)

Серебровский Владимир Исаевич, д.т.н., профессор

(e-mail: svi.doc@yandex.ru)

Кончин Владимир Алексеевич, к.т.н.

(konchin98@mail.ru)

Курский государственный аграрный университет

имени И. И. Иванова, г. Курск, Россия

В современных условиях сельскохозяйственное производство сталкивается с необходимостью повышения эффективности использования техники при одновременном снижении эксплуатационных затрат. [4] Одной из важных задач является восстановление изношенных деталей сельскохозяйственных машин, что позволяет сократить расходы на закупку новых компонентов и уменьшить простои техники. [6] В условиях импортозамещения и необходимости повышения рентабельности производства особую актуальность приобретают технологии, позволяющие восстанавливать детали с сохранением или даже улучшением их эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: электроискровое легирование (ЭИЛ), борона луцильника, восстановление деталей, композиционные покрытия, износостойкость, абразивный износ, сельскохозяйственная техника, ресурсосбережение.

Целью настоящего исследования является разработка комплексной методики подготовки к экспериментальным исследованиям, направленным на восстановление и упрочнение деталей бороны луцильника с применением технологии электроискрового легирования (ЭИЛ) и формированием износостойких композиционных покрытий на основе вольфрама и кобальта (W-Co).

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи:

1. провести анализ характерных видов износа и типовых повреждений рабочих органов бороны луцильника в условиях эксплуатации;
2. обосновать целесообразность применения метода электроискрового легирования как наиболее перспективной технологии восстановления деталей, подверженных абразивному износу;
3. разработать методику предварительной подготовки поверхности изношенных деталей к нанесению покрытий методом ЭИЛ;
4. определить оптимальные технологические параметры процесса ЭИЛ (напряжение, длительность импульса, скорость подачи электрода), обеспечивающие формирование качественных композиционных покрытий;

5. обосновать и внедрить комплекс методов контроля физико-механических характеристик и качества восстановленных поверхностей.

Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники является важным направлением в обеспечении её работоспособности. Существующие методы можно условно разделить на две группы: традиционные и современные.

Традиционные методы включают:

1. Механическую обработку по ремонтным размерам - заключается в увеличении посадочного размера детали с последующей установкой втулки или другого компенсирующего элемента. Недостатком является снижение прочности детали и необходимость изготовления дополнительных компонентов;

2. Наплавка - процесс нанесения дополнительного слоя металла на изношенную поверхность. Технология широко применяется, но имеет ряд недостатков: высокую температурную напряженность, деформацию детали, необходимость последующей механической обработки;

3. Гальваническое нанесение покрытий - позволяет получать износостойкие покрытия, но имеет ограничения по толщине и адгезии, а также требует сложной подготовки поверхности и использования токсичных химических реагентов.

Современные методы восстановления включают:

1. Электроискровое легирование (ЭИЛ) - технология, основанная на формировании покрытия за счет электрических разрядов между электродом и обрабатываемой деталью. Отличается низким тепловложением, возможностью локального нанесения покрытия и высокой адгезией;

2. Лазерная обработка - позволяет проводить упрочнение и восстановление деталей с высокой точностью, но требует дорогостоящего оборудования;

3. Термическое напыление - обеспечивает нанесение толстых покрытий, но сопровождается высоким тепловложением и низкой адгезией.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов восстановления деталей сельскохозяйственной техники

Параметр	Механическая обработка по ремонтным размерам	Наплавка	Гальваническое напыление	Лазерное упрочнение	Термическое напыление	Электроискровое легирование (ЭИЛ)
Тепловложение в деталь	Низкое	Высокое	Низкое	Высокое	Высокое	Очень низкое
Изменение геометрии детали	Значительное	Умеренное	Незначительное	Незначительное	Умеренное	Минимальное
Требуемая последующая обработка	Обязательная	Обязательная	Не требуется	Часто требуется	Часто требуется	Не требуется

Параметр	Механическая обработка по ремонтным размерам	Наплавка	Гальваническое напыление	Лазерное упрочнение	Термическое напыление	Электроискровое легирование (ЭИЛ)
Толщина восстанавливаемого слоя, мм	0,5-2	1-5	0,05-0,3	0,1-1	0,1-2	0,05-0,2
Микротвердость покрытия, HV	250-400	400-600	500-800	800-1200	600-1000	920-1650
Адгезия покрытия, МПа	100-150	150-200	50-100	200-250	80-150	280
Возможность локального нанесения	Нет	Ограничено	Нет	Да	Ограничено	Да
Стоимость оборудования	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Очень высокая	Средняя
Себестоимость восстановления, руб/ед	3500-4500	4000-6000	6000-8000	7000-10000	5500-7500	4500-5500
Срок службы восстановленной детали, % от новой	60-70	70-80	80-90	120-150	100-120	145-150

Примечание: данные приведены для восстановления рабочих органов бороны луцильника из стали Ст3 с использованием композиционных покрытий на основе вольфрама и кобальта.

Данные таблицы демонстрируют, что технология ЭИЛ сочетает в себе преимущества высокой адгезии покрытия, минимального тепловложения и возможности локального нанесения, что делает ее особенно перспективной для восстановления деталей сложной формы, таких как рабочие органы бороны луцильника. Несмотря на более высокую стоимость по сравнению с традиционными методами, ЭИЛ обеспечивает наибольший экономический эффект за счет увеличения срока службы восстановленных деталей на 45-50%. [3]

Для деталей, эксплуатируемых в условиях абразивного износа (как в случае с бороной луцильника), наиболее перспективным является метод электроискрового легирования, обеспечивающий формирование композиционных покрытий с высокой износостойкостью при минимальном тепловложении в деталь.

Электроискровое легирование представляет собой процесс формирования покрытия на поверхности детали за счет импульсного электрического разряда между электродом и обрабатываемой деталью. При этом материал электрода переносится на поверхность детали, образуя упрочняющий слой с уникальными свойствами.

Принцип работы установки ЭИЛ заключается в следующем: между электродом и деталью создается электрический разряд, в результате которого происходит локальное плавление и испарение небольшого количества материала электрода и поверхности детали. При этом формируется переходная зона, обеспечивающая высокую адгезию покрытия к основному материалу. Процесс происходит в импульсном режиме, что минимизирует тепловложение в деталь и предотвращает ее деформацию.

Ключевые преимущества технологии ЭИЛ:

1. Низкое тепловложение в деталь, что исключает термические деформации;
2. Высокая точность обработки, позволяющая восстанавливать детали без последующей механической обработки;
3. Возможность локального нанесения покрытия только на изношенные участки;
4. Компактность оборудования, позволяющая проводить ремонт непосредственно в условиях эксплуатации техники;
5. Экономическая эффективность - стоимость восстановления методом ЭИЛ составляет 30-50% от цены новых компонентов. [1]

Для проведения исследований предполагается использовать установку UR-121, которая позволяет регулировать следующие параметры процесса:

1. Напряжение: 100-300 В;
2. Длительность импульса: 50-200 мкс;
3. Частота импульсов: 50-200 Гц;
4. Скорость подачи электрода: 0.1-0.5 мм/с;
5. Рабочая среда: воздушная или аргоновая атмосфера (для минимизации окисления).

В качестве электродных материалов будут использованы электроды W-85% Co-15%, обеспечивающие высокую износостойкость и коррозионную стойкость.

Эти материалы выбраны на основании предварительных исследований, показавших их высокую эффективность при восстановлении деталей, эксплуатируемых в условиях абразивного износа. Формирование покрытия из данных материалов позволяет достичь микротвердости 920-1650 НВ и адгезии 280 МПа, что значительно превосходит показатели традиционных методов восстановления. [7]

Помимо восстановления деталей сельскохозяйственной техники, технология электроискрового легирования находит широкое применение в других отраслях, что подтверждает ее универсальность и перспективность. Метод ЭИЛ успешно применяется для решения следующих задач:

1. Восстановление рабочих органов зернодробилок - для повышения износостойкости ножей и сит, подвергающихся интенсивному абразивному воздействию;

2. Восстановление деталей кормораздатчиков - для упрочнения шнеков и режущих элементов, работающих в условиях абразивного износа и коррозии;

3. Упрочнение деталей доильных аппаратов - для повышения коррозионной стойкости элементов, контактирующих с молоком. Покрытия, сформированные методом ЭИЛ, соответствуют требованиям санитарных норм и не выделяют вредных веществ.

Сравнительный анализ эффективности различных технологий восстановления показывает, что ЭИЛ превосходит традиционные методы по следующим параметрам:

1. Срок службы восстановленных деталей увеличивается в 2,5-4 раза;
2. Время восстановления детали сокращается на 60-70%;
3. Экономия материалов достигает 80% по сравнению с наплавкой;
4. Отсутствие термической деформации детали.

Особенно важно отметить, что в условиях импортозамещения технология ЭИЛ с использованием отечественных материалов и оборудования (установка UR-121) позволяет полностью локализовать процесс восстановления деталей сельскохозяйственной техники, что соответствует стратегическим направлениям развития АПК России. [4]

Анализ статистических данных по эксплуатации бороны лушильника, проведенный на основании информации, полученной от ремонтных мастерских Курской области, показывает, что около 65% всех отказов бороны связано с износом рабочих органов и их крепежных элементов. [7] При этом распределение типов повреждений выглядит следующим образом:

1. Абразивный износ рабочей поверхности лап: 42%;
2. Трещины в зоне крепления: 18%;
3. Поломка зубьев и лап: 15%;
4. Коррозионное повреждение: 10%;
5. Износ отверстий для крепления: 9%;
6. Другие повреждения: 6%.

Средний срок службы рабочих органов бороны лушильника при стандартных условиях эксплуатации составляет 250-300 моточасов, после чего требуется их замена или восстановление. При этом стоимость одного комплекта новых рабочих органов для бороны БИГ-3,2 составляет около 42 000 рублей, что делает восстановление экономически целесообразным.

Анализ причин износа показывает, что основными факторами, влияющими на интенсивность износа рабочих органов, являются:

1. Состав и влажность обрабатываемой почвы;
2. Наличие камней и посторонних включений в почве;
3. Скорость обработки;
4. Глубина обработки;
5. Режимы эксплуатации техники.

Особенно интенсивному износу подвергаются передние лапы бороны, которые работают в наиболее тяжелых условиях. Статистика показывает, что износ передних лап на 25-30% выше, чем задних, что необходимо учитывать при восстановлении.

Интенсивность износа рабочих органов бороны луцильника напрямую зависит от тяговых характеристик используемого трактора. Как показали сравнительные тяговые испытания малогабаритных тракторов, различия в их тягово-сцепных свойствах могут приводить к значительному разбросу в нагрузках на рабочие органы, что, в свою очередь, влияет на скорость их износа. [5]

В качестве материала для рабочих органов бороны луцильника традиционно используется сталь Ст3, которая имеет относительно низкую износостойкость. Эти данные подтверждают необходимость применения методов упрочнения рабочих органов бороны луцильника, и технология ЭИЛ с композиционными покрытиями на основе вольфрама и кобальта представляет собой оптимальное решение для решения этой задачи.

Борона луцильника представляет собой важный агрегат сельскохозяйственной техники, предназначенный для предпосевной обработки почвы. Основные элементы бороны, подверженные интенсивному износу, включают:

1. Рабочие органы (лапы, зубья);
2. Оси и пальцы крепления;
3. Соединительные элементы.

В процессе эксплуатации эти детали подвергаются воздействию абразивных частиц почвы, коррозии, механическим нагрузкам и вибрациям, что приводит к их износу и выходу из строя. Согласно статистике, около 65% отказов бороны луцильника связано с износом рабочих органов и их крепежных элементов. [7]

Особенностью бороны луцильника является то, что её рабочие органы имеют сложную пространственную форму, что затрудняет применение традиционных методов восстановления. Механическая обработка по ремонтным размерам приводит к изменению геометрии рабочих органов, что негативно сказывается на качестве обработки почвы. Наплавка часто вызывает деформацию деталей из-за высокого тепловложения. [2]

Использование технологии ЭИЛ для восстановления деталей бороны луцильника имеет ряд преимуществ:

1. Возможность локального нанесения покрытия только на изношенные участки без изменения геометрии детали;
2. Минимальное тепловложение, исключающее деформацию тонкостенных элементов;
3. Формирование покрытия с высокой износостойкостью, способного противостоять абразивному воздействию почвы;
4. Возможность проведения восстановительных работ непосредственно в условиях эксплуатации техники.

В рамках данного исследования основное внимание будет уделено восстановлению рабочих органов бороны луцильника, так как именно они подверга-

ются наибольшему абразивному износу и чаще всего требуют замены или восстановления.

Список литературы

1. Агеев, Е. В. Ремонт машин в АПК / Е. В. Агеев, В. И. Серебровский, В. А. Кончин. – Курск: Планета+, ЗАО «Университетская книга», 2025. – 192 с. – ISBN 978-5-00261-151-5. – EDN ACVSQI.
2. Агеев, Е. В. Теория и практика сварочных процессов в ремонтном производстве / Е. В. Агеев, Р. А. Латыпов, В. А. Кончин. – Курск: Планета+, ЗАО «Университетская книга», 2025. – 202 с. – ISBN 978-5-00261-150-8. – EDN TANTYX.
3. Кончин, В. А. Исследование износостойкости восстановленных и упрочненных стрельчатых лап культиватора / В. А. Кончин // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 1(52). – С. 50–55. – EDN JYIJAP.
4. Кончин, В. А. Эффективность ресурсосбережения на предприятиях Курской области / В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование: Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 05 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 114–117. – EDN EAZWNS.
5. Крупчатников, Р. А. Анализ результатов сравнительных тяговых испытаний малогабаритных тракторов / Р. А. Крупчатников, Б. М. Ковынев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 39–41. – EDN KZVFWL.
6. Романов, М. Р. Организация и контроль технического состояния машин в АПК / М. Р. Романов, И. В. Ярыгина // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование: Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 04 апреля 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 179–182.
7. Фетисов, В. С. Анализ концентрации электролита при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственной техники / В. С. Фетисов, В. А. Кончин // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование: Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 04 апреля 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 231–235. – EDN PDKJNM.
8. Результаты исследования износостойкости плазменного покрытия из твердосплавного порошкового материала/ Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 2 (47). С. 30-32.
9. Влияние подготовки поверхности на прочность сцепления электроосажденных покрытий/ Серебровский В.И., Серникова О.С., Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 1 (46). С. 79-85.
10. Результаты исследования износостойкости плазменного покрытия из твердосплавного порошкового материала/ Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 2 (47). С. 30-32.
11. Оптимизация состава наплавляемых порошковых композиций с целью улучшения качества плазменных покрытий стрельчатых лап культиватора/ Кончин В.А.// Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 4 (49). С. 69-78.
12. Упрочнение деталей машин композиционными электроосажденными покрытиями с применением электроэрозийных диспергированных твердых сплавов/ Серебровский В.И., Агеев Е.В., Серникова О.С., Кончин В.А., Колмыков В.И.// Курск, 2022.

Fetisov Vladislav Sergeevich, Postgraduate Student

Vladimir Alekseevich Konchin, Candidate of Technical Sciences

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

JUSTIFICATION FOR THE APPLICATION OF ELECTROSPARK ALLOYING IN THE RESTORATION OF CULTIVATOR TINE COMPONENTS

Abstract. *In modern conditions, agricultural production faces the challenge of enhancing machinery utilization efficiency while simultaneously reducing operational costs. One of the key tasks is the restoration of worn components of agricultural machinery, which helps cut expenses on purchasing new parts and minimizes equipment downtime. Under the current conditions of import substitution and the need to improve production profitability, technologies enabling the restoration of components—while maintaining or even enhancing their operational performance—have become particularly relevant.*

Keywords: *electrospark alloying (ESA), cultivator tine, component restoration, composite coatings, wear resistance, abrasive wear, agricultural machinery, resource conservation.*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРООСАЖДЁННЫМИ ЖЕЛЕЗО-ВОЛЬФРАМОВЫМИ ПОКРЫТИЯМИ: ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА И РЕЖИМОВ ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА

*Худенцов Артем Евгеньевич, аспирант
(e-mail: khudentsoff@yandex.ru)*

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова

В данной статье рассматриваются особенности восстановления и упрочнения деталей машин электроосаждёнными железо-вольфрамовыми покрытиями, а также возможные способы совершенствования процессов электроосаждения.

Ключевые слова: железо, вольфрам, электроосаждение, восстановление, упрочнение

Восстановление деталей машин с помощью электроосаждённых железо-вольфрамовых покрытий относится к современным методам упрочнения и ремонта изношенных поверхностей, когда необходимо не только вернуть геометрические размеры детали, но и обеспечить её повышенную износостойкость и долговечность [1].

Железо-вольфрамовые покрытия получают из водных электролитов, содержащих соли железа и вольфрамовые соединения, обычно в виде вольфраматов или комплексных соединений. Электроосаждение ведётся при сравнительно низкой температуре (близкой к комнатной) и кислой реакции среды. Важное условие — подбор режима плотности тока, при котором обеспечивается совместное осаждение железа с вольфрамом, поскольку сам по себе вольфрам из водных растворов практически не осаждается. Такие покрытия содержат от 1 до 15% вольфрама, но оптимальное содержание, как правило, ограничивается пределом до 5–7%, поскольку при большем количестве ухудшается пластичность и возрастает склонность к внутренним напряжениям и растрескиванию.

При правильных режимах электроосаждения формируется мелкодисперсная структура, что обуславливает рост микротвёрдости. [2] Микротвёрдость железо-вольфрамовых покрытий значительно превышает показатели чистого железа и может достигать 6000–7000 Мпа [3], что делает их пригодными для восста-

новления деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и адгезионного износа [3].

Покрытия этого типа отличаются высокой прочностью сцепления с подложкой, особенно если поверхность детали предварительно подвергнута механической или электрохимической активации. Важным преимуществом является то, что железо-вольфрамовые покрытия хорошо поддаются механической обработке после осаждения, что позволяет довести восстановленную поверхность до необходимых размеров и шероховатости.

Применение этих покрытий актуально для восстановления шеек валов, посадочных мест под подшипники, поверхностей зубьев шестерён, штоков гидроцилиндров, а также деталей, контактирующих с абразивными частицами. В ремонтном производстве железо-вольфрамовые покрытия ценятся за возможность сочетать восстановление размеров с повышением ресурса детали, что выгодно отличает их от традиционного железнения.

Для Fe–W почти повсеместно применяют цитрат-основанные или цитрат-сульфатные пластыри, где ключевые компоненты — источник ионов железа, источник вольфрама и цитрат как комплексообразователь.

Рост температуры обычно повышает фарадическую эффективность и уменьшает адсорбцию промежуточных оксидных/окисленных форм, что даёт большую скорость наслоения и иногда меньшую долю В в сплаве. (рисунок 1);

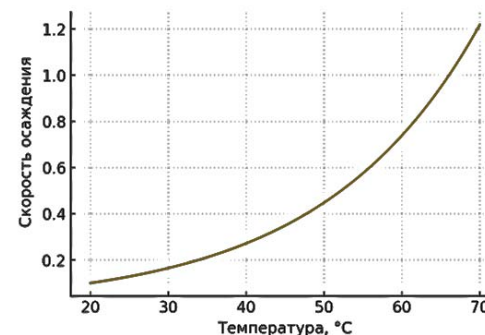


Рисунок 1 – Теоретическая зависимость скорости осаждения от температуры

Типичные рабочие температуры — от комнатной (20–25 °C) до 50–60 °C в зависимости от состава бака и требований к скорости осаждения [4]. Контролируемый pH важен для формирования комплексных форм вольфрама и смещения редуционных потенциалов, делающих совместное осаждение термодинамически и кинетически возможным (рисунок 2).

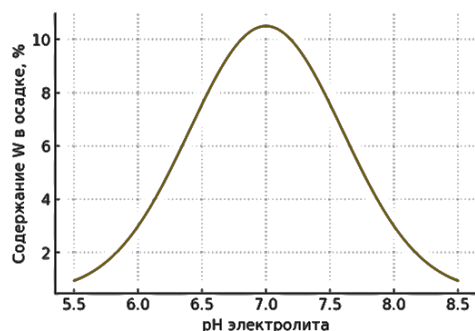


Рисунок 2 – Зависимость включения вольфрама от pH электролита

Низкие плотности тока дают более богатые вольфрамом осадки, тогда как высокие плотности тока усиливают выход по току, снижают включение вольфрама и могут переводить осадок в более металлическое состояние.

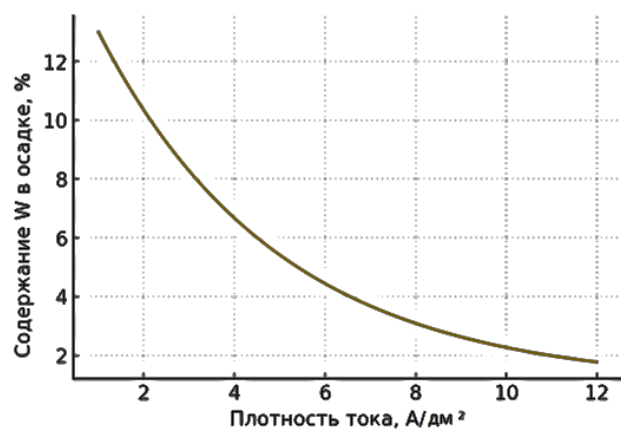


Рисунок 3 – Теоретическая зависимость содержания вольфрама от плотности тока

Зачастую для постоянного тока приводят рабочие диапазоны от примерно 1 A/дм² до 12 A/дм² (то есть 0.1-1.2 A/cm²) [5], причём патентные и прикладные отчёты указывают предпочтение ~ 8-12 A/дм² для получения покрытий с ~ 8-12 мас.% вольфрама в «тихих» ваннах; другие исследователи получают высокое содержание вольфрама при гораздо меньших плотностях тока (например 5·10⁻² A/дм² = 5 A/дм² и ниже) — всё зависит от концентраций в растворе и гидродинамики. Поэтому при подборе режима для восстановления нужно экспериментально подбирать ток в конкретном электролите, но ориентиры в литературе — 5-12 A/дм² [6].

Добавки и вспомогательные компоненты: часто вводят борную кислоту (H₂BO₃) или кислоты-буферы для стабилизации pH и смягчения вспенивания; органические модификаторы (сахарин, тиоловые или сульфатные ярчители) применяют как ярвители/осветлители и для уменьшения пористости; комплексообразователи (натриевая/аммонийная соль цитрата, лимонная кислота) критичны для формирования растворимых комплексов вольфрама, без которых выделение вольфрама практически невозможно. Также важна аэрация/перемешивание и/или вращение катода для управления массообменом — при вращении катода может повышаться доля вольфрама в осадке, хотя при этом падает эффективность по току.

Для наиболее качественного подхода к восстановлению деталей предлагается использование «самовосстанавливающихся» ванн для железо-вольфрамовых материалов. Далее будет представлена схема примерного вида такой ванны, помимо создания постоянной циркуляции, ванна может иметь еще и системы фильтрации.

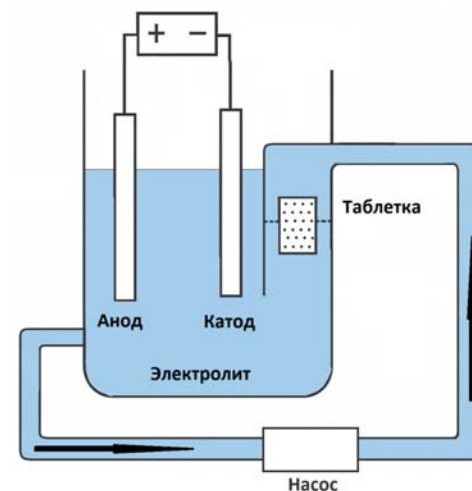


Рисунок 4 – Возможный вид ванны для процесса электроосаждения с использованием таблеток

Для данного метода восстановления предлагается использование «таблеток», состав которых позволит в течении относительно длительного времени не вмешиваться в восстановительный процесс, а также повысить качество итоговой детали. Процесс электролиза будет сопровождаться циркуляцией электролита для равномерного распределения состава по всей площади ванны.

Для изготовления таблетки понадобится около 70% массы Na₂WO₄·2H₂O, также 25% цитрата (Na₂C₆H₅O₇) и связующая добавка (ПВА или крахмал мелкодисперсный).

Подведя итоги, можно сделать вывод, что использование данной методики должно повлиять на качество осаждения покрытий деталей. При применении такой методики должна получиться более стабильная масса осадка относительно всего времени процесса восстановления, что повлияет на более однородную поверхность на восстанавливаемой детали.

Список литературы

1. Серебровский, В. И. Химико-термическое упрочнение электроосажденных сплавов на основе железа / В. И. Серебровский, Р. И. Сафронов, Е. С. Калущий // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 200-203. – EDN XNSLJG.

2. Сафронов, Р. И. Применение легированных железных покрытий для восстановления деталей сельскохозяйственной техники / Р. И. Сафронов, В. И. Серебровский // Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 05 июня 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 111-115. – EDN IHUHJG.

3. Повышение эксплуатационных свойств железных гальванических покрытий путем легирования вольфрамом и молибденом / В. И. Серебровский, А. Ю. Молодкин, В. В. Бедин, Л. Н. Серебровская // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 9. – С. 75-76. – EDN PУВHNS.

4. Серебровский, В. И. Оптимизация процесса электроосаждения покрытия железо-вольфрам / В. И. Серебровский, Е. С. Калущий, О. С. Серникова // Современные материалы, техника и технологии. – 2023. – № 2(47). – С. 108-113. – EDN WEGFVC.

5. Восстановление и упрочнение деталей машин электроосажденными покрытиями / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Ю. П. Гнездилова, С. А. Богомолов // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2016 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 2. – Курск: Курская ГСХА, 2016. – С. 180-183. – EDN WGOAMZ.

6. Восстановление и упрочнение деталей машин электроосажденными покрытиями / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Ю. П. Гнездилова, С. А. Богомолов // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2016 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 2. – Курск: Курская ГСХА, 2016. – С. 180-183. – EDN WGOAMZ.

*Khudentsov Artem Evgenievich, Graduate Student
Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov*

RESTORATION AND HARDENING OF MACHINE PARTS WITH ELECTRODEPOSITED IRON-TUNGSTEN COATINGS: THE EFFECT OF ELECTROLYTE COMPOSITION AND DEPOSITION MODES ON STRUCTURE AND PROPERTIES

Abstract. This article examines the specifics of restoring and hardening machine parts with electrodeposited iron-tungsten coatings, as well as possible ways to improve the electrodeposition process.

Keywords: *iron, tungsten, electrodeposition, restoration, hardening*

**О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ УПРАВЛЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Шабарин Евгений Дмитриевич, студент

Воронов Александр Алексеевич, д.ю.н., профессор

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский институт ФСИИ России, г.Воронеж, Россия

Статья посвящена анализу вопросов, которые связаны с характеристиками управления энергетическими системами.

Ключевые слова: *энергетическая система, управление, объекта.*

При том, что есть различные энергетические объекты с неоднородными характеристиками, проведение управления такими объектами на настоящий момент проводится на основе классических методов. Рост эффективности управления можно обеспечить с использованием автоматического регулирования и использованием процедур стабилизации совокупности входных переменных не учитывая их существенную неоднородность [1].

В некоторых случаях происходит выбор наилучшего варианта из уже существующих при заданных степенях рисков. Может происходить расчет величины управляющих воздействий относительно информации, которая получается для предыдущих шагов управления на основе средневзвешенного коэффициента уравнения. На его базе происходит описание траектории изменения выходных переменных. Не будет учитываться информация от лиц, которые принимают решение, когда есть неопределенности [2, 3]. Неоднородности и их проявление будут определять то, как различным образом будут формироваться целевые функции, когда есть неопределенности. Тогда приходим к задачам оптимального выбора. Они связаны с тем, что определяется наилучший вариант среди множества тех, которые, являются допустимыми. Существуют публикации [4, 5], для которых задачи оптимального выбора будут интерпретироваться в виде задач поиска оптимальных решений на дискретных множествах. Представляемые в них подходы будут ориентированы на то, чтобы разрабатывать алгоритмическое обеспечение и не дают методологических основ по рассматриваемым проблемам. Существуют задачи, связанные с идентификацией для условий неоднородности. Они касаются лишь одной проблемы – проведения уменьшения ошибок в ходе планировании эксперимента. Реализация классификации источников неоднородностей происходит только в зависимости от того, какая у них природа [6, 7]. Исследователями реализуется теоретическое исследование по однородным энергетическим процессам (по определенным энергетическим однородным компонентам) и не ведется анализ по другим источникам неоднородности. В ходе проектирования и исследования комплексных энергетических систем управления определенным образом учитываются вопросы, связанные с учетом неоднородности энергетических сложных систем. Поскольку они достаточно разнообразны, обозначается задача, связанная с вве-

дением в структуры моделей определенной однородности. Можно отметить, что классификация по неоднородностям и обозначение класса энергетических объектов при неоднородных характеристиках появились из практических задач. Они связаны с управлением энергетическими объектами.

Задачи, связанными с оптимальным управлением определили необходимость в учете неоднородности различных характеристик. Тогда потребовалась разработка классификации по источникам неоднородности энергетических объектов, методах оценок степеней неоднородности, способов идентификации и формирования однородных задач управления.

С точки зрения того, какие особенности энергетических объектов учет неоднородности рассматривается в виде одного из источников роста эффективности управления.

Анализируемая проблема состоит в том, что на базе рассмотрения категории разнообразия относительно энергетических объектов с неоднородными характеристиками, требуется провести разработку принципов идентификации и управления. Они направлены на рост эффективности и качества работы энергетических объектов.

Применительно к энергетическим объектам с неоднородными характеристиками возникает необходимость решения следующих вопросов:

- 1) разработка классификации источников и оценок степени неоднородности объектов;
- 2) разработка методов идентификации объектов;
- 3) разработка методов рационального упрощения математических моделей путем выделения и описания однородных компонент, сокращения времени и объема эксперимента при идентификации;
- 4) разработка методов постановки и решения задач многокритериальной оптимизации, количественной оценки качественных характеристик;
- 5) разработка методов оценки и обеспечения эффективности, надежности и качества при влиянии на управление субъективных факторов, обусловленных взаимодействием человека с техникой;
- 6) разработка алгоритмических процедур, обеспечивающих оптимальное распределение функций между человеком (ЛПР) и ЭВМ.

Список литературы

1. Петранковский А.А., Преображенский Ю.П. О проблемах управления в энергетических системах // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 339-342.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

4. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ структуры распределённых и изолированных энергетических систем на основе применения объектов малой энергетики // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 2 (16). С. 99-104.

5. Преображенский Ю.П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении // В сборнике: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редакция: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск, 2021. С. 361-363.

6. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Разработка системы гарантированного энергообеспечения удалённого объекта на основе паровой генерирующей установки // В сборнике: Альтернативная и интеллектуальная энергетика. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-215.

7. Клименко Ю.А., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2024. Т. 24. № 1. С. 88-97.

8. Klimenko Y.A., Preobrazhensky A.P. Simulation of the control process electric loads in the distribution network OF 0.4 KV // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 4 (86). С. 95-100.

9. Соломин С.А., Преображенский Ю.П. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 345-348.

10. Преображенский Ю.П. Об энергетических потоках в энергосистемах // В сборнике: Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. 2018. С. 319-321.

Shabarin Evgeniy Dmitrievich, student

Voronov Alexander Alekseevich, Doctor of Law, Professor

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russia

ON SOME POSSIBILITIES OF ENERGY SYSTEMS MANAGEMENT

Annotation: The article is devoted to the analysis of issues related to the possibilities of managing energy systems.

Key words: energy system, management.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ УПРОЩЕННЫХ БЫСТРОТОКОВ*Шаламов Дмитрий Игоревич, научный сотрудник**(e-mail: d.i.shalatom@yandex.ru)**ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»*

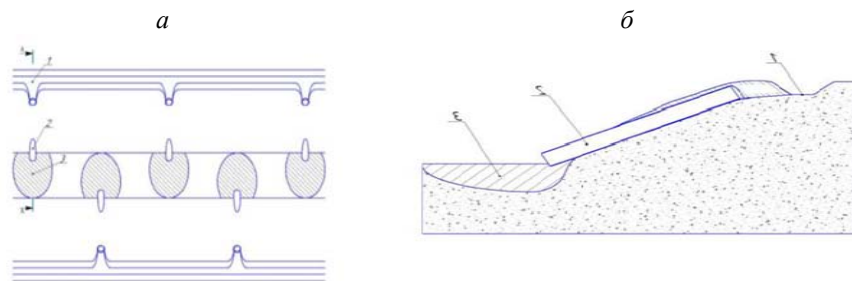
В данной статье описывается проведение усовершенствования сооружения, обеспечивающего сброс поверхностного стока с сельскохозяйственных полей в дренажную систему путем создания упрощенных быстроотоков на территориях, прилегающих к откосам каналов.

Ключевые слова: мелиорация, осушение, быстроотоки, сельское хозяйство.

В магистральном канале, который на себя брал нагрузку осушения двух полей, проведено усовершенствование сооружения, обеспечивающего сброс поверхностного стока в дренажную систему путем создания упрощенных быстроотоков на территориях, прилегающих к откосам каналов [2,3].

Принцип данной конструкции, следующий: на небольшом отдалении от бровки нагорного канала параллельно линии дна, строится дренажная канава, имеющая трапециевидное сечение, на участках, где возможен размыв почвы, сооружается водосток – аналог быстроотоков. Отличие от обычного быстроотока состоит в том, что вместо бетонного лотка закладывается пластиковая водоотводная труба, диаметром 0,2 м под углом 15°, частично засыпанная грунтом. Выходная часть сложена каменной наброской, которая служит для фильтрации сбрасываемых потоков, а также является опорой для водосбросной трубы. Во входной части пластиковая труба закреплена глиной (рисунок 1).

Реализованный комплекс гидромелиоративных, агромелиоративных и фитомелиоративных мероприятий обеспечил осушение переувлажненных земель опытного участка для сельскохозяйственного использования [1,4]. Сельскохозяйственные культуры возделывались на полях в течение 3-х лет. Проводя мониторинг культур по шкале Цадокса, было отмечено заметное влияние гидротермических условий на развитие растений.



Цифрой 1 обозначена дренажная канава, цифрой 2 – пластиковая водосбросная труба, цифрой 3 – выходной участок, сложенный каменной наброской

а – план, б – вид сбоку

Рисунок 1 – Схема дренажной системы

Указанная конструкция обеспечивала быстрый сброс поверхностных вод в период паводков без образования эрозии.

Было решено производить строительство водостоков по этапам:

1 этап – выемка грунта сначала для входной части, затем для участка, на котором будет произведена закладка трубы, затем для выходной части. Снятый слой почвы складывался на бровки склона по обе стороны от строящегося водотока. При этом глина складывалась отдельно от грунта.

2 этап – создание участка, сложенного каменной наброской. В небольшое углубление были сложены камни.

3 этап – выравнивание участка откоса, для прокладки пластиковой водосбросной трубы, (с обязательным фиксированием угла наклона трубы) а затем выравнивание дренажной канавы рядом с входным отверстием создание уклона, который позволит воде стекать в трубу.

4 этап – закладка трубы. Было сделано так, что нижний край трубы упирался в каменную наброску для лучшего укрепления. Верхний край трубы должен быть укреплен глиной и камнями на входном участке.

5 этап – засыпание пластиковой водоотводной трубы грунтами его дальнейшая утрамбовка.

После успешного завершения работы необходимо было убедиться в работоспособности данного сооружения. Для этого было решено проводить осмотры сооружения спустя разное количество времени с целью оценки его

эффективности и выявления ошибок и недостатков, которые следует устранить при возможной реконструкции сооружения. На момент первого осмотра эксплуатационных характеристик поздней осенью, а новых очагов возникновения размывов не было. Ни один водосток не был разрушен. Были проведены выравнивание уклона во входной части конструкции, очистка трубы и каменной наброски с помощью воды, очистка и углубление участка, сложенного каменной наброской от наносов с целью профилактики заилиения.

Спустя почти год, летом был проведён очередной осмотр сооружения. Новых очагов возникновения эрозии не было, несмотря на обильное количество снега зимой. Откосы магистрального канала, особенно на входном участке не были сильно размывы и не заросли травой.

Резюмируя всё вышесказанное, можно сказать, что свою главную функцию – предотвращение возникновения новых очагов водной эрозии, данное сооружение выполняет. Согласно данным осмотра, экспериментальное устройство свои функции по предотвращению размыва почв выполняет.

Список литературы

1. Борычев, С. Н. Повышение эффективности работы осушительных систем при мелиорации переувлажненных почв нечерноземной зоны РФ / С. Н. Борычев, А. С. Штучкина, О. П. Гаврилина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 2(42). – С. 65-68. – EDN ICASHW.

2. Джанчаров, Т. М. Влияние абиотических факторов на рост и развитие яровых растений в условиях Экологического стационара / Т. М. Джанчаров, Д. И. Шаламов, А. Т. Котрелева // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и техни-

ческие науки. – 2024. – № 4-2. – С. 10-16. – DOI 10.37882/2223-2966.2024.4-2.12. – EDN UKCPQC.

3. Шихова, Л. Н. Влияние осушительной мелиорации на свойства дерновых оглеенных почв на элювио-делювии пермских карбонатных пород : специальность 03.00.27 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Шихова Людмила Николаевна. – Москва, 1995. – 25 с. – EDN ZIVRCB.

4. Economic and legal aspects of budgetary sphere formation / R. Livanova, S. Pasternak, O. Mamrukova [et al.] // Revista Juridica. – 2024. – Vol. 3, No. 79. – P. 652-660. – DOI 10.26668/revistajur.2316-753X.v3i79.7520. – EDN BVBDRE.

Shalamov Dmitry Igorevich, Researcher

(e-mail: d.i.shalamov@yandex.ru)

FSBI "FNC VNIIGiM named after A.N. Kostyakov", Moscow, Russia

DESIGN AND CREATION OF SIMPLIFIED RAPID FLOWS

Abstract. *This article describes the improvement of a structure that ensures the discharge of surface runoff from agricultural fields into a drainage system by creating simplified rapid flows in areas adjacent to the slopes of canals.*

Keywords: *reclamation, drainage, fast-flowing streams, agriculture.*

Научное издание

5-я Международная
научно-техническая конференция

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РОССИИ

сборник научных статей

03 октября 2025 года

ISBN 978-5-00261-539-1



Подписано в печать 10.10.2024 г.

Формат 60x84 1/16, Бумага офисная

Уч.-изд. л. 14,9. Усл. печ. л. 16,5. Тираж 100 экз. Заказ № 3016

Отпечатано в типографии

Закрытое акционерное общество "Университетская книга"

305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12

ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.

Телефон +7-910-730-82-83