



Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова
Кафедра физико-математических дисциплин и информатики

4-я Международная научно-практическая
конференция молодых ученых,
аспирантов, магистров и бакалавров

**«Технологии, машины и оборудование
для проектирования, строительства объектов АПК»**

сборник научных статей

13 марта 2026 года

Курск - 2025

УДК 631.3
ББК 40.72
Т38 ФМ-13

Председатель организационного комитета -
Волкова Светлана Николаевна, профессор кафедры ФМДИ
Курский ГАУ,

Зам. председателя организационного комитета –
Сивак Елена Евгеньевна, профессор кафедры ФМДИ Курский ГАУ,
Зам. председателя организационного комитета –
Шлеенко Алексей Васильевич, заведующий кафедрой ПГС ЮЗГУ

Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК: сборник научных статей 4-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (13 марта 2026 года); Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2026. - 389 с.

ISBN 978-5-00261-846-0

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных молодых ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов.

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

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-00261-846-0

УДК 631.3
ББК 40.72

© Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова, 2026
© Авторы статей, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
Информационные системы и технологии АПК и ПГС	12
АТАЕВА Т.А. РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК	12
БЕЛОЗЕРЦЕВА М.И., БОЙКОВ Н.С., БОЙКОВА К.И. ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МНОГОЧЛЕНА ЛАГРАНЖА ДЛЯ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ ТАБЛИЦЕЙ	15
БОЙКОВ Н.С., БОЙКОВА К.И., БЕЛОЗЕРЦЕВА М.И. ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ САПР В АГРАРНЫХ ВУЗАХ 18	
ВОЛКОВА С.Н., СИВАК Е.Е., НАЙДЕНОВ Д.Н., СИВАК Н.А. ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ	21
ВОЛКОВА С.Н., СИВАК Е.Е., СОКОЛОВ И.Н., БЕЛОВА Т.В. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНЖЕНЕРИИ	24
ДРОНОВ А.О., ДОКУЧАЕВ Р.Л., БОЖКОВА А.Н., ПЛОТНИКОВ А.А. ОБ УЧЕТЕ СИСТЕМНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ОПИСАНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ	27
ДУТОВА А.В., ОСТАПЕНКО Д.К. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	30
ЕРЕМЕЕВ К.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	33
ЖЕЛУДЕВ В.Е. ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АПК	36
ЖЕЛУДЕВ В.Е. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА В СЕЗОННЫХ РАБОТАХ АПК	40
ЖЕЛУДЕВ В.Е. РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ АВАРИЙ	43
ИЛЬИЧЕВА А.С. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ОБЪЕКТОВ И ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ИННОВАЦИЯ	46
ИЛЬИЧЕВА А.С. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ	50
ЛИГОСТАЕВ К.В., КУРАЛЕСИН В.В. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АЗОТНЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ И ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ	54
ЛЯЩЕНКО Д.И. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УФА: МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ	57
МУХАМЕТДИНОВ А.М., БОРИСОВ И.О., ВЛАСОВ И.В. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТУШКИ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА	62
МЯМЛИН А.А. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ ..	65

НЕСТЕРЕНКО Е.Д., НЕСТЕРОВИЧ И.В., ШМЕЛЕВ Е.В., ПЛОТНИКОВ А.А. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ	67
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Ю.П., КЛЮЧНИКОВА Д.А., БЕГЛАРЯН С.Ю., ЛЯМЗИН И.С. О ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	70
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Ю.П., МИТЮКОВ Ф.А., ПОНОМАРЕВА С.А., УСТЮЖАНИН О.Р. О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	73
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Ю.П., КЛЮЧНИКОВА Д.А., БЕГЛАРЯН С.Ю., ЛЯМЗИН И.С. О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВНУТРИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ	76
СГРАБИЛОВ Н.А., КУРАЛЕСИН В.В. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ХОЗЯЙСТВАХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ	79
СТАРОСТИН А.С., КАПУСТИН В.В., МАКАРЕЦ Д.В. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ	83
СТАРОСТИН А.С., КАПУСТИН В.В., МАКАРЕЦ Д.В. ЭКОНОМИКО- МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ	85
ФИЛИМОНОВА А.И. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	88
ФИЛИМОНОВА А.И. ОБ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ НА АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	90
ФИЛИМОНОВА А.И. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЕ	93
ХАРИТОНОВ М.Д., КУРАЛЕСИН В.В. РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ОБЪЯСНЕНИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОВЕРИЯ И ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТИ РЕКОМЕНДАЦИЙ	96
ХАСБУЛАТОВА Б.М. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	99
ЩЕРБАКОВА И.В., МИХАЙЛОВ А.М. К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	103
ЯНЧЕНКО Д.В., ОСТАПЕНКО Д.К., САЗОНОВА А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	108
ЯНЧЕНКО Д.В., САЗОНОВА А.А., ОСТАПЕНКО Д.К. ВИРТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАСЧЁТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК	111
Технологии, машины и оборудование для АПК	114
АТАЕВА Т.А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИИ РОССИИ	114

БИШУТИН С.Г., АНДРОСЕНКО Д.С. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ КОЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА	117
ВОЛКОВА С.Н., СИВАК Е.Е., ЮШКОВ А.В., СУРЕНКОВ П.М. ОСОБЕННОСТИ РЕНОВАЦИИ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА	120
ГОРОХОВЦЕВ А.О., ШАТОХИН В.С., БЕЛОУСОВ Н.И. ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА ДЕНДРОФЛОРУ	123
ДАНИЛОВ А.В., МОРОЗОВА В.В. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	127
ДУДКИН О.Б., КРУПЧАТНИКОВ Р.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ТЕРЕБЛЕНИЯ ПРИ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ И КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ	130
КАРАЖЕЛЯСКО Е.В., СТЕПАНЧЕНКО П.А., БАБКОВ А.П. К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	133
КАРАЖЕЛЯСКО Е.В., БРЕЖНЕВА О.И., БЕЛОУСОВА Т.В., БЕЛОУСОВ Н.И. ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА СМАЗКИ	136
НЕСТЕРОВ С.В., ЯКОВЦОВ Ю.Д. АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНОСУШИЛКИ ПО ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАЗГОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ	140
ПАТРИКЕЕВ А.А., ШЕЛКОПЛЯСОВ Н.А. ПЕРЕКРЕСТНАЯ ДИАГНОСТИКА ГИДРОАГРЕГАТОВ: МЕТОДЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ	143
ПЕТУХОВ Е.А., ТЕМАСОВА Г.Н. АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ	148
ПОЛИТОВ Е.Н., КЛИМОВА А.Р. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	151
САВЧУК Я.С., СМЕРНОВ М.М., ЛЫКОВ А.С. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	155
СЕМЕНОВ Д.С., САРИГО Н.В. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА	159
СЫЧЕВ Д.Э., КРУПЧАТНИКОВ Р.А. АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ СЛЕЖАВШИХСЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ	163
СЫЧЕВ Д.Э., КРУПЧАТНИКОВ Р.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ СВЕЖЕГО НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	166
ТУТОВ Д.А., ПАШКОВ Н.В., ПАШКОВА М.И. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОЛЕ И НА ФЕРМЕ: ОБЗОР МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АПК	169
ЧАПЛЫГИНА О.Р., ЛЕОНОВА В.Е., СЕМЕНИХИН Д.А., ЧУВАЕВ И.В. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СДВИГОВЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	173
ШАЛЫГИН Г.И., ШАЛЫГИН Е.И., БЕЛОУСОВА Т.В., БЕЛОУСОВ Н.И. ЗАДЕЛЫВАЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ СВЕКЛОВИЧНОЙ СЕЯЛКИ	177
ЯРЫГИНА И.В., ГАЛКИН А.И., БУЛГАКОВ И.С. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ В СВЕКЛОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ОТДЕЛЕНИИ САХАРНОГО ЗАВОДА	181

Проектирование, строительство и архитектура для АПК и ПГС..... 186

ГОРБАЧЁВ А.Ю. ВЛИЯНИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ	186
ГОРОХОВ И.А. ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ САНК-ПЕТЕРБУРГА	190
ДУБОВА А.К. ПЛАТФОРМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО РЫНКА: АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ, СЕТЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОТРАСЛИ	195
ДУБОВА А.К. ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ И СЕМАНТИЧЕСКАЯ СОГЛАСОВАННОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ: СТАНДАРТЫ, МЕТАМОДЕЛИ И ТЕОРИИ СОВМЕСТИМОСТИ ЦИФРОВЫХ СРЕД	198
ЖИЛЯЕВ А.А. УСИЛЕНИЕ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ АПК	201
ЗОЛОТУХИН И.А., ТАНЫГИН О.Ф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ АПК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	205
КАСЬЯНОВ М.Е., ПРОХОДА А.В., ЕВСТРАТОВ С.Е. КАНАЛ ИМЕНИ МОСКВЫ	208
КАТЫХИН С.С., ЕВСЮКОВ А.А., УВАРОВА А.Г. КАК УВЕЛИЧИТЬ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДОРОГ	212
КОТОВ А.А., САБЕЛЬНИКОВ Б.Н., ШЛЕЕНКО А.В. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РЕЗКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СУЩЕСТВУЮЩИМИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТАМИ	216
КОТОВ А.А., САБЕЛЬНИКОВ Б.Н., ШЛЕЕНКО А.В. АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕЗКОЙ: ОБЗОР ПОДХОДОВ И АЛГОРИТМОВ	219
КОТОВ А.А., САБЕЛЬНИКОВ Б.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА	222
КУЗНЕЦОВА М.А., ЗЕНЧЕНКОВА Д.В. НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ — ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАСАДЫ	225
МАЕНКО И.В., ЯКОБИДЗЕ Ю.А., ЧУЕВСКИЙ В.В., КАЛЕНИК В.В. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	230
РЕПРЫНЦЕВА В.И. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	233
САМОНИНА М.А. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ, КРИТЕРИИ ВАЛИДНОСТИ И ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	235
САМОНИНА М.А. КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РОБОТИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ИНТЕГРАЦИЯ IOT, СЕНСОРОВ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ	239
ШЕРКУНОВА Д.А. РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ НЕДВИЖИМОСТИ	242
ШЕРКУНОВА Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIG DATA В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	246
Экологические проблемы и безопасность жизнедеятельности в АПК и ПГС	251
АЛЕШИЧЕВ С.Е., ГАРНИЦКАЯ А.С., НЕКИПЕЛОВ М.Ю. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	251

ГЛАЗУНОВА И.В., СОКОЛОВА С.А., ФРОЛИНА Е.А. ВЛИЯНИЕ НАПЛАВНЫХ БИОПЛАТ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕКРЕАЦИОННУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	254
КОСТЫЛЕВ А.О., ПОТАПКИН Н.А., ИВАНЕНКО С.В., САМОЙЛОВ А.В. ОРГАНИЗАЦИЯ ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ АПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ.....	258
КОСТЫЛЕВ А.О., ПТИЦЫН И.Д., ЕРШОВ Д.В., ЦУРКАНУ М.В. ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ В СИСТЕМУ ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК И ПГС С УЧАСТИЕМ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ.....	261
КОСТЫЛЕВ А.О., УКОЛОВ Ф.Р., ПТАХИН А.А., ТРОШИН П.Ю. ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ.....	265
КРАВЦОВА Е.В., ГАРНИЦКАЯ А.С., НЕКИПЕЛОВ М.Ю. ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	268
МИТРОФАНОВА Д.М. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДООХРАННОЙ ЗОНЫ МАЛОЙ РЕКИ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ.....	271
ПЕТРЕНКО А.П. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АГРОХИМИКАТОВ И ПЕСТИЦИДОВ.....	274
ПЕТУХОВ Е.А., ТЕМАСОВА Г.Н. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ РЕМОНТНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК, КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССОВ.....	277
САВЧУК Я.С., СМИРНОВ М.М., ИЛБЯШЕНКО А.В. ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЖИВОТНЫХ ПРОДУКТОВ.....	280
САДОВА В.А. ЗАЩИТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В АПК.....	284
ТУТОВ О.Е., МОРОЗОВА В.В. АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В АПК И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	287
ФРОЛИНА Е.А. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН МАЛЫХ РЕК В РАЗНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ.....	290
ЯРЫГИНА И.В., ГАЛКИН А.И., БУЛГАКОВ И.С. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ НА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	293
Транспортные системы и эксплуатация машинно-тракторного парка АПК и ПГС.....	298
АХРОМЕШИН А.В. РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ САМОХОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ: ПОДХОДЫ И МЕТОДИКИ.....	298
Электроэнергетика и электротехника в АПК и ПГС.....	302
АБДУРАШИДОВ А.Ж., ГАБАЕВ В.Н., ТИХОНОВ И.А., ЛЬВОВИЧ Я.Е. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НЕКОТОРЫХ ИЗМЕРЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	302

АБРОСИМОВ И.П., ДРОЗД В.А., КИСЕЛЕВ А.В., БУШУЕВ А.П. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	305
АБРОСИМОВ И.П., БУШУЕВ А.П., ПРОВОДИН Н.В., ХОМЯКОВ М.А. О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	309
АБРОСИМОВ И.П., ДРОЗД В.А., КИСЕЛЕВ А.В., ПРОВОДИН Н.В. О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ, ОПИСЫВАЮЩИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.....	312
АВETИСЯН Т.В., ПОПОВА К.М., ТКАЧЕНКО А.В., ДЕНИСОВА А.А. О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	315
АВETИСЯН Т.В., СЕРГЕЕНКО И.А., ГУНДОРОВА А.С., ЛЮБИМОВА А.В. ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	318
АВETИСЯН Т.В., МЕРЗЛЯКОВ Д.В., ПРИЩЕП Э.М., ЛЯПУСТИНА Е.А. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	321
ВДОВИНА Д.А., УДАЛЫХ О.С., ТАНЫГИН О.Ф. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 0,4-10 КВ.....	325
ВОРОНОВ А.А., МАКАРОВ З.А., ХВОСТУНОВ П.С., ПРЕССЛЕР А.М. О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	328
ВОРОНОВ А.А., РУДНЕВ Д.В., СМОТРОВ А.А., МИРОНОВ А.А. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК, СВЯЗАННЫХ С РАЗВИВАЮЩИМИСЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ.....	332
ВОРОНОВ А.А., ЗАДОРЖНИЙ Т.С., ЗАХАРОВА В.В., ИВАНОВ Д.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ.....	335
ДАВЫДОВ И.В., КОНЯЕВ Н.В. АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО-МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?.....	338
КЛИМЕНКО Ю.А., БОХОНЬКО У.А. О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.....	342
НЕСТЕРОВ С.В., ЯКОВЦОВ Ю.Д. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ.....	345
ПАНИН Д.В., ЗОЛОТАРЕВ А.А., БАРБАШИН Е.А., ЛЬВОВИЧ Я.Е. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК И ПГС.....	349
ТЕЛЕГИНА В.О., ФИРСОВА Е.А., СТУКАЛОВА В.С., ЛЬВОВИЧ Я.Е. О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	352
ШАЙМАРДАНОВ И.И., ИСАКОВ Р.Г. АНАЛИЗ ОТКАЗОВ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	356
Технологии и оборудование пищевых и перерабатывающих производств.....	360

АСАТУРЯН Е.А. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КРЕПЛЕННЫХ (ЛИКЕРНЫХ) ВИН ХЕРЕС В РОССИИ.....	360
ГРЯДОБИТОВ Е.И. ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ: ИННОВАЦИИ КАК ДРАЙВЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА.....	363
ЛЕОНОВА В.Е., ЧАПЛЫГИНА О.Р. КОНТРОЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОСКОПИИ И БИОСЕНСОРОВ.....	366
САВЧУК Я.С., СМИРНОВ М.М., ЛЫКОВ А.С. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	370
СУШКОВ Д.Д., КОСТИНОВА М.А., ИЛЬЯШЕНКО А.В. АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РОЗНИЧНОЙ СЕТИ Г. КУРСКА.....	374
ТАЛЫШЕВА Е.В., ТРУБНИКОВ В.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБА.....	377
ХАСБУЛАТОВА Б.М. ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ДРАЙВЕР РЕШЕНИЯ ТРИЕДИНОЙ ЗАДАЧИ: ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, НУТРИЦИОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.....	382
ХАСБУЛАТОВА Б.М. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК НА БАЗЕ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	384
Заключение.....	388

ВВЕДЕНИЕ

Тринадцатый сборник,
Тринадцатое число.
Поздравляю с пятницей.
Весеннее волшебство
Приглашаю статью
На конференции
Нашей участницей.
Темы серьёзные:
«Тёмные фабрики».
Направление амбициозное.
Думайте, пробуйте и ищите,
А будет трудно, статьи пишите
И осевшую мысль
Пером схватите.
В эксперименте закрепите
На практике её и подтвердите!
И в сборник наш пришлите!



Приветствую Вас, дорогие участники 4-ой Международной научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов, магистрантов и бакалавриатов «Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК». Тема актуальна с давних времён, как только человек изобрёл первую машину и разработал технологию её изготовления, а дальше автоматизация и цифровизация со всеми вытекающими последствиями роботизации, но обо всём по порядку, начиная с понятия «тёмные фабрики», которые полностью отменяют людей на производстве. Промышленная революция во многом предопределила масштабные социально-экономические изменения и актуализировала «Великое расхождение», когда Западная Европа и некоторые её колонии значительно обогнали остальной мир по уровню развития.

Сегодня место паровой машины заняли робототехника, искусственный интеллект и другие элементы нового витка технологического развития. Одним из штрихов эпохи стали китайские «тёмные фабрики», где промышленные роботы трудятся без света.

Первая «тёмная фабрика», в разработку которой было инвестировано 330 млн. долларов, полностью автономная экосистема, где роботы и оборудование взаимодействует в режиме 24/7, без участия человека, обеспечивая среду без пыли на микронном уровне.

Завод Xiaomi Smart Factory может выпускать по смартфону каждую секунду. В России «тёмные фабрики» планируются на предприятиях по режиму тёмных цехов для повышения производительности труда и уровня технологического

суверенитета страны. Планируется к 2027 году завод в Руднево перевести в формат полноценной «тёмной фабрики».

На КамАЗе уже функционируют высокотехнологичные линии, где роль человека ограничена лишь функциями оператора. Математическое моделирование экономических процессов с использованием роботизации показывает, что она способна вызвать рост зарплат в промышленности. Согласно прогнозу, рост числа роботов до 123 тыс. к 2030 году обеспечит повышение производительности в обработке на 25,1%, а средних зарплат квалифицированных рабочих на 11,5%. Автоматизация и в промышленной сфере, и в агропромышленных новых образованиях в виде холдингов приносит свои плоды: сокращение издержек производства, повышение качества продукции и рост конкурентоспособности.

В нашей стране ещё недостаточно используется энергия солнца, ветра как это делается в Китае, Корее. Технология хранения энергии в сжатом воздухе позволяет накачивать избыточную энергию солнца и ветра, сжимая воздух и закачивая его в подземные резервуары в момент наивысшей выработки. Ночью, в штиль, и в моменты наибольшего потребления электричества, воздух извлекается из хранилища и направляется в турбины, вращая генераторы и вырабатывая электроэнергию. Такой подход обеспечивает длительное хранение энергии по более низкой стоимости по сравнению с большинством аккумуляторных технологий. При этом задействованы передовые технологии энергосбережения: при сжатии воздуха выделяется тепло, которая позже используется для нагрева (расширения) воздуха перед его подачей в турбины. За счёт повторного использования тепла, КПД системы хранения достигает 71% — это рекорд для такого рода установок. Похожие проекты есть в Германии и США меньшей мощности с КПД 40% и 54% соответственно. В этой теме и нашим российским компаниям есть над чем работать. А нам с Вами следует обсудить вопросы, возникшие при работе наших секций по семи направлениям и выработать рекомендации для скорейшего внедрения новых разработок в агропромышленные комплексы и строительные объекты в АПК.

С наилучшими пожеланиями скорейшего достижения поставленных целей научных исследований и получения ответов на решаемые для их достижения задачи.

*Председатель организационного комитета,
профессор Курского ГАУ Волкова С.Н.*

Информационные системы и технологии АПК и ПГС

АТАЕВА ТАИБАТ АМИРАХМЕДОВНА, старший преподаватель
Дагестанский государственный университет народного хозяйства

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

В настоящее время сельское хозяйство стало сектором экономики с очень интенсивным потоком информационных данных: различные устройства и датчики располагаются в полях, хранилищах, на фермах, используется информация с дронов, метеорологических станций, спутников. Появилась потребность не только собирать эту информацию, но и обобщать. Если дать к этой информации доступ всем предприятиям АПК, то это позволит не только ускорить процесс принятия правильных решений руководителям предприятий, но и минимизирует риски предприятий, улучшит качество их взаимодействия и бизнес-процессы в АПК.

Ключевые слова: АПК, информационные технологии, инновации, технологическое развитие.

Современный мир характеризуется неуклонными переменами и прогрессом, являясь воплощением эпохи информации, цифровых достижений и инновационных решений. Начало двадцать первого столетия ознаменовалось бурным ростом и повсеместным внедрением новейших методов обработки и передачи данных, известных как информационные технологии (ИТ), во все аспекты человеческой деятельности. Этому ускоренному развитию ИТ способствовало совершенствование средств связи и вычислительной техники, а также появление инновационных цифровых коммуникационных платформ, прежде всего, интернета.

Понятие "информационные технологии" охватывает широкий спектр аспектов. Использование передовых ИТ играет основополагающую роль в прогрессе всех сегментов современного социума [1]. Сегодня ИТ прочно вошли в быт: от онлайн-общения в социальных сетях и электронного документооборота до дистанционной записи к врачу — все это яркие примеры применения информационных технологий. Более того, ИТ демонстрируют активное проникновение во все сектора российской промышленности, включая и наиболее ресурсоемкий — агропромышленный комплекс (АПК).

Агропромышленный комплекс России - это сложная система тесно связанных между собой предприятий, которые занимаются и производством, и переработкой, и реализацией сельскохозяйственной продукции. Основу АПК составляет сельское хозяйство, в классической модели представленное растениеводством и животноводством [2]. Учитывая историю развития отечественной государственности, площадь нашей страны, многообразие климатических зон и ряд других факторов, стоит отметить то, что для нашей страны сельское хозяй-

ство - это не только традиционный, но и основной вид хозяйственной деятельности.

Основной задачей цифровой трансформации агропромышленного комплекса России является повышение эффективности производственной и сбытовой деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Особое место занимают фермерские хозяйства, развитие которых невозможно в современных условиях без применения цифровых технологий. Сегодня фермерство занимает приоритетные позиции в сельском хозяйстве России: ежегодно наблюдается рост производства по всем направлениям деятельности.

От уровня технологического развития и эффективности ведения сельскохозяйственной деятельности в буквальном смысле зависит вся экономика страны, т.к. в состав АПК входит большое количество смежных предприятий. Основная задача смежных предприятий - непрерывное обслуживание сельскохозяйственной деятельности. Например, к смежным предприятиям можно отнести заводы, занимающиеся выпуском сельскохозяйственной техники, учебные заведения, занимающиеся подготовкой специалистов для работы в АПК, или непосредственно предприятия перерабатывающей и пищевой промышленности. Список смежных предприятий очень обширный, это еще раз подтверждает высокую значимость сельскохозяйственной деятельности для экономики страны [4].

Важна и скорость обмена информацией, т.к. от способности предприятий АПК оперативно и полноценно обмениваться между собой данными зависит и оперативность принятия решений по возникающим проблемам, что прямо влияет на результаты сельскохозяйственной деятельности.

Информационное обслуживание предприятий АПК выделяется ведущими учеными России как одна из важнейших задач при управлении агропромышленным комплексом. Существующий опыт зарубежных стран свидетельствует о том, что повышению эффективности производственных процессов в сельском хозяйстве способствует применение современных информационных технологий.

В 2019 году Министерство сельского хозяйства Российской Федерации задумалось о внедрение современных ИТ в АПК, был разработан ведомственный проект - «Цифровое сельское хозяйство» (цифровое сельское хозяйство - сельское хозяйство, базирующееся на современных способах производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия с использованием цифровых технологий). Цель проекта - внедрение цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях.

Кроме того, в области международных экономических отношений за последние годы произошли существенные изменения: с Российского рынка ушли западные партнеры, компании, которые оказывали нашим предприятиям содействие в разработке и внедрении в АПК средств автоматизации, ИТ [5]. В силу вступили всевозможные ограничения, нарушены привычные логистических цепочки, наблюдается дефицит отечественного опыта. Но эти трудности тоже

должны стать дополнительным фактором для развития автоматизированных, цифровых процессов в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности.

Действительно, сдвиг есть. В последние годы в АПК России более активно стали применяться так называемые «умные устройства» и корпоративные информационные системы, такие как MES, ERP, APS и другие.

В настоящее время в Российской Федерации реализуются программы цифровизации экономики, в первую очередь эти программы направлены на автоматизацию многих процессов [3]. Интернет вещей - это весьма эффективный инструмент для достижения поставленных целей по автоматизации процессов, в том числе и в самом важном и крупном секторе экономики - в АПК. Одним из преимуществ использования интернета вещей является наличие частично готовой инфраструктуры: сеть для передачи данных есть, ресурсы для сбора, хранения и обработки информации тоже есть.

В АПК Российской Федерации интернет вещей используется в основном в т.н. «умном сельском хозяйстве»: в «точном земледелии», на «умных фермах», в «точном животноводстве».

Точное земледелие - это комплекс технологий, применяемых для управления эффективностью посевов, подготовки почвы, контроля уровня основных показателей почвы, минерализации почвы. Комплекс этих технологий основывается на данных, полученных с помощью спутниковых и компьютерных технологий, с помощью различных датчиков и дронов. Технология точного земледелия должна оптимизировать расходы предприятий и повысить урожайность и эффективность использования земли путем использования всех ресурсов «по потребности». Система учитывает особенности почвы и предлагает оптимальную методику выращивания и ухода за конкретной культурой.

При правильном применении интернет вещей поможет сельскохозяйственным предприятиям решить большинство проблем, с которыми они сталкиваются сейчас. Например, получение и анализ информации в автоматическом режиме о составе почвы поможет избежать перерасходы удобрений, что благоприятно скажется и на урожае, и на окружающей среде.

Внедрение ИТ позволит повысить эффективность АПК Российской Федерации. Наибольшим потенциалом обладают технологии беспилотного управления техникой, использования интернета вещей, а также ГИС-технологии.

Однако на сегодняшний день в России внедрение информационных технологий в сельском хозяйстве происходит очень медленно, это связано со многими факторами, по данным статистики сельское хозяйство по уровню использования ИТ существенно отстает от таких отраслей, как торговля, финансы, медицина.

Кроме того, в настоящее время не хватает специалистов в области программирования и разработки специализированных программ для АПК. К сожалению, также не существует в России единой программы, с помощью которой предприятия АПК могли бы оперативно обмениваться данными и опытом.

К решению существующих трудностей необходимо подходить комплексно, т.е. необходимо объединить усилия государства в области цифровизации экономики, исследования и достижения науки, а также успешный опыт отдельных предприятий по использованию ИТ в своей деятельности.

Список литературы

1. Галушина П.С., Кравчук А.А. Применение информационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // АОН. 2023. №1.
2. Кузнецова Т.Е., Счастливая Н.В., Толмачева В.А. Инновационная деятельность фермерских хозяйств в условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса России // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. 2021. №4 (60).
3. Хасбулатова, Б. М. Государственная финансовая поддержка АПК регионов России / Б. М. Хасбулатова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2018. – № 7. – С. 129-134.
4. Хасбулатова, Б. М. Приоритетные направления развития АПК в Республике Дагестан / Б. М. Хасбулатова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2018. – № 7. – С. 113-117. – EDN YOTIAP.
5. Хасбулатова, Б. М. Проблемы и перспективы развития мирового и российского рынка зерна / Б. М. Хасбулатова // 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. 255-257.

БЕЛОЗЕРЦЕВА МАРИНА ИГОРЕВНА, студент

БОЙКОВ НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ, студент

БОЙКОВА КРИСТИНА ИВАНОВНА, студент

Воронежский государственный педагогический университет,

г. Воронеж, Россия

(e-mail: marishka.belozertseva@gmail.com)

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МНОГОЧЛЕНА ЛАГРАНЖА ДЛЯ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ ТАБЛИЦЕЙ

В статье рассматривается задача интерполяции функций, заданных таблицно. Основное внимание уделяется практическому применению подхода: подробно разобран пример построения интерполяционного многочлена для конкретной табличной функции. Для автоматизации вычислений и проверки полученных аналитических выражений представлены программная реализация данного примера на языке `python`.

Ключевые слова: интерполяция, многочлен Лагранжа, табличная функция, программная реализация, численные методы, вычислительная математика.

В инженерной практике и научных исследованиях часто возникает ситуация, когда аналитическое выражение функции $y = f(x)$ неизвестно. При этом значения функции могут быть известны в отдельных точках, полученных, например, в ходе эксперимента. Для решения таких задач, как вычисление значений функции в промежуточных точках, приближенное дифференцирование или интегрирование, необходимо восстановить исходную функцию. [1] Основным инструментом для этого служит интерполяция – процесс нахождения многочлена,

принимая заданные значения в узлах сетки. Среди множества интерполяционных методов особое место занимает интерполяционный многочлен Лагранжа. Его преимущество заключается в универсальности: многочлен записывается непосредственно через значения функции в узлах, не требуя вычисления разделенных разностей, как в методе Ньютона. Это делает форму Лагранжа удобной для задач, где узлы интерполяции не равноотстоящие. [2] Рассмотрим построение интерполяционного многочлена Лагранжа на конкретном примере.

Пример 1. Функция задана в табличной форме и имеет следующий вид (таблица 1):

Таблица 1

x	1	3	4	6
y	-7	5	8	14

Построим интерполяционный многочлен Лагранжа. Он имеет следующий вид:

$$L(x) = y_0 \cdot \frac{(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)(x_0 - x_3)} + y_1 \cdot \frac{(x - x_0)(x - x_2)(x - x_3)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)(x_1 - x_3)}$$

$$+ y_2 \cdot \frac{(x - x_0)(x - x_1)(x - x_3)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)(x_2 - x_3)} + y_3 \cdot \frac{(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)}{(x_3 - x_0)(x_3 - x_1)(x_3 - x_2)}$$

$$L(x) = -7 \cdot \frac{(x - 3)(x - 4)(x - 6)}{(1 - 3)(1 - 4)(1 - 6)} + 5 \cdot \frac{(x - 1)(x - 4)(x - 6)}{(3 - 1)(3 - 4)(3 - 6)} + 8 \cdot$$

$$\frac{(x - 1)(x - 3)(x - 6)}{(4 - 1)(4 - 3)(4 - 6)} + 14 \cdot \frac{(x - 1)(x - 3)(x - 4)}{(6 - 1)(6 - 3)(6 - 4)} = \frac{7x^3 - 91x^2 + 378x - 504}{30}$$

$$+ \frac{5x^3 - 55x^2 + 170x - 120}{6} - \frac{4x^3 - 40x^2 + 108x - 72}{3} + \frac{7x^3 - 56x^2 + 133x - 84}{15} = \frac{1}{5}x^3 - \frac{13}{5}x^2 + \frac{69}{5}x - \frac{92}{5}$$

$$L(x) = \frac{1}{5}x^3 - \frac{13}{5}x^2 + \frac{69}{5}x - \frac{92}{5}$$

$$L(x) = 0,2x^3 - 2,6x^2 + 13,8x - 18,4.$$

Сделаем программную реализацию построения полинома Лагранжа. (рис.3)

```

1 # Данные из задания
2 x = [1, 3, 4, 6] # значения x из таблицы
3 y = [-7, 5, 8, 14] # значения y из таблицы
4 print('x = [1, 3, 4, 6]')
5 print('y = [-7, 5, 8, 14]')
6
7 # Функция для вычисления полинома Лагранжа
8 def lagrange_poly(x_points, y_points):
9     n = len(x_points)
10    result = [0] * n # коэффициенты полинома
11
12    for i in range(n):
13        # Вычисляем полином l_i(x)
14        li = [1] # начинаем с 1
15
16        for j in range(n):
17            if j != i:
18                # Умножаем на (x - x_j)
19                new_li = [0] * (len(li) + 1)
20                for k in range(len(li)):
21                    new_li[k] += li[k] * (-x_points[j]) # умножаем на -x_j
22                    new_li[k+1] += li[k] * 1 # умножаем на x
23                li = new_li
24
25        # Делим на произведение (x_i - x_j)
26        denom = 1
27        for j in range(n):
28            if j != i:
29                denom *= (x_points[i] - x_points[j])
30
31        # Умножаем на y_i и добавляем к результату
32        for k in range(len(li)):
33            result[k] += y_points[i] * li[k] / denom
34
35    return result

```

Рис. 3 Программная реализация построения полинома Лагранжа

Рассмотрим пример работы программы. (рис.4)

```

C:\Windows\SYSTEM32\cmd.exe
x = [1, 3, 4, 6]
y = [-7, 5, 8, 14]

Полином Лагранжа:
0.2x3 - 2.6x2 + 13.8x - 18.4

-----
(program exited with code: 0)

Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

```

Рис. 4 Пример работы программы

Основным итогом работы стала программная реализация построенного алгоритма. Разработанная программа не только автоматизирует процесс вычисления коэффициентов и значений многочлена Лагранжа, но и служит инструментом верификации: сравнение результатов, полученных по аналитической формуле и с помощью программы, подтвердило их полную идентичность. Это доказывает корректность как ручных вычислений, так и разработанного кода.

Таким образом, сочетание классического математического подхода и современных средств вычислительной техники позволяет эффективно решать задачу восстановления функциональных зависимостей. Представленный в статье пример и его программная реализация могут быть использованы в качестве основы для обработки экспериментальных данных, в учебном процессе при изучении численных методов, а также для дальнейшего усложнения модели.

Список литературы

1. Заварыкин В.М. Численные методы [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Житомирский, М.П. Лапчик. - М.: Просвещение, 1991. - 176 с.
2. Турчак Л.И. Основы численных методов [Текст]: учеб. пособие. - М.: Наука, 2003. - 320 с.

БОЙКОВ НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ, студент

(e-mail: nukitosq@mail.ru)

БОЙКОВА КРИСТИНА ИВАНОВНА, студент

(e-mail: kristina.radhenkova.ru@gmail.com)

БЕЛОЗЕРЦЕВА МАРИНА ИГОРЕВНА, студент

Воронежский государственный педагогический университет,
г. Воронеж, Россия

(e-mail: marishka.belozertseva@gmail.com)

ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ САПР В АГРАРНЫХ ВУЗАХ

В статье рассматриваются возможности применения геймификации для повышения мотивации и эффективности обучения студентов аграрных вузов системам автоматизированного проектирования (САПР). Анализируются современные подходы к внедрению игровых элементов в образовательный процесс и оценивается их влияние на усвоение технических дисциплин.

Ключевые слова: геймификация, САПР, аграрное образование, цифровизация, мотивация студентов, информационные технологии.

Современное аграрное образование переживает период активной цифровизации, что требует внедрения новых педагогических технологий в учебный процесс [5]. Системы автоматизированного проектирования (САПР) стали неотъемлемой частью профессиональной подготовки инженеров агропромышленного комплекса [4]. Однако изучение данных систем представляет трудности для студентов из-за сложности интерфейсов и необходимости формирования пространственного мышления [2].

В условиях ограниченного времени аудиторных занятий традиционные лекционно-практические методы часто не позволяют сформировать устойчивые навыки работы в САД-системах. Студенты сталкиваются с проблемой потери мотивации при выполнении однотипных чертежных работ, что снижает качество усвоения материала. В связи с этим актуальность темы обусловлена необходимостью поиска эффективных методов обучения техническим дисциплинам, способных поддерживать интерес обучающихся на протяжении всего курса.

Геймификация образовательного процесса представляет собой стратегию создания интереса у обучающихся путём включения игровых элементов в образовательную среду [1]. Данный подход позволяет повысить вовлечённость студентов и улучшить качество усвоения материала за счёт активации внутренних механизмов мотивации [3]. Важно отметить, что геймификация в образовании

— это использование игровых элементов в процессе обучения, и не стоит путать её с игрой как таковой [1]. Если игра имеет самодостаточную цель (развлечение), то геймификация направлена прежде всего на повышение мотивации и вовлечённости обучающихся в учебный процесс для достижения конкретных целей [3]. Применение методов проектирования игры для неигровых областей, таких как обучение, позволяет создать более вовлекающий образовательный опыт, трансформируя рутинные задачи в челленджи [5].

Основные принципы геймифицированного образования включают несколько ключевых механик. Во-первых, это систему баллов и достижений за выполнение учебных заданий, что обеспечивает мгновенную обратную связь. Во-вторых, прогресс-бары для визуализации продвижения по курсу, позволяющие студенту оценивать свой путь в динамике. В-третьих, рейтинговые таблицы для создания здоровой конкуренции между обучающимися. В-четвертых, квесты и сюжетные линии для структурирования учебного материала, что придает смысл каждому выполненному действию [1]. Использование геймификации предполагает максимальную визуализацию учебного материала посредством 3D-технологий и технологий дополненной реальности [3]. Это особенно актуально для изучения САПР, где пространственное моделирование является ключевым навыком, а возможность визуализировать результат в реальном времени критически важна [4].

Информационные технологии в аграрном образовании включают широкий спектр программных средств, необходимых для подготовки современных специалистов [2]. Студенты должны освоить навыки трёхмерного моделирования и эффективные приёмы работы с САД-системами [2]. Однако особенности обучения САПР в аграрных вузах накладывают определенные ограничения. К ним относятся ограниченное количество часов на изучение технических дисциплин, разный уровень предварительной подготовки студентов по информатике и необходимость интеграции знаний из различных предметных областей [5].

Для наглядности рассмотрим реализацию данных элементов в рамках разработанного учебного модуля «Проектирование узлов сельскохозяйственной техники». Учебный процесс трансформируется в квест-игру. В рамках данного сценария студент выступает в роли главного инженера агрохолдинга, которому необходимо в сжатые сроки модернизировать парк техники к посевной кампании. Такая легенда позволяет привязать абстрактные команды программы к реальным производственным задачам.

Система уровней предполагает последовательное освоение компетенций. На уровне «Чертежник» студент выполняет базовые 2D-чертежи детали. На уровне «Модельер» необходимо создать 3D-модель узла, что требует включения пространственного мышления. На уровне «Конструктор» производится сборка полного механизма и проверка на коллизии. За каждое задание начисляются «очки опыта», которые влияют на итоговый рейтинг. Важным элементом является то, что ошибки не обнуляют прогресс, а позволяют исправить работу в «режиме отладки», что снижает страх неудачи. Финальным этапом становится комплексный экзаменационный проект — разработка нестандартного узла для

конкретных почвенно-климатических условий региона. Успешное прохождение открывает доступ к рекомендательному письму для практики в партнерских предприятиях. Такой подход трансформирует рутинное освоение команд меню в осмысленную профессиональную деятельность.

В процессе обучения первым заданием выполняется базовый проект, вторым заданием – усложнённая модель [4]. Если использование САД-программного обеспечения повышает техническую грамотность, то геймификация образовательного процесса выступает инструментом повышения мотивации.

Однако внедрение геймификации имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при планировании учебного процесса. Во-первых, это необходимость дополнительной подготовки преподавателей, которые должны владеть не только предметной областью, но и игровыми механиками. Во-вторых, значительные затраты времени на разработку игровых сценариев и балансировку системы баллов. В-третьих, существует риск смещения фокуса с обучения на развлечение, когда студенты начинают стремиться к набору очков в ущерб глубине понимания материала [3].

Можно сделать вывод, что геймификация является не просто элементом развлечения, а мощным инструментом адаптации сложных технических дисциплин к современным реалиям аграрного образования. Внедрение квестовых сценариев и систем прогрессии позволяет нивелировать разрыв в начальной подготовке студентов и компенсировать дефицит аудиторного времени за счёт повышения самостоятельной мотивации.

Ключевым фактором успеха остаётся сбалансированность: игровая форма не должна подменять собой фундаментальные инженерные знания. Оптимальная модель предполагает использование геймификации как «каркаса» для подачи материала, где фокус смещается с механического запоминания интерфейса на развитие инженерного мышления и пространственного воображения. Таким образом, интеграция цифровых игровых технологий в подготовку инженеров АПК способствует формированию конкурентоспособных специалистов, готовых к работе в условиях высокотехнологичного производства, и задаёт новый вектор развития методического обеспечения технических вузов. Геймификация остаётся перспективным направлением развития педагогических технологий, иллюстрирующим переход от пассивного восприятия к активному участию в учебном процессе [5].

Список литературы

1. Потейчук В. М., Сельханович М. А., Рогов М. Г. Использование методов геймификации для улучшения образовательной среды университета. — Минск : БГУИР, 2024. — 87 с.
2. Богданова С. В., Ермакова А. Н. Информационные технологии : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — М. : IPR SMART, 2014. — 184 с.
3. ГОСТ Р 57724-2017. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Учебник электронный. Общие положения. — М. : Стандартинформ, 2017. — 24 с.
4. Кондаков А. И. САПР технологических процессов : учебник для вузов. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 272 с.
5. Сапун О. Л., Сыровкваш Н. А. Цифровизация аграрного образования. — Минск : Белорусский государственный аграрный технический университет, 2022. — 124 с.

ВОЛКОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, д.с.-х.н., профессор
СИВАК ЕЛЕНА ЕВГЕНЬЕВНА, д.с.-х.н., профессор
НАЙДЕНОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, студент
СИВАК НИКОЛАЙ АРСЕНЬЕВИЧ, студент
 Курский государственный аграрный университет имени
 И. И. Иванова, г. Курск, Россия
 (e-mail: elena.sivak.77@mail.ru)

ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

В данной статье рассмотрены перспективы развития применения нейросетей и ИИ в отношении научной и исследовательской деятельности учёных.

Нейросеть (или же искусственная нейронная сеть, ИНС) как феномен возникла совсем недавно и мы сегодня становимся свидетелями рождения данной, как нам кажется, значимой технологии человечества.

Ключевые слова: инженерные эксперименты, цифровые технологии, цифровые двойники, моделирование, стандарты, оптимизация.

Безостановочное развитие информационных технологий нашей цивилизации предвещает всестороннее развитие всех человеческих благ и инструментов их создания. Одной из наиболее особых и значимых достижений человеческого научного прогресса в сфере технологий стал искусственный интеллект и его дальнейшее развитие в его более совершенной форме - нейросети. Перспективы его применения на сегодняшний день не заставляют даже проявлять какие-либо сомнения о рациональности их использования. [1]

Обратимся к истории нейросетей. Первые разговоры о подобных технологиях зародились в середине 20-го века, когда учёные пытались создать искусственный человеческий мозг. Далее, уже в 1943 году Уоррен Мак-Каллок и Уолтер Питтсон предложили математическую модель нейрона, а к 1950 году американский учёный Френк Розенблатт разработал перцептрон - грубо говоря, первую простую модель нейросети. Тогда и было положено начало технологии искусственного интеллекта и нейросетей. [2]

Не стоит и говорить, что процесс стал бесповоротным: основание некоммерческой организации OpenAI, повсеместное создание ИИ в различных сферах (таких как алгоритмы подбора контента на сайтах, ИИ ботов в компьютерных играх и ИИ в робототехнике), создание ChatGPT, Sora, Gemini, Яндекс Алиса AI, GigaChat. И это, очевидно, только начало для такого перспективного научно-технологического направления развития человечества.

Главной особенностью нейросетей является её самообучение, что так же является и главным преимуществом перед иными системами. [3] В совокупности с доступом к глобальной сети интернет и к различным базам данным со всего мира. [4]

Стоит сменить ракурс рассмотрения нейросетей в этом плане. Нейросети могут служить для построения цифровых моделей объекта, проведения теоретических экспериментов и применения методов изучения различных явлений, что существенно упрощает процесс исследования и сокращает его время. [5] Предположим следующую ситуацию: есть молодой студент, который не имеет при себе достаточного бюджета для проведения какого-либо опыта, целью которого является научная деятельность. В грантах и в какой-либо поддержке руководство его учебного заведения ему отказало. Таким образом нейросети и интернет в целом предоставляет обширный спектр лазеек для упрощения процесса научной деятельности.

Использование нейросетей в науке более обширное, чем может показаться на первый взгляд:

1. Поиск литературы для проведения исследований.
2. Проведение теоретических расчётов с использованием непосредственного материала из интернета.
3. Предсказание поведения различных математических моделей реальных объектов. К примеру каких-либо органических соединений в химии,
4. Обработка данных, сигналов и их систематизация, улучшение и оптимизация.
5. Симуляция различных закрытых систем и эмпирических моделей.

Развитие технического обеспечения в сельском хозяйстве представляет широкий спектр потенциальных направлений научных исследований, которые имеют ключевое значение для улучшения эффективности, экологической устойчивости и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства. Вот основные перспективы и потенциальные направления исследований:

Исследования в области создания и развития автономных машин и роботов для автоматизации процессов возделывания, обработки и уборки урожая. Исследования для улучшения систем управления сельскохозяйственной техникой с использованием алгоритмов машинного обучения, анализа данных и прогностических моделей. Исследования в области использования живых организмов для управления вредителями и заболеваниями растений без использования химических пестицидов. Исследования направленные на улучшение систем точного земледелия с использованием дронов, сенсоров и GPS для оптимизации использования ресурсов. Исследования в области солнечной, ветровой и биомассовой энергии для сельскохозяйственных целей и разработка новых систем энергоустановок. Исследования, направленные на создание более эффективных электрических и гибридных сельскохозяйственных машин для снижения зависимости от топлива. [6]

Разработка сортов, устойчивых к болезням, погодным условиям и более высокой продуктивности. Исследования направленные на создание новых методов обработки и хранения, сохраняющих качество продукции. [7]

Развитие автономных систем, применение искусственного интеллекта и аналитики данных — факторы, способствующие повышению эффективности производства и снижению затрат в сельском хозяйстве. [8]

Таким образом, можно сделать целесообразный вывод. Нейросети - это невероятно исполнинская ниша для исследований и развития науки. Она представляет как огромную перспективную область для прогресса и роста технологического развития, так уже и настоящий многофункциональный инструмент для многогранного решения задач самого различного рода и уровня. [9]

Список литературы

1. Волкова С.Н., Время взаимодействия системы с окружающей средой в гиперцикле/ С.Н. Волкова, Е. Е. Сивак, М. И. Пашкова //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.- 2014. -№ 7.- С. 59-60.
2. Потенциал повышения производительности труда персонала в организации/ С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, А.В. Шлеенко, М.Б. Пикалова, Е.В. Овчинникова //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. -2019. № 8. -С. 213-217.
3. Волкова С.Н. Анализ линейчатых поверхностей строительных конструкций/ Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Морозова В.В. Сивак Е.Е. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. Т. 24. № 3. С. 111-120.
4. Волкова С.Н. Последствия антропогенного воздействия в развитии сельского хозяйства/ Волкова С.Н., Майоров Ю.И., Сивак Е.Е., Мясоедова М.А., Потемкин С.Н. //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 78-80.
5. Волкова С.Н. Моделирование упрочненных конструкций в строительстве /Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Сивак Е.Е., Морозова В.В. // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 3 (1027). С. 19-21.
6. Sivak E., Relationships that determine the quantitative block of financing in the scientific-informational and educational-production environment/ E. Sivak E., S. Volkova, O. Pankratyeva, A. Shleenko //в сборнике: e3s web of conferences. 14. rostov-on-don,- 2021.
7. Sivak E., Volkova S., Transformation of land resources as a result of anthropogenic impact . //В сборнике: e3s web of conferences. 13. сеп. "13th international scientific and practical conference on state and prospects for the development of agribusiness, interagromash 2020" 2020. с. 06002.
8. Волкова С.Н. Прогнозируемая динамика общей биомассы, рассматриваемая в глобальных моделях биосферы/ Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Шлеенко А.В., Кривдина О.А. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016.- №8.- С.77-80.
9. Белова Т. В. Линейные модели в экономических исследованиях/ /Аграрная наука.- 2007. №7. -С. 5-6

ВОЛКОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, д.с.-х.н., профессор
СИВАК ЕЛЕНА ЕВГЕНЬЕВНА, д.с.-х.н., профессор
СОКОЛОВ И.Н., студент

Курский государственный аграрный университет
 имени И. И. Иванова, г. Курск, Россия
 (e-mail: elena.sivak.77@mail.ru)

БЕЛОВА ТАТЬЯНА ВАЛЕНТИНОВНА, к.э.н., доцент
 ГОАУ ВО Курской области «Курская академия государственной
 и муниципальной службы»

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНЖЕНЕРИИ

Статья посвящена современным подходам к экспериментальным исследованиям в инженерии в условиях цифровизации промышленности России. Рассматриваются цифровые двойники, автоматизация, интеллектуальные системы, сенсорные технологии, междисциплинарная интеграция и распределённые лаборатории. Показана роль эксперимента в проектировании, испытаниях и внедрении инженерных решений в 2025–2026 годах для технологического суверенитета и подготовки инженеров.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, инженерия, цифровизация, цифровой двойник, автоматизация, искусственный интеллект.

Экспериментальные исследования в инженерии в 2025–2026 гг. являются одним из ключевых инструментов обеспечения технологического суверенитета и снижения зависимости российской промышленности от импортных решений. При разработке сложных технических систем — от энергетического оборудования до высокоточных машин и конструкций — эксперимент позволяет подтверждать работоспособность инженерных решений без привлечения зарубежных испытательных центров и сертификационных баз. В условиях ограничения доступа к иностранным лабораториям и испытательным полигонам возрастает значение собственных экспериментальных стендов, климатических камер, вибрационных установок и испытательных комплексов, применяемых на предприятиях ОПК, машиностроения и энергетики.

Ускоренное внедрение высокотехнологичных решений, включая цифровые системы управления, аддитивные технологии и новые конструкционные материалы, требует постоянного экспериментального подтверждения заявленных характеристик. Эксперимент используется при отработке прототипов, проверке надёжности узлов, тепловых и прочностных режимов, а также при адаптации серийных изделий под российскую элементную базу. При этом традиционные экспериментальные подходы сталкиваются с рядом ограничений.

В этих условиях становится необходимым переход к современным цифрово-ориентированным и интеллектуальным формам экспериментальных исследований, сочетающим физические испытания с цифровыми моделями, автоматизи-

рованным управлением и встроенными системами контроля параметров, что позволяет сократить сроки, снизить затраты и повысить точность инженерных решений [1].

В современной инженерной науке экспериментальные исследования рассматриваются как обязательный этап подтверждения работоспособности и надёжности технических решений, разрабатываемых в условиях высокой сложности и цифровизации инженерных систем. Эксперимент в 2025–2026 гг. не ограничивается отдельными лабораторными измерениями и всё чаще реализуется в виде управляемого процесса с фиксированными параметрами, автоматическим сбором данных и контролем условий [2]. Он применяется при разработке машин, энергетического оборудования, строительных конструкций и электронных компонентов для проверки тепловых, прочностных, вибрационных и эксплуатационных характеристик.

В 2025–2026 гг. цифровые технологии стали базовым инструментом экспериментальных исследований в инженерии, позволяющим существенно сократить объём натурных испытаний. Цифровые двойники применяются для моделирования поведения конструкций и оборудования при различных нагрузках и режимах работы, включая тепловые, динамические и вибрационные воздействия [3]. Такие модели используются при проектировании турбин, металлоконструкций, элементов транспортных и энергетических систем, где цифровой двойник отражает геометрию изделия, физические свойства материалов и реальные эксплуатационные параметры. На этапе сопровождения жизненного цикла изделия цифровая модель обновляется на основе экспериментальных данных, что позволяет отслеживать износ, прогнозировать отказ и корректировать режимы эксплуатации без остановки оборудования [4].

Виртуальные и гибридные экспериментальные среды всё чаще применяются как альтернатива традиционным испытаниям, особенно при проверке опасных или дорогостоящих режимов. В таких средах часть процессов моделируется программно, а часть реализуется на физических стендах с подключением датчиков и систем сбора данных. Для этого используются программно-аппаратные комплексы и инженерные симуляторы, обеспечивающие синхронную работу вычислительных моделей и реального оборудования [5]. В условиях санкционных ограничений особое значение приобретают отечественные цифровые платформы и инженерное программное обеспечение, которые используются для построения цифровых двойников, управления экспериментами и хранения результатов без зависимости от зарубежных решений.

Сегодня автоматизация стала стандартным элементом экспериментальных исследований в инженерии, особенно при испытаниях сложных и многофакторных систем. Автоматизированные экспериментальные установки применяются для проведения циклических, длительных и высокоточных испытаний без постоянного участия оператора. Такие комплексы применяются для оценки прочностных характеристик узлов, анализа тепловых режимов оборудования и проверки стабильности конструкций, обеспечивая точность параметров и воспроизводимость условий. Управление процессом проводится с помощью про-

граммируемых контроллеров и цифровых интерфейсов, что снижает влияние оператора и позволяет собирать большие объёмы данных в реальном времени. Алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения используются для адаптивного регулирования экспериментов и обработки измерительной информации, включая автоматическую настройку режимов испытаний, выявление отклонений в показаниях датчиков и прогнозирование предельных состояний элементов конструкции. В таких установках активно применяются сенсорные системы — тензометрические, температурные и вибрационные датчики, интегрированные через IoT-сети и встроенные системы мониторинга. Это позволяет непрерывно отслеживать состояние объекта исследования и оперативно реагировать на отклонения. В российской инженерной практике развивается направление автономных экспериментальных комплексов, способных самостоятельно проводить серии испытаний по заданным сценариям, что особенно важно при ограниченных ресурсах и высокой нагрузке испытательных центров.

Современные экспериментальные исследования в инженерии в 2025–2026 гг. носят выраженный междисциплинарный характер и строятся на тесной интеграции инженерных решений с информационными технологиями, материаловедением, физикой и прикладной математикой. Связь с ИТ проявляется в использовании вычислительных моделей, цифровых двойников и программных средств управления экспериментами, где экспериментальные установки работают совместно с алгоритмами обработки данных и численного моделирования [6].

В 2025–2026 гг. развитие экспериментальных исследований в инженерии напрямую связано с углублением цифровизации и переходом от локальных испытаний к комплексным цифровым средам. Эксперимент всё чаще строится на связке физической установки и цифровой модели, где параметры нагрузки, температуры и вибраций задаются и контролируются программно, а результаты фиксируются в едином цифровом контуре. Интеллектуализация экспериментальных систем проявляется в использовании алгоритмов машинного обучения для автоматической настройки режимов, фильтрации шумов измерений и выявления предельных состояний оборудования без участия оператора. Отдельным направлением становится развитие удалённых и распределённых лабораторий, где испытательные стенды подключаются к защищённым сетям и доступны для управления из учебных и научных центров, что снижает затраты на содержание инфраструктуры. [7].

Современные методы экспериментальной работы всё активнее включаются в подготовку инженеров, поскольку взаимодействие с цифровыми стендами, сенсорными комплексами и виртуальными испытательными платформами развивает практические навыки, необходимые для промышленной деятельности. [8] Студенты приобретают опыт анализа реальных экспериментальных показателей, а не только теоретических расчётов. Экспериментальные исследования продолжают играть центральную роль в инженерной науке, обеспечивая прямую связь между расчётными моделями, проектированием и внедрением технических решений в российских производственных условиях. [9]

Список литературы

10. Волкова С.Н., Время взаимодействия системы с окружающей средой в гиперцикле/ С.Н. Волкова, Е. Е. Сивак, М. И. Пашкова //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.- 2014. -№ 7.- С. 59-60.
11. Потенциал повышения производительности труда персонала в организации/ С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, А.В. Шлеенко, М.Б. Пикалова, Е.В. Овчинникова //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. -2019. № 8. -С. 213-217.
12. Волкова С.Н. Анализ линейчатых поверхностей строительных конструкций/ Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Морозова В.В. Сивак Е.Е. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. Т. 24. № 3. С. 111-120.
13. Волкова С.Н. Последствия антропогенного воздействия в развитии сельского хозяйства/ Волкова С.Н., Майоров Ю.И., Сивак Е.Е., Мясоедова М.А., Потемкин С.Н. //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 78-80.
14. Волкова С.Н. Моделирование упрочненных конструкций в строительстве /Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Сивак Е.Е., Морозова В.В. // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 3 (1027). С. 19-21.
15. Sivak E., Relationships that determine the quantitative block of financing in the scientific-informational and educational-production environment/ E. Sivak E., S. Volkova, O. Pankratyeva, A. Shleenko //в сборнике: e3s web of conferences. 14. rostov-on-don,- 2021.
16. Sivak E., Volkova S., Transformation of land resources as a result of anthropogenic impact . //В сборнике: e3s web of conferences. 13. сеп. "13th international scientific and practical conference on state and prospects for the development of agribusiness, interagromash 2020" 2020. с. 06002.
17. Волкова С.Н. Прогнозируемая динамика общей биомассы, рассматриваемая в глобальных моделях биосферы/ Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Шлеенко А.В., Кривдина О.А. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016.- №8.- С.77-80.
18. Белова Т. В. Линейные модели в экономических исследованиях/ /Аграрная наука.- 2007.№7. -С. 5-6

ДРОНОВ АРТЕМ ОЛЕГОВИЧ, студент
ДОКУЧАЕВ РОДИОН ЛЕОНИДОВИЧ, студент

БОЖКОВА АННА НИКОЛАЕВНА, студент

ПЛОТНИКОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ, доцент

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ОБ УЧЕТЕ СИСТЕМНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ОПИСАНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ

В работе дается анализ относительно системного описания агропромышленных систем.

Ключевые слова: агропромышленная система, моделирование.

Анализ показывает, что в рамках системного анализа объединяются различные методики, позволяющие эффективно решать многогранные задачи с низкой степенью структуризации. Некоторые из этих подходов уже применяются в аг-

роиндустриальных организациях [1]. При этом выявляется суть возникших проблем, что обеспечивает участие как руководителей, так и персонала предприятий. Это создаёт предпосылки для анализа последствий принимаемых решений [2]. Системный анализ предоставляет возможность:

- Решать насущные проблемы текущего характера.
 - Оценивать эффективность используемых методик и соответствие им поставленных целей [3].
 - Прогнозировать вероятные значения ключевых показателей.
 - Обосновывать выбор оптимальных путей реализации практических задач.
 - Настраивать параметры функционирования аграрно-промышленных систем [4, 5].
 - Интегрировать стохастические компоненты в модели и методологии [6, 7].
- Математическое моделирование особенно эффективно при наличии чётко выраженных структурных условий. Агропромышленные организации могут использовать алгоритмы линейного, нелинейного и динамического программирования для оптимизации управления ресурсами и рациональной транспортировки товаров [8, 9].

В ряде случаев требуется формирование запасов материалов. Производится анализ ассортимента, что позволяет обеспечить потребности в условиях установленных временных рамок.

Практическая реализация задач достигается за счёт поддержания непрерывного и высокопроизводительного хода производственных процессов. Управление запасами включает учёт объёма выпускаемой продукции, важное значение имеет точная оценка сроков оформления заказов.

Спрос удовлетворяется на основе имеющихся запасов за выбранный промежуток времени, при этом возможно формирование запасов для каждого временного отрезка. Такие стратегии учитывают как избыток, так и дефицит ресурсов.

Определение экстремальных значений линейных функций в задачах линейного программирования осуществляется с позиции максимизации и минимизации. Такие функции находят применение во многих реальных экономических ситуациях. Если проблема плохо структурирована, ключевую роль играют подходы, основанные на методиках поддержки принятия решений [10].

Процесс решения строится последовательно:

- фиксируется предметная область;
- формулируются критерии отбора;
- определяются цели, соответствующие этой области;
- подбираются методики анализа;
- анализируются варианты управления;
- формируются множества возможных решений;
- выполняется тестовый прогон;
- осуществляется переход к полноценной интеграции;
- устраняются возникающие недочёты;
- производится завершающая настройка.

Многокритериальный подход необходим для повышения достоверности модели, причём это достигается ещё до чёткой формулировки конечных целей. Учёные считают важным не просто увеличивать число критериев, а выбирать те, которые наиболее точно отражают сущность целей. С учётом этого требуется раскрытие ключевых аспектов целей, при этом количество критериев стремится к минимальному достаточному числу — ради достижения баланса между полнотой и простотой. При выборе критериев важно, чтобы они согласовывались между собой на всех уровнях: от нижних к верхним.

Кроме того, установленные критерии должны способствовать росту эффективности деятельности коллектива. Метод многопараметрического корреляционного анализа позволяет:

- выявлять тенденции изменения ключевых показателей организации под влиянием различных факторов;
- оценивать внутренние резервы предприятия;
- прогнозировать динамику интересующих параметров.

Внутри организаций могут выделяться различные подсистемы, например, детерминированные. Примером может служить процесс перемещения электронных документов в системе документооборота.

С учётом поставленной задачи возможна оптимизация тех элементов, до которых необходимо доставить документы.

В производственной среде, связанной с перемещением материалов, формируется вероятностная модель. Для её анализа требуется применение соответствующих законов распределения.

Автоматизированные производства можно отнести либо к категории сложных детерминированных систем, либо к системам конечных автоматов. Описание внутренних взаимосвязей на масштабном предприятии затруднено из-за их высокой степени сложности — это сравнимо с попыткой осмыслить работу человеческого мозга. При использовании системного подхода управленческому персоналу обязательно наличие соответствующего образования и практического опыта.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
2. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.
3. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.
4. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.

5. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
6. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
7. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTHZG.
8. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.
9. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.
10. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN PHYJEA.

ДУТОВА АННА ВИКТОРОВНА, к.с.-х.н., доцент
ОСТАПЕНКО ДИАНА КОНСТАНТИНОВНА, магистрант

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
(e-mail: diana.ostapenko2002@mail.ru)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Определение кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения играет важную роль в управлении землепользованием и налогообложении недвижимости. Современные технологии, включая геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли, существенно повышают эффективность и точность оценки.

Ключевые слова: кадастр недвижимости, земельный участок, объект недвижимости, земли сельскохозяйственного назначения, кадастровая оценка.

Определение кадастровой стоимости земельных участков – важный элемент управления землепользованием и налогообложения недвижимости. Особенно актуально это для земельных участков сельскохозяйственного назначения, поскольку они составляют значительную долю территории России и играют ключевую

ческую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Оценка объекта недвижимости с целью определения кадастровой стоимости осуществляется специалистами вручную на основании множества факторов, включая местоположение, качество почвы, климатические условия и экономическую обстановку региона. Этот процесс трудоемок, требует значительных временных затрат и подвержен человеческим ошибкам, что снижает точность и объективность оценочных процедур [1].

Современные технологии предоставляют новые возможности для повышения эффективности и прозрачности процедуры оценки кадастровой стоимости. Геоинформационные системы позволяют обрабатывать большие объемы информации, обеспечивая доступ к актуальным данным о состоянии почв, климатических условиях и инфраструктурных объектах. Дистанционное зондирование Земли позволяет получать точные и своевременные данные о состоянии земель, а машинное обучение помогает создавать интеллектуальные модели для предсказания рыночной стоимости земельных ресурсов [2].

Кадастровая стоимость земельного участка представляет собой рыночную стоимость, установленную государственными органами в рамках массовой оценки. Она используется для целей налогообложения, расчета арендной платы, сделок купли-продажи и иных юридических действий с землей. Определение кадастровой стоимости основывается на учете физических характеристик участка, экономических условий местности и особенностей конкретного вида использования земли.

Геоинформационные технологии играют ключевую роль в современной оценке кадастровой стоимости недвижимости, обеспечивая комплексный подход к анализу пространственных данных и мониторингу изменений в окружающей среде. ГИС позволяют интегрировать разнообразные типы данных, включая географическое положение объектов, характеристики почвы, экологические условия и инфраструктуру, в единую систему анализа. Это позволяет проводить изучение территории и выявлять факторы, влияющие на кадастровую стоимость недвижимости [3].

Основные преимущества ГИС-технологий в определении кадастровой стоимости: интеграция разнородных данных (топографические карты, аэрофотосъемка, данные земельных участков), возможность моделирования ситуаций (например, изменение уровня грунтовых вод или развитие инфраструктуры), повышение точности оценки благодаря учету пространственного контекста.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗ) представляет собой процесс сбора информации о поверхности планеты с использованием спутников, самолетов или беспилотников. Эти методы позволяют получать точные данные о состоянии почвы, растительности и водных ресурсов, что особенно важно для сельскохозяйственной недвижимости.

Спутниковые снимки высокого разрешения становятся незаменимым инструментом в современных технологиях оценки недвижимости. Они обеспечивают подробную визуализацию территории, позволяя точно определять границы

земельных участков, состояние зданий и сооружений, наличие зеленых насаждений и водоемов.

Автоматизация процесса определения кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения с использованием геоинформационных технологий — это комплекс мероприятий, направленных на повышение точности и объективности расчета стоимости земли путем интеграции современных методов анализа пространственных данных и автоматизации рутинных операций. Рассмотрим основные этапы и технологии, применяемые в данном процессе.

1. Сбор исходных данных. Для начала проводится сбор необходимых данных о земельном участке, включая: рельеф, почвы, климатические условия, вид разрешенного использования, право собственности, ограничения, доходность, рыночная стоимость аналогичных объектов.

2. Анализ данных с применением ГИС-технологий. Геоинформационные системы позволяют визуализировать и анализировать пространственную информацию, что значительно упрощает процесс оценки. Используются следующие методы: классификация земель по категориям плодородия и пригодности, определение зон влияния инфраструктуры и природоохранных территорий, расчет индексов доступности транспортных путей и инженерных коммуникаций.

3. Моделирование факторов, влияющих на кадастровую стоимость. Создаются математические модели, учитывающие различные факторы, такие как удаленность от населенных пунктов, качество почв, наличие водных ресурсов и др. Это позволяет получать более точные значения кадастровой стоимости.

4. Автоматизированная оценка. Используя разработанные алгоритмы и базы данных, система автоматически рассчитывает кадастровую стоимость каждого участка. Результаты представляются в виде картографического материала и отчетов.

5. Контроль качества и верификация результатов. Полученные данные проверяются специалистами на предмет соответствия нормативным требованиям и достоверности. Проводится сопоставление расчетных значений с рыночными ценами аналогичных участков.

Преимущества использования ГИС-технологий:

- Повышение точности оценочных работ благодаря использованию детальных спутниковых снимков и топографической информации.
- Сокращение временных затрат на обработку больших объемов данных.
- Возможность оперативного обновления информации при изменении внешних условий.
- Интеграция с существующими информационными системами органов власти и управления землей.

Таким образом, автоматизация процесса кадастровой оценки земельных участков сельскохозяйственного назначения с использованием геоинформационных технологий является эффективным инструментом повышения прозрачно-

сти и справедливости расчетов, способствующим развитию аграрного сектора экономики страны.

Список литературы

1. Барсукова, Г. Н. Оценка земельно-ресурсного потенциала сельских территорий / Г. Н. Барсукова, Е. И. Артемова, К. А. Юрченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 100. – С. 29-36.

2. Барсукова, Г. Н. Обоснование оценки земельного потенциала сельскохозяйственных организаций на основе кадастровой стоимости земель / Г. Н. Барсукова, Д. С. Пузанова // Столыпинский вестник. – 2025. – Т. 7, № 2.

3. Зорин, А. В. Технологические аспекты автоматизации работ по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения / А. В. Зорин // Актуальные вопросы науки в XXI веке: материалы ВНИПК, Ярославль, 27.09.2018 г./ Ярославский ГУ – Ярославль: Ярославский ГУ, 2018. – С. 77-78.

ЕРЕМЕЕВ КОНСТАНТИН АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

kosmosalexeevich98@gmail.com

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

В статье выполнен критический обзор существующих подходов к оптимизации технических решений, применяемых при реконструкции, усилении и восстановлении строительных конструкций.

Ключевые слова: оптимизация, технические решения, реконструкция зданий, усиление конструкций, многокритериальная оптимизация.

Значительная часть зданий и сооружений, эксплуатируемых на территории Российской Федерации, находится в состоянии физического и морального износа, что обуславливает рост объемов работ по реконструкции и усилению строительных конструкций. В таких условиях выбор рационального технического решения становится одной из ключевых инженерных задач, так как он должен учитывать не только требования прочности и надёжности, но и экономические, технологические и эксплуатационные ограничения.

Выбор технического решения при реконструкции носит многокритериальный характер и сопровождается неопределённостью исходных данных, что существенно усложняет применение традиционных расчётных подходов [1,2].

Задача оптимизации технического решения:

$$\min_{\mathbf{x} \in \Omega} f(\mathbf{x}),$$

При ограничениях:

$$g_i(\mathbf{x}) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m,$$

$$h_j(\mathbf{x}) = 0, \quad j = 1, \dots, p,$$

где \mathbf{X} - вектор проектных параметров (размеры элементов усиления, характеристики материалов, технологические параметры);

$f(\mathbf{x})$ - целевая функция (стоимость, масса, трудоёмкость, деформации);

g_i, h_j - ограничения, отражающие нормативные, конструктивные и эксплуатационные требования [3].

Для задач реконструкции характерна многокритериальная оптимизация:

$$\mathbf{F}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_k(\mathbf{x})),$$

Методы оптимизации.

Линейное и нелинейное программирование.

Методы линейного программирования широко применяются при оптимизации распределения ресурсов, объёмов работ и календарного планирования реконструкции. Их преимуществами являются математическая строгость и гарантированная сходимость при выполнении условий выпуклости.

Реальные задачи усиления конструкций характеризуются нелинейными зависимостями между нагрузками, деформациями и параметрами материалов и требуют применения методов нелинейного программирования. Основным недостатком является высокая чувствительность к начальному приближению и риск получения локального экстремума [2,3].

Градиентные методы.

Градиентные методы основаны на использовании производных целевой функции:

$$\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \alpha_k \nabla f(\mathbf{x}^k),$$

где α_k - шаг итерации.

В задачах реконструкции применение градиентных методов ограничено вследствие наличия дискретных переменных, разрывных целевых функций и неопределённости исходных данных обследования [4].

Эвристические и метаэвристические методы.

Генетические алгоритмы моделируют процессы естественного отбора и широко применяются при оптимизации строительных конструкций. Их ключевым преимуществом является способность работать с дискретными и нелинейными задачами без необходимости вычисления градиента.

Метод роя частиц описывается следующими соотношениями:

$$v_i^{k+1} = \omega v_i^k + c_1 r_1 (p_i - x_i^k) + c_2 r_2 (g - x_i^k),$$

$$x_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{k+1},$$

где P_1 - лучшее локальное решение, g - глобально лучшее решение.

Метод обладает хорошими глобальными поисковыми свойствами, однако требует тщательной настройки параметров для обеспечения устойчивой сходимости.

Интеллектуальные и гибридные подходы.

Современные исследования в области реконструкции зданий чаще ориентируются на интеллектуальные методы оптимизации, включающие:

- нейронные сети для аппроксимации расчётных зависимостей;
- методы машинного обучения для прогнозирования технического состояния;
- гибридные схемы "экспертная система и оптимизационный алгоритм".

Гибридные подходы позволяют сократить вычислительные затраты и повысить адаптивность решений в условиях неполной информации, характерной для обследования эксплуатируемых конструкций [5].

Заключение и выводы.

- Ни один из традиционных методов оптимизации не обеспечивает комплексного решения задач реконструкции в условиях неопределённости.
- Метаэвристические методы обладают наибольшей универсальностью, но требуют значительных вычислительных ресурсов.
- Интеллектуальные и гибридные подходы наиболее соответствуют специфике реконструкции и усиления строительных конструкций.

Традиционные методы оптимизации обладают высокой эффективностью лишь в условиях полной формализуемости задачи и не обеспечивают надёжно-го учёта неопределённости характерной для обследования и эксплуатации существующих зданий и сооружений. Метаэвристические методы демонстрируют большую универсальность и позволяют решать многокритериальные задачи, однако отличаются значительной вычислительной трудоёмкостью и сложностью интерпретации результатов.

Наибольший потенциал для практического применения в области реконструкции и усиления строительных конструкций имеют интеллектуальные и гибридные методы оптимизации, объединяющие инженерные модели, экспертные знания и алгоритмы интеллектуального поиска

Список литературы

1. Барабаш И. С. Оптимизация строительных конструкций и сооружений. М.: Издательство АСВ, 2014. 336 с.
2. Перельмутер А. В., Сивакин В. И. Расчёт и оптимизация строительных конструкций при реконструкции зданий. М.: Стройиздат, 2013. 305 с.
3. Кузнецов В. А. Методы оптимизации технических решений при усилении строительных конструкций // Строительная механика и расчёт сооружений. 2018. № 1. С. 42-54.
4. Ларионов А. Н., Шаповалова И. С. Анализ и оптимизация методов усиления железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 18-24.
5. Захарченков А. Ю. Оптимизация проектных решений при реконструкции и капитальном ремонте зданий // Жилищное строительство. 2019. № 12. С. 34-40.

ЖЕЛУДЕВ ВЛАДИСЛАВ ЕВГЕНЬЕВИЧ, преподаватель

Курский ГАУ, г. Курск, Россия

vladic2oladic@gmail.com

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Статья анализирует цифровые системы мониторинга в АПК как инструмент повышения безопасности производства. Рассматриваются сенсорные сети, IoT-датчики, облачные платформы и AI-алгоритмы для контроля техники, почвы и животных, оценивается эффективность снижения технологических рисков, приводятся примеры внедрения и рассматриваются ограничения и перспективы интеграции с цифровыми платформами.

Ключевые слова: цифровой мониторинг, АПК, сенсорные сети, IoT-датчики, облачные платформы, предиктивная аналитика, безопасность производства, растениеводство, животноводство, технологические риски, AI, автоматизация.

В условиях роста технологических рисков в агропромышленном комплексе цифровые системы мониторинга рассматриваются как инструмент оперативного контроля параметров производственной среды и технического состояния объектов. Основные риски в современных хозяйствах формируются на пересечении техногенных факторов (износ оборудования, отказ автоматизированных линий кормления или доения), биологических угроз (эпизоотии, микробиологическое загрязнение кормов), климатических воздействий (аномальные температуры, засухи, переувлажнение почвы), а также логистических сбоях при хранении и транспортировке продукции. Применение цифровых систем позволяет фиксировать отклонения параметров в реальном времени и снижать вероятность аварийных ситуаций за счёт раннего обнаружения аномалий. Целью исследования является оценка влияния цифровых систем мониторинга на снижение производственных рисков в растениеводстве и животноводстве через анализ точности датчиков, скорости передачи данных и эффективности алгоритмов обработки.

Безопасность производственных процессов в АПК рассматривается как устойчивость технологических операций к внешним и внутренним воздействиям при сохранении заданных параметров качества продукции и условий содержания животных или растений. В системе мониторинга ключевыми категориями выступают контроль состояния оборудования (температура подшипников, вибрации приводов, давление в гидросистемах), микроклимат производственных помещений (влажность, концентрация аммиака, CO₂), а также биологические параметры — температура тела животных, активность кормления, состояние листовой поверхности растений. Методологически используются системный анализ технологической цепочки, математическое моделирование риска отказа

узлов оборудования и оценка надежности сенсорных каналов передачи данных с учетом погрешностей измерения и задержек сигнала [1].

Современная цифровая система мониторинга включает распределенную сенсорную сеть, полевые контроллеры, коммуникационные шлюзы и IoT-датчики. На практике применяются почвенные датчики влажности и электропроводности типа StopX Soil Sensor или аналогичные решения, позволяющие получать данные непосредственно с поля без привязки к метеостанциям. Передача данных реализуется через LoRaWAN для больших сельхозугодий благодаря низкому энергопотреблению и дальности передачи сигнала до нескольких километров, либо через NB-IoT и сотовые сети при наличии устойчивого покрытия. Использование локальных датчиков повышает точность измерений, так как реальные значения температуры или влажности могут отличаться от прогнозных данных на несколько градусов, что критично для агротехнологических решений.

Хранение данных реализуется через облачные платформы или локальные серверные узлы с применением edge-вычислений для предварительной фильтрации сигналов. Аналитические программные модули используют алгоритмы цифровой фильтрации, методы машинного обучения для выявления нетипичных изменений параметров и системы предиктивной диагностики. В сельском хозяйстве цифровизация производства активно развивается в рамках концепции «Сельское хозяйство четыре точки ноль», где объединяются сенсорные сети, автоматизированная техника и аналитические платформы управления производством.

В растениеводстве цифровые системы мониторинга применяются для постоянного контроля параметров почвенной среды и состояния растений. Используются почвенные датчики влажности, температуры и электропроводности, позволяющие фиксировать водный режим и солевой состав почвы в реальном времени [2]. Например, сенсоры класса StopX или аналогичные беспроводные зонды измеряют влажность по слоям, что позволяет корректировать нормы орошения и снижать риск переувлажнения или водного стресса растений. Мониторинг микроклимата формируется за счет объединения локальных датчиков и данных автоматических метеостанций, что дает более точную картину условий на конкретном поле, чем региональные прогнозы. Для контроля состояния посевов применяются агродроны с мультиспектральными камерами и спутниковые системы дистанционного зондирования, фиксирующие индекс NDVI и другие вегетационные показатели. Такие данные используются для раннего обнаружения стрессов растений, очагов заболеваний и неравномерности всходов, что позволяет корректировать агротехнологические операции до появления видимых повреждений урожая.

В животноводстве цифровой мониторинг строится вокруг биоконтроля состояния животных и параметров среды содержания. Используются RFID-метки для идентификации поголовья и носимые сенсоры активности и температуры тела. В системах молочного животноводства применяются датчики жвачки и двигательной активности, позволяющие выявлять снижение продуктивности

или начало заболеваний. Контроль микроклимата ферм осуществляется через датчики температуры, влажности, концентрации углекислого газа и аммиака, что напрямую влияет на сохранность поголовья и конверсию корма. Дополнительно внедряется видеомониторинг с алгоритмами computer vision, позволяющий анализировать поведенческие отклонения животных без участия персонала. Системы способны фиксировать снижение активности или изменения в походе, что используется как ранний индикатор заболеваний.

Информационная инфраструктура строится на интеграции сенсорных систем с корпоративными ERP-решениями агропредприятий, например отраслевыми конфигурациями уровня 1С:ERP АПК. Данные с датчиков передаются в облачные или гибридные хранилища, где применяются инструменты Big Data-аналитики для обработки массивов технологической информации. Архитектура обычно включает уровень полевых устройств, шлюзы передачи данных и аналитические серверы. Особое внимание уделяется защите данных через разграничение доступа и шифрование каналов передачи. Важным требованием является совместимость систем мониторинга с техникой разных производителей и существующими программами учета.

Эффективность цифрового мониторинга оценивается через показатели технологической безопасности и устойчивости производственных процессов. Используются сравнительные испытания до и после внедрения систем, анализ журналов отказов оборудования и частоты технологических нарушений. Экономическая эффективность проявляется через снижение потерь продукции, уменьшение затрат на ремонт оборудования и более точное планирование технологических операций. Контроль параметров среды и состояния техники позволяет предотвращать аварийные ситуации и снижать вероятность производственных простоев.

Практические кейсы внедрения цифрового мониторинга в России показывают переход от пилотных проектов к промышленной эксплуатации систем. В крупных агрохолдингах применяются комплексные решения мониторинга техники, почвы и биологических объектов [3]. Например, используются датчики контроля топлива и нагрузки на узлы сельхозмашин с передачей данных через NB-IoT или спутниковые каналы в единый центр управления. В растениеводстве внедряются сети почвенных сенсоров и метеостанций, объединённых через шлюзы сбора данных с передачей в облачные платформы аналитики. В животноводстве применяются системы мониторинга активности животных с автоматической фиксацией отклонений поведения. Алгоритмы реагирования строятся на пороговых значениях и моделях машинного обучения, которые формируют уведомления при риске отказа оборудования или признаках заболеваний. После внедрения фиксируется снижение внеплановых простоев техники и уменьшение падежа животных, но остаются сложности с обслуживанием распределённых сенсорных сетей.

Основными ограничениями внедрения остаются инфраструктурные факторы. В ряде регионов нестабильное покрытие мобильной связи осложняет передачу телеметрии в режиме реального времени. Дополнительным ограничением явля-

ется зависимость цифровых систем от стабильного энергоснабжения, особенно для удалённых полевых датчиков. Стоимость датчиков, серверной инфраструктуры и лицензий на программные решения остаётся значительной для средних хозяйств. Отдельной проблемой является нехватка специалистов по промышленной автоматизации и агроаналитике. Сложности создаёт и совместимость оборудования разных производителей, поскольку протоколы передачи данных и форматы телеметрии могут различаться.

Государственная политика цифровизации АПК реализуется через программы поддержки обновления техники и внедрения цифровых платформ управления производством. Используются субсидии на внедрение систем точного земледелия, цифрового мониторинга и автоматизации животноводства. В части безопасности применяются требования защиты данных и устойчивости цифровых систем к внешним вмешательствам, включая обязательное резервирование критически важных производственных данных и контроль доступа к информационным системам.

Перспективы развития связаны с формированием единой IoT-экосистемы сельского хозяйства, где датчики техники, почвы и биологических объектов работают в едином информационном контуре. Развиваются алгоритмы предиктивной аналитики для прогнозирования отказов техники и вспышек заболеваний животных. Повышается роль автономных систем контроля на базе роботизированных платформ и беспилотной техники. Отмечается постепенная интеграция отраслевых систем мониторинга с государственными цифровыми платформами аграрного управления.

Цифровой мониторинг постепенно становится базовым элементом технологической безопасности АПК за счёт непрерывного контроля производственных параметров и перехода к управлению на основе фактических данных.

Список литературы

1. https://refor.by/sites/default/files/povyshenie_effektivnosti_sistemy_regulirovaniya_apk_v_novyh_usloviyah.pdf?ysclid=mmc9gfb9j5743476493
2. <https://cdto.work/2023/03/15/cifrovaja-transformacija-v-selskom-hozjajstve/?ysclid=mmc9ia55vd519562922>
3. <https://www.kommersant.ru/doc/6918191?ysclid=mmc9jjoe3x996735615>

ЖЕЛУДЕВ ВЛАДИСЛАВ ЕВГЕНЬЕВИЧ, преподаватель
Курский ГАУ, г. Курск, Россия
vladic2oladic@gmail.com

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА В СЕЗОННЫХ РАБОТАХ АПК

Статья посвящена анализу психофизиологических факторов профессионального риска в сезонных работах агропромышленного комплекса России. Рассматривается влияние интенсивности труда, климатических условий, цифровизации техники и продолжительности смен на утомление операторов и работников животноводства. Проанализирована связь когнитивной нагрузки, стресса и нарушения сна с травматизмом и технологическими ошибками. Предложены подходы к мониторингу и снижению рисков.

Ключевые слова: психофизиологические факторы, профессиональный риск, сезонные работы, АПК, утомление, стресс, травматизм, когнитивная нагрузка, оператор сельхозтехники, цифровой мониторинг.

Сезонные работы формируют критическую часть сельскохозяйственного цикла России, так как именно в периоды посевной, уборки и заготовки кормов происходит основной объём формирования урожайной и кормовой базы. В последние годы наблюдается рост интенсивности труда из-за сокращения оптимальных агротехнических сроков и увеличения производительности техники. Например, при работе на зерноуборочных комбайнах типа ACROS 595 Plus оператор одновременно контролирует параметры загрузки бункера, навигацию, потери зерна и работу жатки, что увеличивает когнитивную нагрузку. Психофизиологическое состояние работников напрямую влияет на безопасность процессов, поскольку снижение концентрации или замедление реакции приводит к технологическим ошибкам, повреждению оборудования или травмам [1].

Цель исследования заключается в анализе влияния психофизиологических факторов на уровень профессиональных рисков в сезонных работах АПК. В задачи входит выявление ключевых факторов риска, анализ их проявления в растениеводстве и животноводстве, а также оценка влияния на травматизм и ошибки персонала при выполнении производственных операций.

Профессиональный риск в сельском хозяйстве рассматривается как вероятность вреда здоровью работника при выполнении технологических операций в условиях воздействия физических, психических и производственных нагрузок. Основные психофизиологические нагрузки включают хроническое утомление, стрессовые реакции, сенсорную перегрузку при длительной работе с цифровыми интерфейсами и нарушение режима сна в период круглосуточных смен. Сезонный труд отличается увеличенной продолжительностью смен до 10–12 часов, воздействием температуры, влажности и ветровой нагрузки, а также монотонностью управления техникой. Психофизиологические отклонения повыша-

ют вероятность ошибок оператора, например пропуск сигналов систем контроля или несвоевременную реакцию на изменение режимов работы агрегатов.

Методология исследования основана на анализе статистики производственного травматизма в сельском хозяйстве и сопоставлении её с условиями труда в разные периоды сезона. Для оценки утомления применяются показатели вариабельности сердечного ритма, тесты простой и сложной сенсомоторной реакции, а также когнитивные тесты на устойчивость внимания. Дополнительно анализируются условия труда операторов сельхозтехники и работников животноводческих комплексов с автоматизированными системами доения типа DeLaval VMS V300. Сравнительный анализ проводится между началом сезона, пиковыми нагрузками и завершающим этапом работ, так как в эти периоды нагрузка на организм отличается и может давать разные показатели риска.

Сезонные работы в российском АПК характеризуются высокой плотностью операций в ограниченные сроки. Во время посевной и уборки формируется непрерывный цикл: подготовка почвы, посев, контроль всходов, уборка, транспортировка урожая. При работе на современных машинах, например зерноуборочных комбайнах уровня TORUM 785, оператор контролирует до нескольких десятков параметров через бортовой терминал, включая нагрузку двигателя, уровень потерь и заполнение бункера. Это увеличивает когнитивную нагрузку, особенно при длительной смене. Погодные факторы напрямую влияют на работоспособность: при температуре выше +30 °С отмечается снижение концентрации и рост времени реакции, при сильном ветре возрастает напряжение из-за необходимости корректировать движение техники. Сельское хозяйство стабильно относится к отраслям с повышенным уровнем травматизма из-за сочетания техники большой мощности и длительных смен [2].

К ключевым психофизиологическим факторам риска относится физическое переутомление, которое возникает при работе более 10 часов без полноценного восстановления. Психоэмоциональное напряжение усиливается в периоды, когда агротехнические сроки жестко ограничены погодой и состоянием почвы. Отмечается снижение скорости сенсомоторной реакции и устойчивости внимания, особенно к концу смены. При ночных уборочных работах происходит смещение циркадных ритмов, ухудшается качество сна, что накапливает усталость уже через несколько суток работы.

В растениеводстве риски усиливаются из-за длительного воздействия вибрации и шума в кабине техники. При работе на тракторах тягового класса 300–400 л.с. оператор подвергается постоянной микровибрации, которая усиливает утомление. Монотонность движения по полю вызывает сенсорное перенапряжение и снижение бдительности. При работе с системами спутниковой навигации и автопилотирования иногда возникают ошибки из-за потери сигнала или неверно заданных параметров, и оператору приходится быстро принимать решения, что повышает нагрузку на нервную систему. Иногда такие сбои происходят неожиданно, что дополнительно напрягает оператора.

В животноводстве психофизиологические риски формируются из-за постоянного контакта с животными и высокой ответственности за их состояние.

Эмоциональная нагрузка возникает при работе с крупным поголовьем, особенно при выявлении заболеваний или падеже. При обслуживании автоматизированных доильных залов типа DeLaval VMS V300 оператор контролирует корректность работы манипуляторов, поток молока, параметры санитарной обработки, и ошибка может привести к потере сырья или травмированию животного. На автоматических линиях кормления контроль состава рациона и времени выдачи корма требует постоянного внимания. Круглосуточный цикл производства приводит к смещению режима сна и накоплению усталости уже в течение нескольких смен.

Усталость напрямую связана с ростом технологических ошибок: увеличивается время реакции, снижается точность действий при управлении оборудованием. При стрессовых ситуациях, например сбое вентиляции или кормораздачи, ухудшается способность быстро принимать решения. Ошибки оператора становятся причиной инцидентов, включая остановку технологических линий или нарушение условий содержания животных.

Контроль состояния работников реализуется через носимые устройства, фиксирующие пульс, активность и уровень стресса, например датчики уровня вариабельности сердечного ритма. Используются системы контроля усталости операторов на основе анализа движений и микропауз. Применяются алгоритмы оценки поведения работников по данным производственного мониторинга.

Снижение рисков достигается через корректировку графиков смен с учетом биоритмов, автоматизацию операций с высокой когнитивной нагрузкой и обучение работе с цифровыми интерфейсами. На предприятиях внедряются программы профилактики профессионального выгорания с контролем нагрузки и обязательными периодами восстановления.

Организационное снижение психофизиологических рисков в сезонных работах строится через перераспределение смен с учетом фактической нагрузки и длительности светового дня, на практике применяют сменные циклы 8–10 часов в пиковые периоды вместо 12-часовых. Автоматизация операций с высокой когнитивной нагрузкой реализуется через системы полуавтономного управления техникой, например автопилоты на базе спутниковой коррекции, где оператор контролирует процесс, а не выполняет постоянные микрокоррекции траектории. Подготовка персонала включает обучение работе с цифровыми терминалами техники и системами телеметрии, поскольку ошибки часто возникают при неверной интерпретации интерфейсов. На предприятиях внедряются программы раннего выявления профвыгорания с оценкой нагрузки и обязательными периодами восстановления, иногда используют трекеры физиологического состояния.

Государственная политика направлена на развитие программ безопасности труда через субсидирование модернизации техники с системами защиты оператора, включая интеллектуальные системы контроля присутствия и аварийного отключения. Параллельно развивается цифровой мониторинг условий труда с передачей параметров микроклимата и нагрузки работников в централизованные системы контроля.

Дальнейшее развитие связано с объединением датчиков состояния работника с бортовыми системами техники, где при критическом уровне усталости возможна блокировка опасных операций. Развиваются AI-алгоритмы прогнозирования утомления по совокупности биометрических и производственных данных, а также единые цифровые платформы управления безопасностью труда, объединяющие мониторинг техники, среды и персонала.

Список литературы

1. m1nlnhqfsunkdnnwib8eianyqby9ra6b.pdf
2. https://novkrp.ru/metod/prost_metodi_ocenki_fizra.pdf?ysclid=mmc93ddtw3156977482
3. <https://psystars.ru/referat/gigienicheskoe-obuchenie-i-vozpitanie-rabotnikov-selskogo-hozyaystva/?ysclid=mmc9526n1q75206002>

ЖЕЛУДЕВ ВЛАДИСЛАВ ЕВГЕНЬЕВИЧ, преподаватель
Курский ГАУ, г. Курск, Россия
vladic2oladic@gmail.com

РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ АВАРИЙ

В статье рассматривается влияние человеческого фактора на возникновение производственных аварий в России, анализируются когнитивные, поведенческие и организационные причины ошибок операторов. Описаны современные методы управления: цифровые тренажёры, VR-моделирование, системы поддержки решений и контроля усталости, а также экономические и организационные последствия человеческих ошибок.

Ключевые слова: человеческий фактор, производственные аварии, промышленная безопасность, цифровые тренажёры, SCADA, автоматизация, операторы, ошибки персонала, риск-ориентированное управление.

Актуальность изучения человеческого фактора в промышленной безопасности в России связана с устойчивым сохранением доли инцидентов, возникающих из-за ошибок персонала при эксплуатации сложных технических систем, включая автоматизированные линии переработки сырья, зерносушильные комплексы с цифровым управлением и современные роботизированные участки. В ряде отраслей причиной отказов остаются неправильные действия оператора при настройке параметров, нарушении регламентов обслуживания или неверной интерпретации данных мониторинга. Показательна ситуация с авариями в ракетно-космической отрасли, где ошибки персонала при сборке и контроле изделий приводили к потере техники и запусков, что подтверждает критичность человеческого звена даже при высоком уровне автоматизации.

Человеческий фактор рассматривается как совокупность когнитивных процессов восприятия информации, принятия решений и моторных действий, формирующих итоговое поведение работника в производственной среде. Когнитивная составляющая включает нагрузку на внимание при работе с интерфей-

сами SCADA-систем, где оператор одновременно отслеживает десятки параметров. Поведенческий компонент связан с соблюдением алгоритмов работы оборудования, например при эксплуатации современных самоходных опрыскивателей с автопилотом и системой контроля перекрытий. Социальный компонент проявляется через организацию смен, уровень подготовки и микроклимат коллектива. Психофизиологические факторы включают утомление при длительной работе в сезонные пики, снижение скорости реакции и рост вероятности ошибочных действий при дефиците сна, что напрямую влияет на вероятность аварийных ситуаций на энергонасыщенных объектах [1].

По данным отраслевых отчетов по охране труда и промышленной безопасности, проблема человеческого фактора в России остаётся одной из ключевых причин производственных аварий, так как усложнение техники увеличивает требования к оператору. В энергетике аварийные события часто связаны с неправильной интерпретацией параметров автоматизированных систем управления турбинными установками или распределительными подстанциями. В машиностроении фиксируются инциденты при работе с многоосевыми станками с ЧПУ, например при нарушении последовательности ввода управляющих программ или неправильной установке инструмента. В АПК аварийные ситуации возникают при эксплуатации высокомошной техники и автоматизированных линий животноводства, где оператор одновременно контролирует несколько технологических параметров. В химической промышленности критическими остаются ошибки при управлении реакторами и системами подачи реагентов[2].

Ошибки восприятия проявляются при неверном считывании показаний цифровых панелей, пропуске аварийных сигналов или неверной оценке динамики параметров процесса. Ошибки принятия решений возникают при выборе неправильного алгоритма действий при отклонении давления, температуры или нагрузки оборудования. Ошибки исполнения связаны с нарушением регламентов запуска оборудования, неправильной настройкой параметров или запоздалой реакцией на изменение режима работы. Стратегические ошибки формируются на уровне планирования производства, например при недостаточном обучении операторов работе с цифровыми интерфейсами техники или систем промышленной автоматизации.

Ключевыми факторами риска остаются утомление при длительных сменах, особенно при работе более 10 часов, дефицит практической подготовки персонала и стрессовые условия при возникновении нештатных ситуаций. Организационные проблемы проявляются через слабую культуру безопасности, недостаточную систему обмена информацией о рисках и низкую вовлеченность работников в систему предупреждения инцидентов.

Разбор аварий по материалам расследований показывает, что типичный сценарий начинается с локального отклонения параметра и заканчивается цепной реакцией ошибок персонала. В энергетике фиксировались случаи, когда оператор неправильно интерпретировал данные АСУ ТП и вручную переводил оборудование в нерасчетный режим, что приводило к отключению участков сети.

В химическом производстве встречались ситуации с ошибочной настройкой дозирования реагентов на автоматизированных линиях, где управление выполняется через панели типа Siemens SIMATIC HMI. Паттерн повторяется: первичное отклонение, задержка реакции, попытка ручной коррекции без полного анализа состояния системы. В ряде случаев выявляются системные проблемы управления — формальное проведение инструктажей, отсутствие тренировки действий при редких аварийных сценариях. Отдельные расследования показывают, что часть операторов не умеет работать с журналами событий цифровых систем, из-за чего теряется время на диагностику.

Инструменты управления человеческим фактором постепенно смещаются в сторону цифровых решений. Для подготовки операторов применяются VR-тренажёры технологических процессов и симуляторы рабочих мест, где моделируются аварийные сценарии с изменением параметров давления, температуры и расхода. В системах поддержки решений используются подсистемы предупреждения, которые анализируют отклонения параметров и формируют рекомендации оператору. На предприятиях внедряются системы контроля усталости через анализ микродвижений головы и частоты моргания, а также контроль доступа через биометрию. Организационные меры включают внедрение внутренних платформ инцидент-репортинга и цифровых журналов смен.

Экономические последствия ошибок персонала выражаются в прямых затратах на ремонт оборудования, простоем технологических линий и компенсационные выплаты пострадавшим. Косвенные потери включают снижение коэффициента технической готовности оборудования, рост внеплановых остановок и потерю контрактов из-за срыва поставок. Снижение аварийности через обучение и цифровые системы контроля персонала позволяет уменьшать внеплановые остановки и стабилизировать производственные показатели, хотя точный эффект сильно зависит от отрасли и уровня автоматизации.

Государственная политика в сфере промышленной безопасности строится на надзорной деятельности Ростехнадзора, контроле условий труда через Минтруд и антимонопольном контроле цифровых решений через ФАС. Развиваются программы цифровизации промышленной безопасности и повышения квалификации персонала, включая дистанционные обучающие платформы и отраслевые центры компетенций [3].

Перспективы исследований связаны с применением машинного обучения для прогнозирования вероятности ошибок оператора по поведенческим паттернам. Развивается направление цифровых двойников рабочих процессов, где моделируется поведение персонала в разных режимах работы оборудования. Интеграция данных операторской активности с SCADA, MES и корпоративными ERP-системами позволяет отслеживать влияние человеческого фактора на производственные показатели почти в реальном времени.

Роль человеческого фактора в аварийности остаётся критической из-за роста сложности техники и интерфейсов управления. Практические меры концентрируются на повышении качества подготовки операторов, развитии систем поддержки решений и формировании культуры безопасности. Ограничения иссле-

дований связаны с закрытостью части данных по авариям и различием методик учета инцидентов между отраслями. Перспективные работы направлены на объединение данных промышленной автоматизации и психофизиологических показателей персонала.

Список литературы

1. <https://ncpo.ru/blog/chelovecheskij-faktor-v-ohrane-truda-i-bezopasnost-na-predpriatii/>
2. https://report.rosatom.ru/go/rosatom/go_rosatom_2023/app/rosatom_2023_5.pdf?ysclid=mc981botb924430267
3. <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=493726&ysclid=mmc98zv7s1126106247>

ИЛЬИЧЕВА АЛИНА СЕРГЕЕВНА, независимый исследователь
г. Москва, Россия
(e-mail: iljichevaalin@yandex.ru)

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ОБЪЕКТОВ И ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ИННОВАЦИЯ

В статье рассматривается концепция цифровых двойников объектов и инфраструктуры как инновационного инструмента управления и развития. Раскрываются особенности цифрового двойника, его роль в сопровождении жизненного цикла зданий и инфраструктурных систем, а также возможности предиктивного обслуживания и оптимизации эксплуатационных затрат. Сделан вывод о стратегическом значении технологии для устойчивого территориального развития.

Ключевые слова: цифровой двойник, жизненный цикл объекта, управление развитием, предиктивное обслуживание, инфраструктура.

Цифровая трансформация строительной отрасли и инфраструктурного комплекса выступает ключевым условием обеспечения устойчивого социально-экономического развития территорий. усложнение инженерных систем, ужесточение требований в энергоэффективности, безопасности и экологичности объектов определяют необходимость перехода от фрагментарного управления к системным цифровым решениям. Как отмечает С.О. Евдокименко, современное загородное строительство и инфраструктурное развитие агломераций требуют синхронизированного планирования и технологической модернизации, что объективно усиливает спрос на инструменты сквозного управления жизненным циклом объектов [1, с. 86].

Традиционные методы управления в строительстве жилищно-коммунальном хозяйстве (далее - ЖКХ) носят преимущественно реактивный характер, предполагая устранение последствий аварий и дефектов после их возникновения. В исследованиях, посвященных энергоэффективности и теплозащите каркасных домов, подчеркивается, что отсутствие комплексного мониторинга эксплуатационных параметров приводит к росту эксплуатационных расходов и снижению эффективности принятых конструктивных решений [2, с. 574]. Аналогич-

но, анализ применения BIM-технологий в индивидуальном жилищном строительстве (далее - ИЖС) показывает, что даже экономически оправданное информационное моделирование не обеспечивает в полной мере контроль стадии эксплуатации без интеграции данных реального времени [3, с. 68].

В этой связи особую актуальность приобретает концепция цифровых двойников как инновационного инструмента управления и развития инфраструктуры.

Цифровой двойник подставляет собой виртуальную копию физического объекта, процесса или системы, синхронизированную с оригиналом и обновляемую в режиме реального времени, его назначение заключается в моделировании сценариев функционирования, прогнозировании проведения объектов в различных условиях, оптимизации процессов и предотвращении сбоев [4]. В отличие от традиционных информационных моделей, цифровой двойник обеспечивает динамическое отражение состояния объекта на протяжении всего жизненного цикла [3, с. 70].

Концепция цифровых двойников сформировалась в начале 2000-х годов и получила практическое развитие в инженерных проектах NASA (National Aeronautics and Space Administration), где использовалась для цифрового моделирования космических аппаратов [4].

Принципиальное отличие цифрового двойника от технологии информационного моделирования зданий (BIM) заключается в характере данных и функциональной направленности. BIM ориентирована преимущественно на этапы проектирования и строительства, формируя детализированную 3D-модель объекта с атрибутивной информацией. Как показано в исследовании С.О. Евдокименко, применение BIM в управлении полным циклом строительства ИЖС обеспечивает экономический эффект за счет оптимизации проектных решений и сокращения сроков строительства [5, с. 10-15]. Однако после ввода объекта в эксплуатацию BIM-модель, как правило, не получает регулярного обновления.

Цифровой двойник, напротив, интегрирует данные с датчиков, систем диспетчеризации, журналов обслуживания и других источников, формируя динамическую систему поддержки управленческих решений. Таким образом, BIM может рассматриваться как основа для формирования цифрового двойника, но не как его функциональный эквивалент.

Практическая значимость данной технологии раскрывается через конкретные направления ее применения в управлении зданиями, сооружениями и инфраструктурными системами, что требует рассмотрения отраслевых и территориальных аспектов внедрения цифровых двойников [5, с. 12-13].

В строительстве и ЖКХ цифровой двойник обеспечивает сопровождение объекта на протяжении всего жизненного цикла - от проектирования до эксплуатации и модернизации. Он аккумулирует данные о конструктивных элементах, инженерных системах, проведенных ремонтах и техническом состоянии оборудования. Такая информационная интеграция позволяет не только фиксировать параметры функционирования, но и осуществлять их аналитическую оценку [6, с. 377].

На основе данных мониторинга реализуются механизмы предиктивного обслуживания, использование датчиков и алгоритмов обработки информации позволяет прогнозировать износ оборудования и переходить от регламентных проверок к обслуживанию по фактическому состоянию. Это снижает аварийность и минимизировать внеплановые простои [7, с. 709]. Дополнительный эффект достигается в сфере энергоэффективности - оптимизация режимов работы инженерных систем и учет реальных условий эксплуатации способствуют сокращению эксплуатационных затрат.

Потенциал цифровых двойников выходит за пределы отдельных объектов и реализуется на уровне городской инфраструктуры. Интеграция данных о транспортных потоках, инженерных сетях и застройке позволяет моделировать сценарии развития территорий и прогнозировать нагрузку на инфраструктурные системы.

В международной практике примером комплексного подхода является проект Virtual Singapore в Сингапуре, где создана цифровая 3D-модель города для анализа градостроительных решений [8]. В России аналогичные инструменты развиваются в Москве, где применяются цифровые технологии для мониторинга строительства, управления ЖКХ и транспортной системой. Так, центр организации дорожного движения Москвы создал виртуальную копию улично-дорожной сети. На её основе разработана динамическая транспортная модель, которая позволяет оценить, как изменится загруженность автомагистралей в случае перекрытий или ввода новых развязок [1, с. 89; 9].

Таким образом, цифровые двойники становятся инструментом не только эксплуатационного, но и стратегического управления, обеспечивая повышение прозрачности, устойчивости и экономической эффективности инфраструктурного развития.

Тем самым, внедрение цифровых двойников обеспечивает комплексный экономический эффект, а именно:

- снижение аварийности и простоев [10, с. 151];
- оптимизация капитальных и операционных затрат [6, с. 380];
- повышение инвестиционной привлекательности [1, с. 88].

Несмотря на значительный потенциал, внедрение цифровых двойников сопряжено с рядом ограничений. Создание модели требует затрат на программное обеспечение, например, пилотные проекты на технологическом комплексе могут стоить от 700 тысяч до 3 миллионов рублей, а комплексные решения для крупных объектов - десятки миллионов рублей. Для средних и малых компаний такие расходы могут стать непреодолимым барьером [10, с. 148].

Также интеграция множества устройств и каналов передачи данных повышает уязвимость инфраструктуры к кибератакам. Для минимизации рисков требуется внедрение мер кибербезопасности, включая шифрование данных, контроль доступа, мониторинг угроз и регулярные аудиты, что также требует дополнительных затрат [11].

Формирование цифровых двойников требует специалистов с междисциплинарными компетенциями - инженеров, аналитиков данных, ИТ-архитекторов и

специалистов по информационной безопасности. В России, как и в мире, наблюдается нехватка квалифицированных кадров в сфере информационной безопасности, что дополнительно усугубляет проблему. Для решения вопроса компании вынуждены инвестировать в обучение сотрудников, создавая корпоративные центры компетенций и сотрудничать с образовательными учреждениями [12].

Дополнительными барьерами являются сложность интеграции с устаревшими системами и зависимость точности прогнозов от качества исходных данных.

Таким образом, цифровой двойник представляет собой не просто ИТ-инструмент, а новую модель управления объектами и инфраструктурой, основанную на непрерывной синхронизации физической и цифровой среды. Он обеспечивает переход от реактивного к проактивному управлению, снижает аварийность, оптимизирует затраты и повышает инвестиционную привлекательность проектов. В условиях развития агломераций, роста требований к энергоэффективности и устойчивости строительства, а также трансформации рынка ИЖС, цифровые двойники формируют технологическую основу для сбалансированного территориального развития [6, с. 380]. Тем самым, при условии институциональной поддержки, развития кадрового потенциала и обеспечения кибербезопасности цифровые двойники обладают высоким инновационным потенциалом и способны стать системообразующим элементом цифровой трансформации строительной и инфраструктурной отрасли.

Список литературы

- Евдокименко, С. О. Исследование социально-экономических последствий развития агломераций загородного жилья в Подмосковье и их влияние на транспортную систему прилегающих территорий / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 10. – С. 86-89.
- Евдокименко, С. О. Энергоэффективность и теплозащита каркасных домов в Московской области с учётом климатической зоны / С. О. Евдокименко // Экономика строительства. – 2025. – № 6. – С. 574-579.
- Евдокименко, С. О. Оценка экономической эффективности применения технологии информационного моделирования зданий для управления полным циклом строительства индивидуального загородного жилья в Московском регионе / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 11. – С. 68-72.
- Цифровой двойник: что это, примеры, применение [Электронный ресурс] // РБК Тренды. URL. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb> (дата обращения: 01.03.2026).
- Евдокименко, С. О. Оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных загородных домов для условий повышенной сейсмической активности / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 7. – С. 10-15.
- Евдокименко, С. О. Исследование изменений рынка индивидуального жилищного строительства с введением эскроу-счетов на строительство загородных домов и оценка рисков для строительных компаний в сфере ИЖС / С. О. Евдокименко // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 11. – С. 377-381.
- Евдокименко, С. О. Современные технологии строительства загородных домов / С. О. Евдокименко // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 709-713. – EDN PRRDKV.
- Как устроены умные города и какие есть подходы к их созданию [Электронный ресурс] // Истовый инженер. URL. <https://engineer.yadro.com/article/umnyj-gorod-iznutri-chto-otlichaet-realnuyu-tehnologicheskuyu-integraciyu-ot-dekoraczii/> (дата обращения: 01.03.2026).

10. Как цифровые двойники меняют жизнь мегаполисов [Электронный ресурс] // СДЖ. URL. <https://средадляжизни.рф/journal/articles/kak-tsifrovye-dvoyniki-menyayut-zhizn-megapolisov/> (дата обращения: 01.03.2026).

11. Евдокименко, С. О. Интеграция возобновляемых источников энергии и систем аккумуляции в автономные загородные домохозяйства средней полосы России / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 8. – С. 148-157.

12. Цифровые двойники зданий [Электронный ресурс] // Артсофте. URL. <https://digitaldeveloper.ru/articles/tsifrovizatsiya/euux7vzru1-tsifrovie-dvoyniki-zdaniy> (дата обращения: 01.03.2026).

13. Цифровые двойники: зачем компаниям моделировать реальность? [Электронный ресурс] // Компьютерра. URL. <https://www.computerra.ru/328444/tsifrovye-dvoyniki-zachem-kompaniyam-modelirovat-realnost/> (дата обращения: 01.03.2026).

ИЛЬЧЕВА АЛИНА СЕРГЕЕВНА, независимый исследователь
г. Москва, Россия
(e-mail: iljichevaalin@yandex.ru)

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

В статье рассматриваются вопросы применения технологий информационного моделирования зданий как универсального инструмента управления жизненным циклом строительных объектов. Раскрываются возможности информационного моделирования зданий на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, а также ключевые преимущества. Сделан вывод о необходимости поэтапного внедрения и формирования цифровой компетенции для эффективной интеграции инженерных, экономических и управленческих решений.

Ключевые слова: информационное моделирование, строительство, эксплуатация, управление, проектирование.

Актуальность настоящего исследования обуславливается состоянием современного строительства, которому присущи рост сложности проектных решений, увеличение объема инженерных систем, усиление требований к энергоэффективности и устойчивости зданий. Дополнительное давление формируется со стороны институциональной среды:

- ужесточаются требования к прозрачности финансовых потоков (в том числе в связи с внедрением механизмов эскроу-счетов в индивидуально жилищном строительстве (далее - ИЖС)) [1, с. 377];

- возрастает значение синхронизации жилищного ввода и инфраструктурного развития территорий [2, с. 86-87].

В этих условиях традиционные методы проектирования, основанные преимущественно на двумерной документации и фрагментарном обмене данными, оказываются недостаточными.

В этой связи возникает необходимость формирования единой информационной среды, способной объединить архитектурные, конструктивные, инженерные и экономические параметры задания. Именно такую функцию выполняет технология информационного моделирования зданий (BIM), которая постепенно становится стандартом цифрового управления строительными проектами.

BIM (Building Information Modeling) представляет собой процесс создания и использования цифровой информационной модели здания, содержащей данные о его физических, функциональных и эксплуатационных характеристиках (рис. 1) [3].

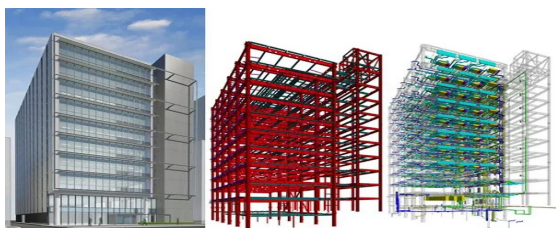


Рисунок 1. BIM-система в применении.

В отличие от традиционных CAD-систем (**Computer-Aided Design**), ориентированных преимущественно на геометрию, представленная в двухмерном или трехмерном изображении объекта без дополнительных данных, а BIM формирует параметрическую модель, в которой каждый элемент связан с атрибутами - материалами, стоимостью, сроками, эксплуатационными показателями [4].

Ключевые характеристики BIM включают трехмерность, параметризацию и связанность данных. Модель функционирует как единый цифровой объект, то есть изменение одного параметра автоматически отражается на всех связанных элементах, включая спецификации и сметные расчеты. Именно такой подход минимизирует риск информационной асимметрии и несогласованности документации [3].

Системный характер BIM особенно отчетливо проявляется в исследованиях, посвященных управлению полным циклом индивидуального жилищного строительства. В работе С.О. Евдокименко подчеркивается, что информационная модель выступает «единым источником достоверных данных», а ее экономическая ценность формируется не только через прямую экономию ресурсов, но и через снижение транзакционных издержек и повышение прозрачности процессов [5, с. 68]. Автор предлагает рассмотреть BIM как цифровой актив, интегрирующий проектирование, строительство и эксплуатацию в рамках концепций LCC и TCO, с чем следует согласиться.

Таким образом, принципиальное отличие BIM от традиционного проектирования заключается в переходе от набора разрозненных документов к интегрированной информационной системе.

На стадии проектирования BIM обеспечивает трехмерную визуализацию и автоматизированный коллизионный анализ, что позволяет выявлять пространственные конфликты до начала строительства и снижать количество ошибок на 30-50%. Это напрямую сокращает затраты на переделки и повышает точность проектных решений. Технология особенно эффективна при разработке сложных конструктивных систем, например, при оптимизации деревянных каркасных домов для сейсмоактивных регионов применение численного моделирования позволило повысить сейсмическую устойчивость на 25-32% при одновременном снижении материалоемкости на 15-22% [6, с.10].

На этапе строительства информационная модель используется как инструмент управления сроками и ресурсами. Интеграция с календарно-сетевыми графиками (4D) и стоимостными показателями (5D) позволяет синхронизировать объемы работ, материалы и бюджет проекта. В сегменте ИЭС Московского региона эмпирические данные подтверждают, что применение BIM снижает риск перерасхода средств и переносит выявление ошибок на ранние стадии реализации [1, с. 377; 2, с. 86]. В условиях внедрения эксроу-механизма точность финансового планирования приобретает особое значение, что усиливает роль цифрового моделирования [1, с. 378].

После ввода объекта в эксплуатацию модель трансформируется в цифровой двойник, обеспечивающий мониторинг инженерных систем и планово-предупредительное обслуживание.

Анализ практического применения BIM позволяет выявлять несколько ключевых групп преимуществ:

1. Технические - использование информационной модели позволяет снижать количество ошибок, сокращать сроки проектирования [7, с. 709].
2. Экономические - интеграция проектных, строительных и эксплуатационных данных способствует снижению общей стоимости строительства [8, с. 574].
3. Управленческие - технология повышает прозрачность финансовых потоков, улучшает координацию участников проекта и снижает риски в условиях институциональных изменений на рынке ИЖС [1, с. 377].

Таким образом, BIM выступает универсальным инструментом, объединяющим инженерные расчеты, экономический анализ и управленческие решения в единой цифровой среде.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение BIM сталкивается с рядом ограничений. Среди них высокая стоимость программного обеспечения, которая может достигать до 238 576 рублей и обучения персонала, дефицит квалифицированных специалистов, а также организационное сопротивление изменениям внутри компаний [9].

Следовательно, успешное внедрение BIM возможно только при комплексном подходе, включающем нормативную поддержку, развитие образовательных программ и поэтапную цифровую трансформацию компаний [10, с. 262].

Таким образом, анализ применения BIM подтверждает ее роль как универсального инструмента управления жизненным циклом объектов строительства. Технология обеспечивает интеграцию проектных и строительных данных, со-

крашает количество ошибок, оптимизирует материальные и финансовые затраты и повышает прозрачность процессов [11, с. 148]. Перспективы развития BIM в России связаны с институционализацией цифровых стандартов, ростом потребности в квалифицированных специалистах. Для успешного перехода на BIM рекомендуется поэтапная стратегия внедрения, начиная с пилотных проектов и формирования внутренней цифровой компетенции.

Список литературы

1. Евдокименко, С. О. Исследование изменений рынка индивидуального жилищного строительства с введением эскроу-счетов на строительство загородных домов и оценка рисков для строительных компаний в сфере ИЖС / С. О. Евдокименко // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 11. – С. 377-381.
2. Евдокименко, С. О. Исследование социально-экономических последствий развития агломераций загородного жилья в Подмосковье и их влияние на транспортную систему прилегающих территорий / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 10. – С. 86-89.
3. BIM: определение, преимущества, нормативная база [Электронный ресурс] // IYNO. URL. <https://iyno.ru/blog/ekspertnye-stati/chto-takoe-bim-proektirovanie/> (дата обращения: 28.02.2026).
4. Различия между CAD и BIM [Электронный ресурс] // Дзен. URL. <https://dzen.ru/a/aDBZrM6NqhhTaBCY> (дата обращения: 28.02.2026).
5. Евдокименко, С. О. Оценка экономической эффективности применения технологии информационного моделирования зданий для управления полным циклом строительства индивидуального загородного жилья в Московском регионе / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 11. – С. 68-72.
6. Евдокименко, С. О. Оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных загородных домов для условий повышенной сейсмической активности / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 7. – С. 10-15.
7. Евдокименко, С. О. Современные технологии строительства загородных домов / С. О. Евдокименко // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 709-713.
8. Евдокименко, С. О. Энергоэффективность и теплозащита каркасных домов в Московской области с учётом климатической зоны / С. О. Евдокименко // Экономика строительства. – 2025. – № 6. – С. 574-579.
9. BIM 360 Team: купить лицензию по выгодной цене в Москве [Электронный ресурс] // IESoft. URL. <https://www.iesoft.ru/products/autodesk/bim-360/bim-360-team-packs-cloud/> (дата обращения: 27.02.2027).
10. Савватеев, А. С. Внедрение BIM-технологий: революция в образовательном процессе / А. С. Савватеев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 11 (510). — С. 262-263.
11. Евдокименко, С. О. Интеграция возобновляемых источников энергии и систем аккумулирования в автономные загородные домохозяйства средней полосы России / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 8. – С. 148-157.

ЛИГОСТАЕВ КИРИЛЛ ВИКТОРОВИЧ, студент
КУРАЛЕСИН ВЯЧЕСЛАВ ВИКТОРОВИЧ, к.т.н., доцент
 Колледж Воронежского института высоких технологий,
 г. Воронеж, Россия
 (e-mail: v.kuralesin@mail.ru)

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
 АЗОТНЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
 ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ И ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ**

Разработка экспертной системы для управления азотным режимом почвы требует интеграции механистических моделей трансформации азота, методов искусственного интеллекта для поиска оптимальных решений и технологий оперативной диагностики состояния растений на основе компьютерного зрения и спектрального анализа. В работе систематизированы современные подходы к созданию таких систем, включая инструменты оценки вымывания азота, нечеткие системы поддержки принятия решений и имитационное моделирование агроэкосистем.

Ключевые слова: экспертные системы, азотный режим почвы, оперативная диагностика, листовая подкормка, имитационное моделирование, искусственный интеллект.

Интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается возрастающей нагрузкой на агроэкосистемы, одним из наиболее значимых проявлений которой является нарушение азотного цикла. Применение азотных удобрений зачастую характеризуется низкой эффективностью использования азота культурами. Избыточное внесение азота приводит к серьезным экологическим последствиям, включая загрязнение вод нитратами и эмиссию парниковых газов [2, 4]. Традиционная практика внесения удобрений, основанная на усредненных рекомендациях, не учитывает неоднородность почвенных условий и состояния растений, что влечет экономические потери и экологические риски. Разработка систем поддержки принятия решений, позволяющих оптимизировать азотное питание растений с учетом оперативной диагностики, становится приоритетной задачей точного земледелия. Целью данной работы является систематизация и анализ современных подходов к созданию экспертных систем управления азотным питанием и определение перспективных направлений исследований.

В научной литературе представлен широкий спектр инструментов для оптимизации использования азота. Система SOILNDB ориентирована на количественную оценку потерь азота при вымывании с пахотных земель [1]. Ее основу составляют модели SOIL и SOILN, описывающие потоки воды и тепла, а также процессы трансформации и переноса азота в почве. Наличие базы данных параметров и алгоритмов их оценки позволяет использовать сложные механистические модели в условиях ограниченной доступности детальной информации.

SOILNDB фокусируется преимущественно на долгосрочном прогнозировании вымывания.

Другой подход представлен системой поддержки принятия решений, основанной на теории нечетких множеств [2]. Система предназначена для расчета оптимальных норм внесения азота с учетом особенностей участка. Методология базируется на представлении азотного баланса с помощью четырехуровневой структуры из одиннадцати нечетких систем. База знаний формируется на основе экспертных интервью, а нечеткие правила позволяют оперировать лингвистическими переменными, что делает систему устойчивой к неопределенности данных. Апробация на хлопковых полях показала, что значительная часть участков характеризовалась избыточным внесением удобрений.

Моделирование, ориентированное на управление, представляет собой динамическую имитационную систему, интегрированную с эвристическими алгоритмами поиска [3]. Подход включает генератор сценариев управления, симулятор и оценщик, определяющий оптимальное решение на основе заданных критериев. Эвристический поиск сокращает количество имитационных прогнозов, делая задачу вычислительно разрешимой. В сценарии выращивания кукурузы данный подход позволил найти решение, увеличившее прибыль и сократившее вымывание нитратов.

Эффективность применения комплексных имитационных моделей показана в исследовании с использованием системы DSSAT [4]. Модель применялась для оценки методов внесения азота и орошения в орошаемом районе. Откалиброванная на данных фермерских полей модель показала, что текущая практика внесения удобрений для кукурузы превышала потребности культуры более чем на пятьдесят процентов. Оптимизация азотных подкормок может снизить вымывание нитратов на пятьдесят один процент, а сочетание оптимизированного внесения азота с рациональным орошением позволяет достичь снижения вымывания до восьмидесяти шести процентов.

Значительный прогресс наблюдается в области оперативной диагностики состояния растений на основе дистанционного зондирования и компьютерного зрения [5]. Стрессовые состояния растений, включая азотное голодание, приводят к изменениям спектральных характеристик. Анализ спектральных индексов позволяет выявлять угнетение растений до появления визуальных симптомов. Глубокое обучение позволяет автоматически классифицировать изображения с высокой точностью. Гиперспектральные системы открывают возможности для самой ранней диагностики благодаря фиксации изменений в узких спектральных диапазонах.

Анализ источников позволяет выделить три ключевых направления, сближение которых формирует основу для разработки экспертной системы. Первое направление представлено механистическими моделями, описывающими процессы трансформации и переноса азота [1, 4]. Эти инструменты применяются для долгосрочного прогнозирования, но их использование для оперативного управления ограничено высокой потребностью во входных параметрах. Второе направление связано с применением методов искусственного интеллекта для

формализации экспертных знаний и поиска оптимальных решений [2, 3]. Третье направление представлено технологиями оперативной диагностики на основе компьютерного зрения и спектрального анализа, обеспечивающими актуальную информацию о состоянии растений [5].

Рассмотренные подходы имеют взаимодополняющий характер. Механистические модели могут служить ядром экспертной системы, обеспечивая прогноз последствий решений. Данные оперативной диагностики могут использоваться для уточнения состояния моделируемой системы в реальном времени. Отклонение фактических показателей от прогнозируемых траекторий может служить сигналом для поиска корректирующих решений. Технологии искусственного интеллекта выполняют роль связующего звена, формализуя знания о том, как интерпретировать результаты диагностики и какие листовые подкормки применять.

Первостепенной задачей является создание обширных репрезентативных наборов данных для обучения моделей машинного обучения. Такие датасеты должны включать результаты полевых опытов с различными режимами удобрения и синхронизированные данные дистанционного зондирования. Особую ценность представляют данные, полученные в реальных производственных условиях.

Второе направление связано с разработкой методов объяснимого искусственного интеллекта применительно к рекомендациям по управлению азотным режимом. Понимание оснований для рекомендаций повысит доверие к системе и позволит агроному контролировать ее решения. Третье направление заключается в интеграции моделей процессов и методов искусственного интеллекта для перехода к прогнозированию развития ситуации. Создание цифровых двойников полей позволит перейти от реактивного управления к упреждающему.

Важным прикладным направлением является разработка легковесных алгоритмов диагностики для мобильных устройств и беспилотных летательных аппаратов. Это обеспечит доступность технологий точного азотного управления для широкого круга сельскохозяйственных производителей.

Управление азотным режимом почвы требует перехода от унифицированных рекомендаций к адаптивным стратегиям, учитывающим изменчивость условий. Анализ литературы демонстрирует наличие методологической базы для создания таких систем. Механистические модели обеспечивают надежное описание азотного цикла. Методы искусственного интеллекта позволяют находить сбалансированные решения. Технологии оперативной диагностики предоставляют канал обратной связи.

Наиболее перспективный путь развития экспертных систем заключается в интеграции этих трех направлений в единую архитектуру. Данные оперативной диагностики должны служить входной информацией для уточнения параметров имитационных моделей и инициировать поиск оптимальных корректирующих решений. Листовые подкормки, в силу своей оперативности, являются инструментом для реализации корректирующих стратегий, выработанных такой системой.

Список литературы

1. Johnsson H., Larsson M., Mårtensson K., Hoffmann M. SOILNDB: a decision support tool for assessing nitrogen leaching losses from arable land // Environmental Modelling & Software. — 2002. — Vol. 17, Issue 6. — P. 505–517. — ISSN 1364-8152. — DOI: 10.1016/S1364-8152(02)00013-0.
2. Papadopoulos A., Kalivas D., Hatzichristos T. Decision support system for nitrogen fertilization using fuzzy theory // Computers and Electronics in Agriculture. — 2011. — Vol. 78, Issue 2. — P. 130–139. — ISSN 0168-1699. — DOI: 10.1016/j.compag.2011.06.007.
3. Li M. B., Yost R. S. Management-oriented modeling: optimizing nitrogen management with artificial intelligence // Agricultural Systems. — 2000. — Vol. 65, Issue 1. — P. 1–27. — ISSN 0308-521X. — DOI: 10.1016/S0308-521X(00)00023-8.
4. Malik W., Dechmi F. Modelling agricultural nitrogen losses to enhance the environmental sustainability under Mediterranean conditions // Agricultural Water Management. — 2020. — Vol. 230. — Article 105966. — ISSN 0378-3774. — DOI: 10.1016/j.agwat.2019.105966.
5. Куралесин, В. В. Обзор современных методов диагностики заболеваний плодовых культур и потенциала технологий машинного зрения / В. В. Куралесин // Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки (шифр - МКСС) : Сборник материалов XXX Международной научно-практической конференции, Москва, 12 декабря 2025 года. – Москва: АНО ДПО «Университет ИТБО», 2025. – С. 184-190.

ЛЯЩЕНКО ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ, магистрант

Научный руководитель –

СОКОЛОВА СВЕТЛАНА АНАТОЛЬЕВНА, к.т.н., доцент,

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

(e-mail: dmitri-3232@mail.ru)

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УФА: МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В статье представлены результаты исследования по оценке геоэкологического риска в бассейне реки Уфа с применением геоинформационных технологий (ГИС). Актуальность работы обусловлена ростом антропогенной нагрузки на водные объекты Уральского региона и необходимостью перехода от точечного мониторинга к пространственному анализу. Разработана методика комплексной оценки риска, включающая гидрологическое районирование, анализ источников загрязнения и моделирование распространения поллютантов. На основе данных гидрохимического мониторинга и дистанционного зондирования Земли построены карты зонирования территории по степени геоэкологической опасности. Выявлено, что максимальные риски локализованы в районах интенсивной добычи полезных ископаемых и крупных промышленных узлов. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации системы экологического мониторинга и территориального планирования.

Ключевые слова: геоинформационные системы, геоэкологический риск, гидрология, река Уфа, качество воды, пространственный анализ, антропогенная нагрузка.

Водные ресурсы бассейна реки Уфа (рис.1), являющейся одним из крупнейших притоков реки Белой (бассейн Камы), играют стратегическую роль в водоснабжении и хозяйственной деятельности Свердловской, Челябинской областей и Республики Башкортостан. Однако интенсивное промышленное освоение территории, включающее добычу рудных ископаемых, нефтедобычу и развитие агропромышленного комплекса, приводит к существенной трансформации гидрологического и гидрохимического режима реки [1].

Традиционные методы гидрологического мониторинга, основанные на данных стационарных постов, не позволяют в полной мере оценить пространственную неоднородность загрязнения и выявить скрытые источники риска между точками наблюдений. В связи с этим, внедрение геоинформационных технологий (ГИС) становится необходимым инструментом для интеграции разрозненных данных, моделирования процессов и оценки геоэкологических рисков [2-5].

Целью данной работы является разработка и апробация методики оценки геоэкологического риска в бассейне реки Уфа на основе ГИС-технологий, учитывающей гидрологические характеристики водосбора и структуру антропогенной нагрузки.

Научная новизна исследования заключается в комплексировании данных гидрохимического анализа с морфометрическими параметрами водосбора в единой геоинформационной среде для количественной оценки рисков.

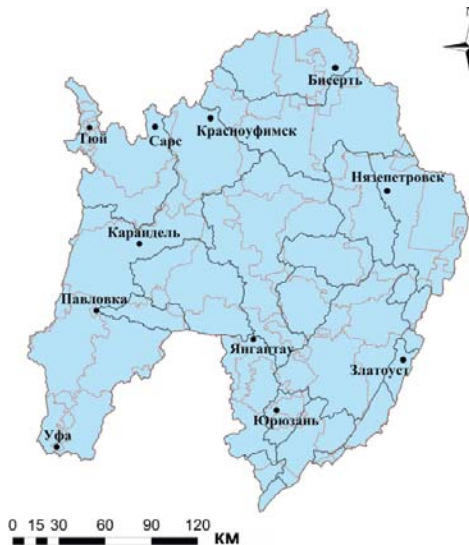


Рисунок 1 – Карта схема водосборного бассейна р. Уфы: красные линии – административно-территориальные границы; черные линии – границы водосборных бассейнов

Материалы и методы исследования. Характеристика района исследований Бассейн реки Уфа расположен в пределах Предуралья и западных склонов Среднего и Южного Урала. Площадь водосбора составляет около 53100 км². Гидрографическая сеть характеризуется высокой густотой, питание реки смешанное, с преобладанием снегового. Река протекает через несколько геологических структур, что обуславливает естественную минерализацию вод, которая накладывается на техногенное загрязнение [6].

Для выполнения работы использовались следующие данные:

- гидрохимические данные территориального управления Росгидромета по Республике Башкортостан и Свердловской области за период 2018-2023 гг. (концентрации нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, цинка, сульфатов);
- цифровые модели рельефа (SRTM, ASTER GDEM) с разрешением 30 м;
- космические снимки Landsat 8 и Sentinel-2 для классификации землепользования;
- векторные слои инфраструктуры (промышленные объекты, населенные пункты, очистные сооружения).

Методология ГИС-моделирования Оценка геоэкологического риска проводилась в программной среде ArcGIS Pro и QGIS. Методика включала следующие этапы:

Делимитация водосбора. Автоматическое выделение границ бассейна и гидрографической сети на основе ЦМР.

Пространственная интерполяция. Для построения полей концентраций загрязняющих веществ использовался метод кригинга (Kriging), позволяющий учесть пространственную автокорреляцию данных [7].

Оценка антропогенной нагрузки. Рассчитывался интегральный индекс нагрузки по формуле:

$$I_{load} = \sum_{i=1}^n (W_i \times K_i)$$

где W_i – весовой коэффициент типа землепользования (промышленность, сельское хозяйство, урбанизация); K_i – плотность источников загрязнения на единицу площади.

Моделирование риска. Карта риска (RR) формировалась как произведение карты уязвимости водных объектов (V) и карты опасности (H):

$$R = V \times H$$

Уязвимость определялась на основе уклона местности, типа почв и близости к водоохранной зоне. Опасность определялась на основе гидрохимических данных и плотности источников сброса.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных мониторинга показал, что наиболее критичными загрязнителями для реки Уфа являются нефтепродукты и сульфаты. Максимальные концентрации фиксируются в створах ниже городов Красноуральск, Карабаш и в черте г. Уфа.

С помощью геостатистического анализа построены карты распределения индекса загрязнения воды (ИЗВ). Интерполяция выявила зоны транзитного пере-

носа загрязнений, которые не фиксируются стационарными постами. В частности, установлено, что в межень (август-сентябрь) шлейф загрязнения от промышленных узлов распространяется на 40–60 км вниз по течению, что связано со снижением расходов воды и уменьшением разбавляющей способности потока.

Классификация землепользования по данным ДЗЗ позволила выделить три основных типа нагрузочных зон:

1. Горнопромышленная зона (север бассейна). Характеризуется высоким содержанием тяжелых металлов в стоке. Площадь зоны составляет около 15% от водосбора.
2. Аграрная зона (центральная и южная часть). Основной источник - биогенные элементы (азот, фосфор) и пестициды с поверхностным стоком.
3. Урбанизированная зона. Локальные очаги высокого риска, связанные с ливневыми стоками и коммунальными стоками.

В результате наложения слоев уязвимости и опасности была получена интегральная карта геоэкологического риска бассейна р. Уфа (рис. 2).

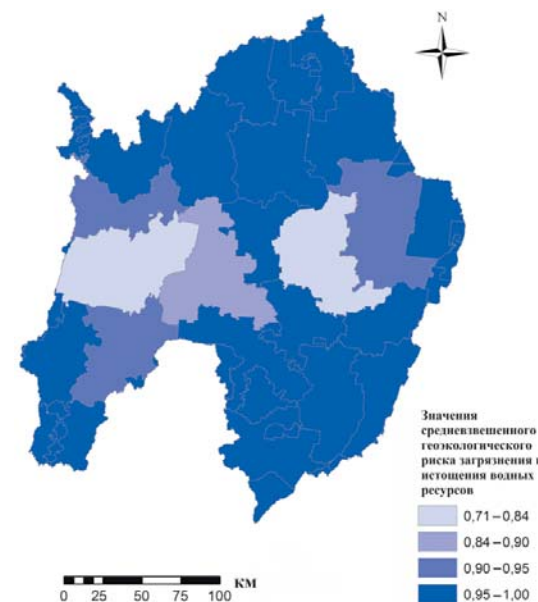


Рисунок 2 – Карта геоэкологического риска бассейна реки Уфа

Важным результатом исследования стала корреляция уровней риска с гидрологическими фазами. В период весеннего половодья площадь зон высокого риска увеличивается на 25% за счет затопления пойменных территорий, где аккумулированы загрязнители предыдущих лет. ГИС-моделирование позволило спрогнозировать зоны вторичного загрязнения при подъеме уровня воды, что

имеет важное значение для прогнозирования качества воды в водозаборах [8-10].

Анализ чувствительности модели показал, что наибольший вклад в погрешность оценки вносит неоднородность данных о точечных источниках сброса. Использование данных дистанционного зондирования для выявления несанкционированных врезок в коллекторы позволило скорректировать карту опасности в урбанизированных зонах.

Заключение. Применение геоинформационных технологий для оценки геоэкологического риска в бассейне реки Уфа позволило перейти от дискретного анализа к непрерывному пространственному моделированию.

Основные выводы исследования:

1. Разработанная методика ГИС-оценки риска учитывает как статические параметры (ландшафт, землепользование), так и динамические гидрологические характеристики (расход воды, фазы режима).

2. Выявлено, что 25% территории бассейна находится в зоне высокого и критического геоэкологического риска, что требует приоритетных природоохранных мероприятий.

3. Установлена прямая зависимость между морфометрическими характеристиками притоков (уклон, длина) и скоростью миграции загрязняющих веществ, что позволяет прогнозировать время достижения загрязнением водозаборных узлов.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных карт для обоснования водоохраных зон, оптимизации размещения постов мониторинга и разработки схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО). Дальнейшие исследования планируется направить на внедрение гидрологических моделей (например, SWAT) в ГИС-среду для прогнозирования рисков в условиях климатических изменений.

Список литературы

1. Каримова Л. Р. Исторический анализ особенностей гидрологического режима реки Белая в период весеннего половодья 1964, 1995 и 2024 годов // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17. – №. 2. – С. 71.

2. Перминов, А. В. Мировой водный баланс и водные ресурсы земли, водный кадастр и мониторинг водных объектов : учебное пособие / А. В. Перминов, Г. Х. Исмаилов, И. Г. Исмаилова. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2025. – 318 с. – ISBN 978-5-466-11176-7. – EDN GYEVVV.

3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621366 Российской Федерации. «Мониторинг качества воды в реках с применением ГИС карт» : заявл. 14.03.2025 : опубл. 26.03.2025 / И. В. Глазунова, С. А. Соколова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN PLMNAU.

4. Маркин, В. Н. Обоснование водохозяйственных мероприятий в бассейне реки : Учебное пособие / В. Н. Маркин, Л. Д. Раткович, С. А. Соколова. – Москва : Московский государственный университет природообустройства, 2014. – 71 с. – ISBN 5-89231-111-2. – EDN CCRPMH.

5. Алали, Х. Использование современных ГИС-технологий при анализе гидрологических данных для реки Ал Кабир Ал Шамали в Сирии / Х. Алали, А. В. Перминов // Гидротехниче-

ское строительство. – 2024. – № 4. – С. 49-54. – DOI 10.34831/EP.2024.57.90.006. – EDN MVOLRE.

6. Опыт компьютерного моделирования паводкового стока реки Кубань к Краснодарскому водохранилищу на основе модели DWAT / А. В. Перминов, О. С. Ермолаева, Е. В. Кузнецова, В. В. Ильинич // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 107-113. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-4-107-113. – EDN FCEYGG.

7. Галушин, Д. А. Пространственное моделирование и анализ химического состава осадков на основе метода кригинга (на примере Иркутской области) / Д. А. Галушин, С. А. Громов // Успехи современного естествознания. – 2024. – № 11. – С. 30-38. – DOI 10.17513/use.38329. – EDN GOBXQB.

8. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024620950 Российской Федерации. «Современные технические решения по предупреждению и ликвидации последствий наводнений с применением ГИС технологий» : № 2024620634 : заявл. 20.02.2024 : опубл. 28.02.2024 / И. В. Глазунова, Х. Кабтул, С. А. Соколова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN PXETUI.

9. Соколова, С. А. Комплексная оценка экологического состояния реки Москвы / С. А. Соколова, С. А. Мухамедзянова // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 375-379. – EDN SVCMHA.

10. Глазунова, И. В. Технические решения при проектировании биоинженерных сооружений для улучшения качества вод / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, Л. Д. Раткович. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2024. – 87 с. – ISBN 978-5-907884-28-1. – DOI 10.47581/2024.Glazunova-Sokolova-01. – EDN UFHGGO.

МУХАМЕТДИНОВ АЙРАТ МИДХАТОВИЧ, к.т.н., доцент

БОРИСОВ ИШБУЛАТ ОЛЕГОВИЧ, студент

ВЛАСОВ ИГОРЬ ВИТАЛИЕВИЧ, магистрант

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, Россия

(e-mail: airat102@mail.ru, vlasovigor887@gmail.com, borisov_ish@mail.ru)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

КАТУШКИ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

В статье рассматривается компьютерное трехмерное моделирование катушки.

Ключевые слова: катушка высевающего аппарата, трехмерное моделирование, 3D-принтер.

Сведения об источниках финансирования. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10070, <https://rscf.ru/project/23-76-10070/>.

В современных условиях создание новых и ремонт существующих образцов посевной техники тесно связано с применением технологий компьютерного трехмерного моделирования [1,2]. Высевающий аппарат является ключевым компонентом посевных комплексов, обеспечивающим высокоточное и эффективный высев. Семена таких культур как подсолнечник обладают повышенны-

ми абразивными свойствами. В период активной эксплуатации наблюдается повышенный износ катушек высевающего аппарата. Семена гороха имеют жесткую структуру, что приводит к поломке желобков катушек. Это происходит из-за особенностей физико-механического состава семян и удобрений. Проведя обзор конструкций высевающих аппаратов выявлена высокая стоимость катушек. Так катушка John Deere высевающая зеленая стоит от 5 до 7,5 тыс. рублей. При этом на один посевной комплекс необходимо от 6 до 12 катушек, что составляет от 60 до 90 тыс. руб.

Предлагается изготовление катушек на 3-D принтере. Ориентировочная цена, разрабатываемая предлагаемой катушки при изготовлении на 3-D принтере не превысит 1 тыс. руб., что дешевле в 5 раз. Разрабатывается модель катушки для равномерного высева мелкосеменных культур.

На рисунке 1 представлена трехмерная модель катушки.

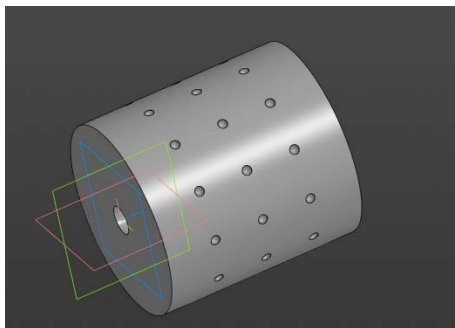


Рисунок 1 – Трехмерная модель катушки



Рисунок 2 - 3D-принтер

Трёхмерную модель катушки позволяет более точно высевать мелкосеменные культуры за счёт того, что семена попадают в ячейки катушки. На рисунке 2 представлена фотография 3D-принтера. В дальнейшем планируется импортрование трехмерной модели катушки в программный комплекс RockyDEM для проведения многовариантных расчетов и обоснования оптимальных геометрических параметров. Для проведения лабораторных испытаний необходимо изготовить экспериментальный образец. В дальнейшем для печати планируется импортрование трехмерной модели катушки в программный комплекс 3D-принтера.

Для изготовления катушки будет использоваться 3D-принтер FlashForge Adventurer 5M. Максимальная скорость печати: до 600 мм/с. При этом область печати: 220 мм- 220 мм 220 мм позволяет изготавливать катушку с заданными размерами.

В дальнейшем планируется проведение лабораторных испытаний с экспериментальным образцом катушки с высевом различных культур. При этом будет оцениваться износ и работоспособность разработанной катушки.

Список литературы

1. Тернерсесян, В. С. Разработка высевающей системы пропашной сеялки на основе цифрового двойника / В. С. Тернерсесян, В. Х. Имангулов, И. М. Фархутдинов // Студент и аграрная наука: материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции, Уфа, 05–06 марта 2024 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2024. – С. 92-96. – EDN LLNONK.
2. Мухаметдинов, А.М. Применение программных комплексов при разработке рабочего органа для обработки почвы /Мухаметдинов А.М.// в сборнике: Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства. 2019. С. 84-88.
3. Мударисов, С. Г. Обзор параметров и моделей контактов для моделирования семян и гранулированных удобрений методами дискретных элементов / С. Г. Мударисов, А. М. Мухаметдинов, И. М. Фархутдинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 197. – С. 58-85. – DOI 10.21515/1990-4665-197-008. – EDN HRJSZQ.
4. Мударисов, С. Г. Обзор параметров и моделей контактов для моделирования семян и гранулированных удобрений методами дискретных элементов / С. Г. Мударисов, А. М. Мухаметдинов, И. М. Фархутдинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 197. – С. 58-85. – DOI 10.21515/1990-4665-197-008. – EDN HRJSZQ.
5. Мухаметдинов, А. М. Калибровка физико-механических параметров гранулированных минеральных удобрений при создании цифровых двойников / А. М. Мухаметдинов, М. М. Ямалетдинов, И. М. Фархутдинов // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича: Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 545-550. – EDN RRMKGG.

МЯМЛИН АЛЕКСАНДР АРТЕМОВИЧ, студент

Научный руководитель –

БУНЕЕВ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

(e-mail: myamlin.51@gmail.com)

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ

В данной статье рассматриваются возможности и преимущества применения аппарата нечеткой логики для автоматизации процессов управления зерноуборочными комбайнами. Анализируются проблемы функционирования техники в условиях высокой неопределенности входных данных, таких как изменчивость характеристик зерновой массы, рельефа поля и климатических условий. Предлагаются подходы к созданию интеллектуальных систем управления, позволяющих адаптировать рабочие параметры комбайна (скорость движения, настройки молотильного аппарата) в реальном времени для снижения потерь зерна и повышения общей эффективности уборки.

Ключевые слова: нечеткая логика, зерноуборочные комбайны, автоматическое управление, интеллектуальные системы, лингвистические переменные, оптимизация уборки, сельское хозяйство.

Переход к концепции «Сельское хозяйство 4.0» требует внедрения интеллектуальных САУ (систем автоматического управления). Зерноуборочный комбайн - стохастическая система, работа которой зависит от множества переменных (влажность, рельеф, густота посева).

Традиционные ПИД-регуляторы и корреляционно-регрессионные модели оказываются малоэффективными из-за высокой нелинейности процесса и сложности математического описания объекта в реальном времени.

В этих условиях оправдано применение аппарата нечеткой логики Лотфи Заде, позволяющего формализовать эмпирический опыт оператора в цифровые алгоритмы управления.

В отличие от бинарной логики, концепция нечетких множеств использует непрерывный спектр значений. Это позволяет оперировать качественными оценками («высокая скорость», «оптимальная загрузка») вместо жестких числовых параметров. Типовой нечеткий контроллер включает четыре этапа:

1. Фаззификация: Преобразование четких сигналов датчиков (загрузка двигателя, потери) в значения функций принадлежности.

2. База знаний: Набор логических правил «ЕСЛИ... ТО...», основанных на экспертном опыте.

3. Логический инференс: Формирование нечетких решений на основе базы правил.

4. Дефаззификация: Перевод нечеткого вывода в конкретную команду (например, изменение тока на гидроклапане привода).

Нечеткая логика интегрируется в управление основными рабочими узлами.

Цель — максимизация производительности при соблюдении лимита потерь. Алгоритм предотвращает как недогрузку машины, так и перегрузку молотилки, ведущую к выбросу зерна в солому.

- Входные параметры: Нагрузка на двигатель (CAN-шина), уровень потерь (акустические датчики), пропускная способность (давление в гидросистеме жатки).

- Управляющее воздействие: Изменение скорости хода.

- Пример правила: «ЕСЛИ потери НИЗКИЕ и загрузка двигателя СРЕДНЯЯ, ТО скорость СУЩЕСТВЕННО УВЕЛИЧИТЬ».

Система обеспечивает поддержание заданного зазора между режущим аппаратом и почвой на неровном рельефе. Нечеткая логика позволяет эффективно «отфильтровывать» шумы датчиков и микрорельеф, обеспечивая плавное копирование поверхности без резких скачков и повреждений ножей.

Эффективность сепарации напрямую влияет на качество зерна в бункере. Нечеткий контроллер в данном узле анализирует данные компьютерного зрения и датчиков влажности, динамически регулируя частоту вращения вентилятора и зазоры решет для достижения максимальной чистоты вороха.

Наиболее востребованным в агроинженерии является алгоритм Мамдани, позволяющий описывать логику управления на естественном языке. Примеры правил:

1. «ЕСЛИ потери и засоренность ВЫСОКИЕ, ТО скорость НИЗКАЯ».

2. «ЕСЛИ потери МИНИМАЛЬНЫЕ и засоренность ОТСУТСТВУЕТ, ТО скорость МАКСИМАЛЬНАЯ».

Заключительный этап — дефаззификация методом центра тяжести. Она переводит нечеткий вывод в конкретный числовой сигнал (например, изменение подачи топлива). Это гарантирует плавность регулирования и исключает рывки, характерные для простых релейных систем.

1. Помехоустойчивость: Алгоритмы естественным образом фильтруют «шумы» акустических датчиков, вызванные вибрацией узлов комбайна.

2. Экономия топлива: Оптимизация нагрузки на силовой агрегат снижает расход горючего на 10–15%.

3. Эргономика: Автоматика поддерживает стабильный темп работы в течение всей смены, нивелируя фактор усталости оператора.

4. Качество обмолота: Точная настройка зазоров подбарабана минимизирует дробление и повреждение зерна.

Применение аппарата нечеткой логики в автоматизации зерноуборочной техники - это стратегически важное направление агрокибернетики. Технология позволяет успешно управлять сложными биолого-техническими комплексами в условиях высокой неопределенности.

Реализация подобных инноваций способствует не только росту качества продукции, но и значительному повышению рентабельности всего сельскохозяйственного предприятия.

Список литературы

1. Борисова, Л. В. Принятие решений по технической регулировке комбайна на основе нечёткого логического вывода / Л. В. Борисова // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2007. — Т. 7, № 3 (34). — С. 292—298.
2. Борисова, Л. В. Некоторые аспекты решения задачи по выбору значений регулируемых параметров комбайна на основе нечётких знаний / Л. В. Борисова, Н. М. Сербулова, А. В. Авилон // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2009. — Т. 9, № 4 (43). — С. 691—696.
3. Димитров, В. П. О формализации задачи технической регулировки комбайна / В. П. Димитров, Л. В. Борисова // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2008. — Т. 8, № 2 (37). — С. 145—155.
4. Тугенгольд, А. К. Корректировка технологических регулировок на основе нечёткого логического вывода / А. К. Тугенгольд, Л. В. Борисова, В. П. Димитров // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2009. — Т. 9, № 3 (42). — С. 419—426.
5. Паршин, Д. Я. Многопараметрическая система адаптивного управления зерноуборочным комбайном / Д. Я. Паршин, Д. Г. Шевчук // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2011. — Т. 11, № 10 (61). — С. 1817—1823.

НЕСТЕРЕНКО ЕЛИЗАВЕТА ДМИТРИЕВНА, студент

НЕСТЕРОВИЧ ИЛЬЯ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ, студент

ШМЕЛЕВ ЕЛИСЕЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ, студент

ПЛОТНИКОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ, доцент

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

В работе дается анализ относительно проблем в моделировании агропромышленных систем с применением информационных технологий.

Ключевые слова: агропромышленная система, моделирование.

В современных условиях разрабатываются модели, ориентированные на различные агропромышленные системы на основе информационных технологий. Аналитические подходы позволяют продемонстрировать эффективность применения обоснованных методик, представляющих практический интерес для данной отрасли. Подобные оценочные процедуры успешно реализуются с учетом имитационного моделирования [1, 2].

В данной публикации особый интерес представляет анализ ключевых параметров математического моделирования применительно к агропромышленным комплексам. При выборе внутренних критериев формируются соответствующие комплекты показателей, используемых в моделях [3]. Выделяется группа характеристик, необходимых для описания динамики функционирования аг-

рарных систем. Эти характеристики внедряются в имитационные модели. Также применяются иные наборы параметров, актуальные для самоорганизующихся моделей тех же систем — возможны различные варианты реализации [4].

Вариант 1. Внутри имитационной модели отсутствуют определённые факторы, однако те, которые считаются значимыми, автоматически учитываются компьютером [5]. Исследователь не вносит их выборочно, что обеспечивает создание модели с оптимальной структурой, способной к саморегуляции. Её формирование осуществляется на основе имеющихся данных, полученных при изучении агропроизводства. В результате имитационная модель оказывается простой по устройству, однако её соответствие реальности не устанавливается [6].

Вариант 2. Модель содержит избыточное количество факторов. Тем не менее, даже в таком случае экспертиза признаёт её потенциально адекватной.

Вариант 3. В процессе построения имитационной модели [7, 8] одновременно отсутствуют ключевые характеристики, выявляются незначительные признаки. Такую модель считают недостаточно достоверной.

Вариант 4. Отмечаются совпадения между имитационными и самоорганизующимися моделями.

Исследователи считают имитационную модель соответствующей требованиям. Оценка её адекватности для вариантов 2 и 4 проводится с учётом внешних критериев. В качестве перспективного показателя на текущем этапе выступает количество внедрённых инновационных подходов [9], способных формировать научное представление о развитии аграрно-промышленных комплексов. Для этого применяется математическое моделирование, воспринимаемое как своего рода эксперимент — такой же, как в естественных науках. Подобный подход позволяет выделить самостоятельную область исследований с особыми методами [10].

Оценивать адекватность моделей как единую общую черту для всех типов затруднительно. Существует множество работ, посвящённых вопросам проверки соответствия математических моделей реальности, особенно в контексте агропромышленных систем. Анализ этих моделей позволяет устанавливать их экологическую и праксеологическую пригодность. Далее различают два ключевых аспекта: качество адекватности — соответствие отображения и модели внутренней структуре и механизмам функционирования системы — и праксеологичность — степень пригодности модели для решения практических задач: прогнозирования, управления и других.

Такое деление обусловлено различием технологий построения моделей, особенностями используемых данных, целями моделирования и другими факторами. Учитывая, что любые математические модели могут быть сведены к четырём базовым типам (вербальному, функциональному, эскизному и имитационному), для второго типа имеет смысл говорить лишь об условной практической полезности, поскольку модели «вход – выход» зачастую не передают ни структуры, ни механизмов работы агропромышленных объектов.

Подобные модели полезны на практике благодаря высокой точности предсказаний, однако их соответствие реальности ограничено. В отличие от этого, аналитические модели строятся с целью сведения исходной системы к ключевым взаимосвязям за счёт существенных упрощений, что позволяет выделить наиболее важные закономерности. Эти упрощения порой бывают значительными. Рассматриваемые модели опираются исключительно на априорные данные и предназначены для интерпретации природных явлений, поэтому в таких случаях особое значение имеет оценка гносеологической адекватности. Что касается имитационных моделей, то здесь одновременно проявляются оба аспекта — общая адекватность и праксеологическая эффективность. Высокая точность прогнозов достигается за счёт детального воспроизведения структуры и принципов работы агропромышленных систем. Оценочные критерии, относящиеся как к адекватности, так и к праксеологичности, разнообразны и подразделяются на две основные группы — внутренние и внешние. Первые формируются на основе имеющихся данных, использовавшихся при построении модели, вторые применяются для получения новых знаний.

Список литературы

1. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.
2. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.
3. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.
4. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
5. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
6. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN PHYJEA.
7. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
8. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTNZG.
9. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.

10. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ, профессор
КЛЮЧНИКОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент
БЕГЛАРЯН САМВЕЛ ЮРЬЕВИЧ, студент
ЛЯМЗИН ИЛЬЯ СЕРГЕЕВИЧ, студент
 Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В работе дается анализ проблем управления в агропромышленной компании на основе информационных технологий.

Ключевые слова: агропромышленная компания, управление.

Устойчивое развитие различных российских агроиндустриальных предприятий и организаций с привлечением информационных технологий опирается на определённые условия. В условиях агропромышленного сектора важно учитывать проявления нестабильности в деятельности [1]. Иногда наблюдается снижение финансовой результативности, а также наличие рисков, обусловленных невысокой инвестиционной привлекательностью. На рынке активно проявляется конкуренция — как со стороны российских, так и зарубежных игроков. Кроме того, в отдельных случаях отмечается значительное изнашивание технического оснащения. Важно применять современные информационные технологии [2]. В структуре компаний проводятся мероприятия по реструктуризации, направленные на объединение в корпоративные группы. При этом учитываются технологические взаимосвязи, проводится сравнительный анализ однотипной продукции. Возникают сложности в управлении крупномасштабными агропромышленными холдингами, созданными недавно. Выделим ключевые вызовы:

- Рост объёмов финансовых потоков;
- Повышение разнообразия объектов управления [3];
- Отсутствие надёжных коммуникаций между элементами системы управления, что усложняет информационный обмен;
- Недостаточная реализация централизованных моделей финансового обеспечения;
- Острая потребность в формировании единой методологии управления в подразделениях, занимающихся производством агропродукции.

Эксперты подчеркивают важность создания комплексной информационной системы, способной оказывать поддержку процессам принятия управленческих

решений [4], особенно в части распределения корпоративных финансовых средств.

При анализе существующих моделей корпоративного управления выделяют несколько типологических подходов. К ним относятся англо-американская, германская и японская модели. Четвёртый вариант связан с рассмотрением специфики управления в условиях различных уровней риска — от минимального до значительного.

Корпоративные системы стремятся к достижению определённых целей: обеспечение максимальной прибыли для акционеров, поддержание высокой рыночной капитализации компании, равное соблюдение прав всех владельцев акций. При оценке рисков применяется их дифференцированная классификация — от низкого до высокого уровня.

Особое внимание уделяется решению многокритериальных задач [5], направленных на повышение стоимости собственного капитала, рост доходов собственников и усиление эффективности элементов корпоративного управления. Возможны стратегии, ориентированные на устойчивое развитие при сохранении достигнутых показателей, а также на достижение лидерства за счёт расширения объёмов реализации продукции либо внедрения передовых технологий [6]. Агроиндустриальные предприятия, попадающие в третью категорию риска, могут ставить цель выхода на уровень безубыточности в сжатые сроки.

Для реализации таких задач необходимы механизмы, обеспечивающие реальную финансовую отдачу от управления. Такие инструменты способны активизировать внутренние ресурсы компании, повысить её финансовый потенциал и улучшить устойчивость деятельности. Успешное регулирование сложных внутренних структур и учёт внешних влияний становятся ключевыми условиями формирования эффективной системы [7] корпоративного управления.

При работе с корпоративными ресурсами обязательно использование корпоративных информационных платформ, обеспечивающих поддержку управленческих решений с учётом особенностей автоматизированной обработки различных бизнес-процессов. Действие осуществляется согласно установленным нормативным актам и правилам. Применяются результаты статистической обработки данных и средства текущего контроля за ходом работы. Развиваются способы и характеристики, повышающие эффективность вычислительных систем [8]. Улучшаются различные сетевые технологии и архитектуры, ориентированные на передачу информации. Обеспечивается интеграция ПК с различным аппаратным обеспечением [9], что позволяет повысить производительность корпоративных информационных систем и расширить их функциональные возможности. Такое положение дел требует качественной подготовки персонала, включая уровень владения профессиональным языком. В качестве ключевого элемента управления выступают процессы формирования решений, влияние которых оказывается на деятельность организации [10]. Среди используемых подходов — методы, основанные на моделировании организации как совокупности взаимосвязанных ресурсов, каждому из которых присвоен ответственный

собственник. Реализуется описание всех этапов деятельности в форме операций, отображающих перемещение ресурсов между участниками.

Список литературы

1. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTHZG.
2. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.
3. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
4. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.
5. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
6. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.
7. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.
8. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN PHYJEA.
9. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
10. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ, профессор
МИТЮКОВ ФЕДОР АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
ПОНОМАРЕВА СВЕТЛАНА АЛЕКСЕЕВНА, студент
УСТЮЖАНИН ОЛЕГ РОМАНОВИЧ, студент
 Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В работе дается анализ возможностей управления в агропромышленных компаниях с привлечением информационных технологий.

Ключевые слова: агропромышленная компания, управление.

Современные российские агропромышленные предприятия в условиях конкуренции сталкиваются с рядом трудностей. У отдельных организаций наблюдается нестабильная деятельность, снижение уровня финансовой отдачи, что негативно сказывается на инвестиционной привлекательности. Острая нехватка ресурсов усиливает вызовы в текущей ситуации, что требует расширения внутреннего производства — особенно актуально в контексте импортозамещения [1, 2]. При этом требуется привлечение информационных технологий.

Для решения указанных задач порой проводится реорганизация агропромышленных компаний путём их объединения в масштабные структуры. При этом учитываются факторы технологического родства, а также качество выпускаемой продукции. Эффективное управление такими объединениями предполагает разработку специальных подходов [3, 4]. Они основываются во многих случаях на информационных технологиях.

Осуществление мероприятий по программам осуществляется в рамках конкретных организационных, экономических и иных сред. Это обеспечивает стабильное функционирование необходимых ресурсов. Широко используются базы знаний, ориентированные на внедрение инновационных решений, развитие процессов и другие направления.

Успешность реализации программ зависит от чёткости планирования. Ключевым становится балансировка ресурсов, системность выполнения задач, формирование долгосрочных стратегических установок [5, 6].

Необходимо учитывать масштаб и направленность программ, которые напрямую зависят от особенностей внешней среды, в первую очередь — от роли информационных элементов. Отсутствие четкой структуры в информационной среде влечёт за собой непредсказуемость процессов, что может привести к потере управления программой. Возникает риск повышения неопределённости в достижении поставленных целей. Если же в окружающей среде отсутствуют варианты выбора, это свидетельствует о снижении эффективности работы программ.

Для неё становятся заметными неэффективные режимы работы, обусловленные отсутствием необходимого результата в используемых технологиях. Среди работников присутствует недостаточная квалификация, а при доставке комплектов возникают значительные риски. Уравниваются преимущества перспективных программ. Корпоративные информационные системы оказываются эффективными при автоматизации внутренних управленческих процессов [7, 8]. Все элементы инфраструктуры предприятия доступны для анализа через такую систему, которая обеспечивает управление информационными потоками [9, 10]. Система состоит из нескольких компонентов.

— Формирование информационной модели осуществляется на основе алгоритмов работы ИС, опираясь на стандартные формы документов и прочие документальные элементы.

— Эволюция информационных моделей регулируется установленными правилами.

— Критически важным является учёт человеческих ресурсов.

— Характеристики системы напрямую зависят от программного обеспечения.

— Наличие специфики в правилах настройки параметров информационных ресурсов.

— Аппаратное обеспечение также оказывает существенное влияние на свойства системы.

Обеспечивается поддержка принятия управленческих решений в рамках корпоративных информационных систем. Запускаются различные автоматизированные процедуры. Работа системы основана на соблюдении нормативно-информационных документов. Процедуры принятия решений рассматриваются как ключевой элемент управления. По итогам анализа можно оценить воздействие на производственные системы. Компоненты процессов принятия решений регистрируются, что достигается благодаря использованию определённых технологий. Отдельные элементы закрепляются за конкретными структурными единицами организации. Различаются долгосрочные решения, связанные с стратегическими направлениями, и оперативные — с текущей деятельностью. В последнем типе выделяются характерные рабочие процессы.

Проводится сбор данных, за которым следует мониторинг. Формируются управленческие решения, которые подлежат исполнению — осуществляется их реализация с последующим учётом, контролем, анализом, оценкой результатов, мотивацией и корректировкой деятельности. При этом в рамках стратегического управления происходят различные этапы: первоочередной — проведение стратегического анализа, далее — формулировка стратегии компании. Разрабатывается стратегическая программа, которая в дальнейшем будет раскрыта более подробно. Компоненты стратегического анализа могут отличаться в зависимости от условий; при этом проводится исследование внешних факторов, а также внутренних особенностей организации. Реализуются действия по управленческому аудиту, изучаются возможности конкурентов.

В современных условиях организация управления без внедрения передовых информационных систем становится малопродуктивной. Информационная система хранит сведения об объектах, необходимых для функционирования предприятия, при этом применяя цифровые технологии для трансформации данных в структурированные потоки информации, доступные сотрудникам. Необходимо применять актуальные подходы к обучению персонала. Уровень эффективности автоматизированного процесса напрямую связан со степенью интеграции технологий в различные области деятельности компании — этот фактор важен для организаций любого размера и формы собственности. Управление современным предприятием сложно реализовать без учета разнообразия используемых ресурсов. К ключевым задачам управления относятся планирование, координация, контроль, анализ и оценка производственной активности, выполняемые по всем направлениям деятельности аграрно-промышленного комплекса.

Обсуждаются вопросы, касающиеся построения системы управления, установления ключевых бизнес-процессов. Эффективная работа обеспечивается за счёт использования корпоративных информационных систем, позволяющих автоматизировать множество рутинных задач, хотя полное покрытие всех процессов, связанных с принятием решений, в них невозможно.

Список литературы

- Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
- Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTNZG.
- Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.
- Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.
- Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
- Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN PNYJEA.
- Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
- Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск,

22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.

9. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.

10. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ, профессор
КЛЮЧНИКОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент
БЕГЛАРЯН САМВЕЛ ЮРЬЕВИЧ, студент
ЛЯМЗИН ИЛЬЯ СЕРГЕЕВИЧ, студент
 Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВНУТРИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ

В работе рассматриваются возможности оптимизации в агропромышленных компаниях.

Ключевые слова: агропромышленная компания, оптимизация.

В аграрно-промышленных корпорациях активно применяются методы реинжиниринга, предполагающие глубокую переоценку и кардинальное перестраивание бизнес-процессов на основе информационных технологий. Такой подход позволяет добиться значительных улучшений, напрямую влияющих на ключевые метрики эффективности в современной хозяйственной деятельности. Оцениваются такие параметры, как расходные статьи, уровень надежности продукции, качество сервиса и скорость выполнения операций [1, 2].

Центральное место в рамках реинжиниринга на основе информационных технологий занимают определение и модернизация основных бизнес-процессов. Их существенные изменения направлены на достижение целевых результатов и повышение общей производительности [3].

В текущих рыночных условиях эффективность работы агропромышленных организаций во многом зависит от состояния управленческих систем [4, 5]. Для обеспечения устойчивости требуется гармоничная интеграция всех компонентов системы управления. Подсистемы, ответственные за финансовый контроль, кадровое планирование, распределение производственных ресурсов, а также гарантии качества продукции и соблюдение экологических стандартов, охраны труда и минимизации рисков, должны функционировать согласованно [6, 7].

Реинжиниринг на основе информационных технологий выступает мощным механизмом оптимизации, обеспечивающим согласованность и эффективность бизнес-процессов внутри различных звеньев агропромышленного предприятия. Он оказывает прямое воздействие на общее управление компанией [8].

Процесс реинжиниринга условно делится на две составляющие. Первая — анализ существующих стратегий развития, включая оценку конкурентной позиции организации. Вторая — проектирование новых направлений стратегического развития. Инженерный подход здесь предусматривает взаимодействие обратных и прямых циклов. Обратные процессы позволяют проводить всесторонний анализ деятельности компаний через единую систему управления, с обязательным применением диагностических процедур для мониторинга динамики бизнес-процессов [9].

Прямые процессы связаны с подготовкой и структурированием исходных данных, что необходимо для разработки актуальных конкурентных стратегий. На основе этих данных формируются новые организационные структуры, ориентированные на ключевые бизнес-процессы.

В рамках процессов второго типа разрабатываются новые конкурентные стратегии, ориентированные на работу с агропромышленными корпорациями на основе информационных технологий. Следовательно, особое внимание следует уделить изучению инновационных преобразований. Конкуренция сегодня основывается на инновационных решениях, реализуемых за счет применения методов непосредственного инжиниринга. Проводится проектирование структур ключевых бизнес-процессов предприятия, а также формулируются способы финансового обеспечения этих решений.

Показатели эффективности реинжиниринга в рамках бизнес-процессов будут повышены. Развивается система создания, внедрения и использования большого числа новшеств — в основном технологического плана. Критически важным является развитие элементов интеллектуальной собственности.

Сравнительный анализ процедур наглядно показывает преимущества первого подхода при формировании баз данных, особенно при проектировании новых конкурентных моделей. Во втором же случае акцент смещается на разработку инновационных стратегий для аграрных производств. Подавляющее количество мер, проводимых в ходе реинжиниринга, имеет выраженную инновационную направленность [10]. Такие инициативы предполагают последовательное выполнение нескольких согласованных этапов.

На первоочередном этапе осуществляется анализ текущих бизнес-процессов с учётом имеющихся конкурентных позиций организаций. Данный этап подразумевает проведение комплекса аналитических исследований при использовании технологии обратного инжиниринга уже существующих конкурентных практик аграрных компаний.

По итогам этой стадии проводится детальная анализированная оценка бизнес-процессов — как количественная, так и качественная. В частности, выполняется всесторонний анализ достоинств и недостатков компании, а также выявление потенциальных угроз и возможностей её деятельности.

Для проведения подобного анализа в сфере стратегического управления целесообразно использовать такие методики, как SWOT-, PEST-, SNW-анализы, а также комплексные подходы, включающие системный анализ деятельности предприятия. При этом особое внимание уделяется диагностике структуры управления компанией, учитывающей уровень развития её инновационного, производственного и интеллектуального потенциалов. Для объективной оценки ключевых характеристик необходимо:

— проанализировать отдельные функциональные стратегии агропромышленного предприятия (маркетинговые, инновационные, производственные, финансовые и др.) с расчётом на их компоненты;

в качестве иллюстрации — количественная оценка финансовой стратегии через определённые процедуры, включая расчёт коэффициентов текущей ликвидности, обеспеченности за счёт внутренних источников капитала, финансовой устойчивости и аналогичных показателей; полученные данные сверяются с установленными нормативами либо интерпретируются с позиций трендового анализа;

— провести оценку качества и конкурентоспособности выпускаемой ранее продукции, а также инжиниринговых услуг, с учётом условий послепродажного сервиса;

— исследовать обеспечение компании ресурсами, выявить издержки, связанные с разработкой продукции, классифицируя их по видам, статьям расходов, а также учитывая способы формирования и зоны ответственности;

— осуществить оценку уровня рисков по различным направлениям деятельности агропромышленного предприятия, а также определить общий масштаб рисков, присутствующих в бизнесе.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
2. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
3. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTNZG.
4. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.
5. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.

6. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.

7. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN RHYJEA.

8. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.

9. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информатика и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.

10. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.

СГРАБИЛОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
КУРАЛЕСИН ВЯЧЕСЛАВ ВИКТОРОВИЧ, к.т.н., доцент
Колледж Воронежского института высоких технологий,
г. Воронеж, Россия
(e-mail: v.kuralesin@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ХОЗЯЙСТВАХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ

Разработка экспертной системы для технологического аудита систем точного земледелия требует учета комплекса факторов, влияющих на их внедрение в хозяйствах различного уровня. В работе на основе анализа научных источников выявлены многоуровневые барьеры внедрения, включающие индивидуальные характеристики фермеров, социальные взаимодействия и технологическую инфраструктуру, а также обоснованы требования к архитектуре экспертной системы, способной интегрировать оценку человеческого капитала, технических решений и методов анализа данных для формирования стратегий цифровой трансформации сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: технологический аудит, точное земледелие, экспертная система, внедрение инноваций, цифровизация сельского хозяйства, поддержка принятия решений.

Современное сельскохозяйственное производство сталкивается с необходимостью повышения эффективности использования ресурсов при одновременном снижении нагрузки на окружающую среду. Технологии точного земледелия позволяют отслеживать состояние почв и посевов и точно вносить удоб-

рения, что способствует как экономической эффективности, так и экологической устойчивости [1]. Несмотря на доказанный потенциал, внедрение этих технологий происходит медленно и сталкивается с рядом препятствий [1, 3]. Исследования показывают, что низкий уровень внедрения связан со сложным комплексом социальных, экономических и когнитивных факторов. Фермеры неохотно интегрируют новые инструменты, если те не вписываются в существующую социотехническую систему [2]. Многие системы поддержки принятия решений разрабатываются без учета реальных потребностей пользователей [2]. При этом технологический ландшафт усложняется: появляются облачные платформы, способные не только анализировать данные, но и управлять полевыми устройствами [3], а методы компьютерного зрения открывают новые возможности для мониторинга растений [4]. Целью работы является анализ научных источников для обоснования требований к экспертной системе, способной оценивать готовность хозяйств к внедрению технологий точного земледелия и эффективность их использования.

Решение о внедрении технологий точного земледелия представляет собой сложный многофакторный процесс. Исследование, проведенное на основе опроса канадских фермеров, выявило, что доступность ресурсов является наиболее значимым фактором, влияющим на фактическое внедрение технологий в рабочий процесс [1]. Этот фактор оказывает большее влияние, чем воспринимаемая простота использования и полезность. Индивидуальные характеристики фермера, в частности уровень образования и склонности к инновациям, также играют значимую роль. Совместимость различных компонентов технологий между собой и с существующими бизнес-процессами хозяйства выступает критическим условием успешной интеграции. Для экспертной системы это означает необходимость включения в базу знаний параметров, оценивающих технические характеристики, финансовые возможности и компетенции персонала.

Исследование, выполненное в русле теории распределенного познания на примере использования системы StopSAT, показывает, что для успешного внедрения технология должна вписаться в социотехническую систему ведения хозяйства [2]. Экспериментальное обучение играет ключевую роль в расширении профессионального кругозора фермеров. Роль консультанта должна трансформироваться из внешнего эксперта в соученика, участвующего в совместном анализе проблем. Принятие решений и обучение распределены в социальной и материальной сферах [2]. Для экспертной системы этот вывод имеет принципиальное значение: она должна быть спроектирована как инструмент, способствующий обучению и рефлексии, а не просто выдающий готовое заключение.

Техническая эволюция ведет к созданию платформ, переходящих от пассивной поддержки к активному управлению. Разработка облачного фреймворка AgriLax иллюстрирует этот тренд [3]. Такие системы способны агрегировать данные из различных источников и, благодаря программно-определяемому управлению, непосредственно контролировать полевые устройства, реализуя замкнутый цикл управления. Ключевыми архитектурными решениями являются аппаратно-независимый интерфейс импорта данных и расширяемая архитек-

тура для специализированных модулей [3]. При технологическом аудите экспертная система должна оценивать не только наличие отдельных компонентов, но и степень их интеграции в единую цифровую экосистему, способность поддерживать замкнутый цикл управления и адаптируемость под специфику конкретных культур.

Параллельно происходит эволюция методов сенсорики и анализа данных для диагностики растений. Обзор современных методов показывает, что технологии перемещаются от визуального осмотра к превентивному мониторингу на основе спектрального анализа и компьютерного зрения [4]. Физиологической основой являются изменения концентрации пигментов и структуры тканей под воздействием патогенов, что отражается на спектральных характеристиках. Наиболее динамично развивается применение сверточных нейронных сетей для автоматической классификации заболеваний [4]. Для экспертной системы это означает необходимость оценки зрелости методов мониторинга, используемых в хозяйстве, и их соответствия масштабу производства и экономическим возможностям.

Сопоставление источников позволяет выявить ряд ключевых наблюдений. Первое касается многоуровневой природы барьеров внедрения. Они существуют на уровне индивидуальных характеристик фермера [1], социальных взаимодействий [2] и технологической инфраструктуры [3]. Экспертная система должна охватывать все эти уровни для целостной оценки. Второе наблюдение связано с динамической природой внедрения. Внедрение не является бинарным событием, а представляет собой последовательное освоение компонентов [1]. Система должна позволять оценивать траекторию развития и помогать в разработке дорожной карты. Третье наблюдение касается противоречия между гибкостью и стандартизацией. Системы должны настраиваться под уникальные условия, но для объективного аудита нужны стандартизированные метрики. Решение видится в модульной архитектуре самой экспертной системы [3, 4]. Четвертое наблюдение указывает на ключевую роль данных. Эффективность современных методов зависит от качества и объема данных [4]. Аудит должен оценивать, как организован сбор, хранение и аннотирование данных в хозяйстве.

На основе выявленных наблюдений можно определить направления будущих исследований. Первое направление связано с созданием методологии комплексного аудита, интегрирующей оценку человеческого капитала, технологической инфраструктуры и экономической эффективности. Необходима разработка валидных опросных методик и технических чек-листов, адаптированных для хозяйств разного уровня, с опорой на *已验证*ные конструкции из литературы [1]. Второе направление предполагает разработку алгоритмов обработки разнородных данных для выдачи интегральной оценки. Система должна работать с данными опросов, техническими характеристиками и результатами полевых наблюдений [1, 3, 4]. Третье направление касается разработки интерфейсов, превращающих экспертную систему в инструмент обучения. Основываясь на выводах о важности экспериментального обучения [2], необходимо исследо-

вать формы представления результатов, стимулирующие диалог и рефлексию. Четвертое направление связано с разработкой адаптивных модулей для специализированных культур и регионов. Учитывая специфику операций в садоводстве [3] и разнообразие фитопатологий [4], архитектура должна предусматривать возможность легкого добавления новых баз знаний. Пятое направление фокусируется на прогностической функции. Интеграция данных аудита с агрометеорологическими прогнозами и моделями распространения болезней позволит системе давать рекомендации по превентивным мерам [4].

Проведенный анализ позволяет сформулировать концептуальные основы для создания экспертной системы технологического аудита. Низкий уровень внедрения инноваций обусловлен сложным взаимодействием социальных, когнитивных и инфраструктурных факторов. Успешная интеграция требует учета опыта фермеров и трансформации роли консультантов. Эволюция технических средств в сторону облачных платформ и интеллектуальных систем диагностики формирует новый ландшафт требований к технологическому уровню хозяйств. Разработка экспертной системы должна базироваться на многомерной модели оценки, включающей анализ доступности ресурсов, совместимости компонентов и характеристик персонала. Система должна обрабатывать разнородные данные и обеспечивать архитектуру, адаптируемую под специфику различных культур. Критически важным является обеспечение функции обучения и поддержки стратегического планирования, помогая хозяйствам выстраивать поэтапные дорожные карты цифровой трансформации. Переход к прогнозированию и выработке превентивных рекомендаций является перспективным направлением для повышения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Aubert B. A., Schroeder A., Grimaudo J. IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology // *Decision Support Systems*. — 2012. — Vol. 54, Issue 1. — P. 510–520. — ISSN 0167-9236. — DOI: 10.1016/j.dss.2012.07.002.
2. Lundström C., Lindblom J. Considering farmers' situated knowledge of using agricultural decision support systems (AgriDSS) to Foster farming practices: The case of CropSAT // *Agricultural Systems*. — 2018. — Vol. 159. — P. 9–20. — ISSN 0308-521X. — DOI: 10.1016/j.agsy.2017.10.004.
3. Tan L. Cloud-based Decision Support and Automation for Precision Agriculture in Orchards // *IFAC-PapersOnLine*. — 2016. — Vol. 49, Issue 16. — P. 330–335. — ISSN 2405-8963. — DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.10.061.
4. Куралесин, В. В. Обзор современных методов диагностики заболеваний плодовых культур и потенциала технологий машинного зрения / В. В. Куралесин // *Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки (шифр - МКСС) : Сборник материалов XXX Международной научно-практической конференции, Москва, 12 декабря 2025 года. – Москва: АНО ДПО «Университет ИТБО», 2025. – С. 184-190.*

УДК 621.391

СТАРОСТИН АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, к.т.н., и.о. зав. кафедрой

прикладной информатики

(e-mail: as.starostin@customs-academy.ru)

КАПУСТИН ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ, аспирант

(e-mail: vladislav2552@mail.ru)

МАКАРЕЦ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, соискатель

Российская таможенная академия, г. Люберцы, Россия

(e-mail: Macar_4x4@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Современные информационно-телекоммуникационные сети характеризуются высокой интенсивностью обмена данными и значительным ростом количества подключённых устройств. В условиях возникает необходимость разработки методов оптимизации передачи информации, обеспечивающих эффективное использование сетевых ресурсов и снижение задержек коммуникации. Рассматривается подход к математическому моделированию процессов передачи данных в распределённых сетях связи с использованием методов теории массового обслуживания и сетевой оптимизации.

Ключевые слова: телекоммуникационные сети, передача данных, математическое моделирование, сетевые ресурсы

Современные телекоммуникационные системы представляют собой сложные распределённые структуры, в которых одновременно протекает большое количество параллельных процессов обработки и передачи информации. Для исследования динамики подобных систем широко применяются как правило сети Петри, позволяющие моделировать параллельные процессы и взаимодействие между различными компонентами системы.

Целью исследования является разработка стохастической модели функционирования телекоммуникационной системы.

Для описания временных характеристик процессов в сети используется стохастическая сети, в которой каждому переходу соответствует случайное время срабатывания.

Сеть Петри определяется четверкой:

$$PN = P, T, F, M_0;$$

где:

P — множество позиций сети,

T — множество переходов,

F — множество дуг,

M_0 — начальная маркировка сети.

Пусть переход t_i характеризуется параметром:

$$\lambda_i;$$

— интенсивностью выполнения операции.

Тогда вероятность срабатывания перехода в интервале времени dt определяется выражением:

$$P(t_i) = \lambda_i dt;$$

Динамика сети может быть описана системой уравнений для вектора вероятностей состояний:

$$\frac{dP(t)}{dt} = P(t)Q;$$

где:

Q — матрица интенсивностей переходов между состояниями.

Решение данной системы позволяет определить вероятности нахождения системы в различных состояниях.

Пропускная способность телекоммуникационной системы определяется средним числом обработанных пакетов за единицу времени.

Если обозначить через $n_i(t)$ количество маркеров в позиции p_i , то средняя интенсивность обработки пакетов определяется выражением:

$$\theta = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t r(s) ds$$

где:

$r(s)$ — скорость срабатывания переходов передачи данных.

Данный показатель позволяет оценить производительность системы и выявить узкие места в сетевой инфраструктуре.

Использование стохастических сетей позволяет формализовать процессы передачи и обработки данных в распределённых телекоммуникационных системах.

Список литературы

1. Processing of time signals in a discrete time domain / V. Artemyev, S. Mokrushin, S. Savostin [et al.] // Machine Science. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 46-54.
2. Артемьев, В. С. Трансформация механизмов макроэкономического воспроизводства под влиянием цифровых платформ и алгоритмической координации / В. С. Артемьев, А. М. Трамova, М. Б. Саидахмедова // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2025. – № 11(181). – С. 9-19. – DOI 10.26726/rpre2025v11totmo.
3. Артемьев, В. С. Формализация нелинейного многоуровневого синергетического взаимодействия макроэкономических агентов / В. С. Артемьев, А. М. Трамova, Т. Х. Созаева // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2025. – № 8(178). – С. 17-28. – DOI 10.26726/rpre2025v8fonms.
4. Трамova, А. М. Методологическое конструирование фрактальной модели межотраслевой кооперации региональных инновационных кластеров / А. М. Трамova, Т. Х. Созаева, В. С. Артемьев // Журнал монетарной экономики и менеджмента. – 2025. – № S1. – С. 202-210. – DOI 10.26118/2782-4586.2025.88.13.025.
5. Облачно-периферийная экосистема когнитивной автоматизации для интегрированного менеджмента SIP-процессов пивзавода / С. Максимов, В. С. Артемьев, Л. С. Мангушева, Ж. В. Мекшенева // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2025. – Т. 27, № 5. – С. 143-158. – DOI 10.35330/1991-6639-2025-27-5-143-158.
6. Артемьев, В. С. Оптимизация траекторий промышленных манипуляторов методом моментов / В. С. Артемьев, Н. В. Мокрова // Вестник Воронежского государственного уни-

верситета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2025. – № 2. – С. 29-42. – DOI 10.17308/sait/1995-5499/2025/2/29-42.

7. Kargin, V. Physical and mathematical modeling of dynamics of high-dimensional nonlinear automatic control systems / V. Kargin, V. Artemyev, Sh. Charkasov // Machine Science. – 2025. – No. 1. – P. 42-52. – DOI 10.61413/DNZM3255.

8. Старостин, А. С. Спектральный анализ в автоматизированных информационных системах / А. С. Старостин, В. С. Артемьев // Computational Nanotechnology. – 2025. – Т. 12, № 1. – С. 69-78. – DOI 10.33693/2313-223X-2025-12-1-69-78.

УДК 330.46

СТАРОСТИН АНАТОЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, к.т.н., и.о. зав. кафедрой
прикладной информатики

(e-mail: as.starostin@customs-academy.ru)

КАПУСТИН ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ, аспирант

(e-mail: vladislav2552@mail.ru)

МАКАРЕЦ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, соискатель

(e-mail: Macar_4x4@mail.ru)

Российская таможенная академия, г. Люберцы, Россия

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В условиях цифровой трансформации экономики возрастает роль экономико-математических методов в обеспечении эффективного управления хозяйственными системами. Современные предприятия функционируют в среде высокой неопределённости, характеризующейся изменчивостью рыночных условий, динамикой цен на ресурсы и необходимостью оперативной обработки больших объёмов данных.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, управление ресурсами, цифровая экономика, оптимизация

Рассмотрим экономическую систему предприятия как динамическую сеть потоков ресурсов и финансов, представимую ориентированным взвешенным графом:

$$G = (V, E, W);$$

где:

$V = v_1, \dots, v_n$ — экономические подсистемы предприятия (производство, логистика, склад, финансы),

E — множество потоков ресурсов между подсистемами,

$W = w_{ij}$ — матрица интенсивностей экономических потоков.

Вектор состояния системы:

$$x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t));$$

характеризует объём ресурсов или финансовых активов в каждой подсистеме.

Эволюция экономической системы определяется балансным уравнением потоков:

$$\frac{dx(t)}{dt} = Lx(t) + Bu(t) + \xi(t);$$

где:

L — экономический лапласиан сети потоков:

$$L = D - W;$$

D — диагональная матрица суммарных исходящих потоков,

$u(t)$ — вектор управленческих воздействий,

$\xi(t)$ — случайный процесс экономических возмущений.

Экономический лапласиан отражает перераспределение ресурсов между подсистемами предприятия.

Рыночная среда описывается непрерывным марковским процессом:

$$\theta(t) \in 1, \dots, m;$$

каждое состояние которого соответствует определённому макроэкономическому режиму (рост, стагнация, кризис).

Интенсивности переходов между режимами задаются матрицей генератора:

$$Q = (q_{ij});$$

и удовлетворяют условиям:

$$q_{ii} = - \sum_{j \neq i} q_{ij};$$

Динамика вероятностей состояний определяется уравнением Колмогорова:

$$\frac{d\pi(t)}{dt} = \pi(t)Q;$$

Режим рыночной среды влияет на структуру экономических потоков:

$$L = L(\theta(t));$$

что отражает изменение экономических связей предприятия при различных состояниях рынка.

Цель управления заключается в минимизации совокупных экономических потерь системы.

Функционал эффективности определяется выражением:

$$J = E \int_0^T [x(t)Q_x x(t) + u(t)Ru(t)] dt;$$

где:

Q_x — матрица экономической стоимости отклонения ресурсов от оптимального распределения,

R — матрица стоимости управленческих воздействий.

Управление системой осуществляется через изменение потоков ресурсов между подсистемами предприятия.

Для данной задачи вводится функция ценности:

$$V(x, t);$$

которая удовлетворяет уравнению Гамильтона–Якоби–Беллмана:

$$-\frac{\partial V}{\partial t} = \min_u \left[x^T Q_x x + u^T R u + \nabla V^T (Lx + Bu) + \frac{1}{2} Tr(\Sigma \nabla^2 V) \right];$$

где:

Σ — ковариационная матрица случайных экономических возмущений.

Решение данного уравнения определяет оптимальное управление потоками ресурсов предприятия.

Устойчивость экономической системы определяется спектром матрицы:

$$L(\theta) - BK;$$

где: K — матрица оптимальной обратной связи.

Если:

$$Re(\lambda_i) < 0$$

для всех собственных значений λ_i , система обладает свойством асимптотической устойчивости.

Что и означает лишь одно что, все экономические потоки предприятия стабилизируются даже при наличии стохастических рыночных возмущений.

Список литературы

1. Алексеев, В. А. Повышение конкурентоспособности промышленных предприятий путём снижения затрат на энергоёмкость производства / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, С. П. Колосов // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2017. – № 4(93). – С. 46-52.
2. Белова, Н. Н. Создание приложений в портативных операционных системах для обучения / Н. Н. Белова, В. С. Артемьев // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 22 марта 2018 года / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 50-52.
3. Белова, Н. Н. К вопросу энергосбережения в агропромышленном комплексе / Н. Н. Белова, В. С. Артемьев // Биологизация земледелия - основа воспроизводства плодородия почвы : Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАН Леонида Геннадьевича Шашкарова, Чебоксары, 19–20 апреля 2018 года / ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 259-262.
4. Григорьев, А. О. Методы статистического анализа для диагностики состояния электрооборудования в агропромышленном комплексе / А. О. Григорьев, Н. В. Мокрова, В. С. Артемьев // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1(32). – С. 185-193. – DOI 10.48612/vch/k3rd-8hk2-74nz.
5. Артемьев, В. С. Автоматизация производственного контура текстильного предприятия через внедрение адаптивных цифровых решений / В. С. Артемьев // Научное сотрудничество в Евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта : Материалы международного форума, посвящённого 35-летию Технологического университета Таджикистана, Душанбе, 10 апреля 2025 года. – Душанбе: Технологический университет Таджикистана, 2025. – С. 342-345.
6. Артемьев, В. С. Модели использования разностных схем в автоматизированных системах управления / В. С. Артемьев, Н. В. Мокрова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2025. – Т. 72, № 1(58). – С. 97-105. – DOI 10.22314/2658-4859-2025-72-1-97-105.
7. Артемьев, В. С. Оптимизация траекторий промышленных манипуляторов методом моментов / В. С. Артемьев, Н. В. Мокрова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2025. – № 2. – С. 29-42. – DOI 10.17308/sait/1995-5499/2025/2/29-42.
8. Kargin, V. Physical and mathematical modeling of dynamics of high-dimensional nonlinear automatic control systems / V. Kargin, V. Artemyev, Sh. Charkasov // Machine Science. – 2025. – No. 1. – P. 42-52. – DOI 10.61413/DNZM3255.

9. Artemyev, V. Simulation modeling and selection of optimality criterion in automated control systems / V. Artemyev, N. Mokra, N. Alieva // Machine Science. – 2025. – No. 1. – P. 28-41. – DOI 10.61413/QMMA8028.

ФИЛИМОНОВА АНАСТАСИЯ ИГОРЕВНА, специалист
Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

В работе рассматриваются возможности управления в агропромышленных компаниях.

Ключевые слова: агропромышленная компания, процесс, управление.

Анализ демонстрирует, что современная динамика развития технических комплексов предполагает активное развитие агропромышленного сектора. В Российской Федерации этот сегмент представляет собой одно из перспективных направлений развития экономической деятельности, обладающее значительным потенциалом для расширения производственных возможностей [1, 2]. На сегодняшний день особую важность приобретают задачи, направленные на создание устойчивых систем управления работой агропромышленных предприятий на основе информационных технологий, что особенно актуально в условиях жесткой конкуренции на рынке.

Основной целью настоящей работы является анализ основных черт управления деятельностью агропромышленных структур, а также формулировка рекомендаций по внедрению имитационных моделей [3] управления. При этом для принятия обоснованных решений необходимо использовать специализированные инструменты, учитывающие потребности в обработке массивов информации, что особенно ценно при анализе экономических показателей [4, 5]. Особый интерес представляют математические модели, основанные на применении аналитических методик, а также использование передовых цифровых технологий, позволяющих прогнозировать тренды в развитии агрохолдингов и повышать качество стратегического планирования в реальных рыночных условиях [6, 7].

На текущий момент наблюдается высокая научная активность в области исследования вопросов использования современных ИТ в управлении [8, 9]. Так, в исследовании [10] приведены фундаментальные подходы к внедрению информационных систем в управленческую практику, продемонстрированы ключевые принципы их построения, обеспечивающие менеджерам возможность оперативного и взвешенного выбора управленческих решений на основе информационных технологий.

Эффективное функционирование организаций невозможно без применения программного обеспечения, способного учитывать финансово-экономические

параметры предприятия, автоматизирующего процесс формирования отчётности и обеспечивающего контроль за ключевыми показателями деятельности.

Чтобы принимать обоснованные управленческие решения, необходимы специализированные модули, обеспечивающие аналитическую обработку экономической информации и позволяющие проводить моделирование с использованием экономико-математических подходов. Особое внимание уделяется процессам формирования управленческих решений в агропромышленном секторе, основанным на применении математических моделей и детальном анализе экономических данных. Ключевым условием является наличие достоверной информации, отражающей текущее состояние хозяйственной деятельности предприятия, а также глубокий анализ взаимосвязей между компонентами производственных систем. Эти взаимодействия характеризуются сложными структурами, описываемыми в рамках комплексных экономических моделей.

Внешняя среда оказывает существенное воздействие на агропромышленные компании, однако не менее значимо и обратное влияние — активность самих предприятий на экономическую среду, в которой они функционируют. Под средой здесь имеется в виду совокупность внешних условий, определяющих условия ведения бизнеса. На уровне руководства возможны решения, связанные с масштабированием деятельности, освоением новых рынков, корректировкой направлений движения финансовых ресурсов. Такие шаги требуют тщательного анализа множества параметров, проведения имитационного моделирования различных сценариев, точного прогнозирования ключевых показателей — прибыли, объёмов реализации, доли на рынке, темпов роста отраслей и других критически важных метрик. Принятие стратегических решений предполагает разработку планов мероприятий, включающих изменение организационной структуры, пересмотр политики ассортимента и адаптацию направлений деятельности компании.

Список литературы

1. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.
2. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
3. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
4. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN RHYJEA.
5. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.

6. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTZGZ.

7. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.

8. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.

9. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.

10. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.

ФИЛИМОНОВА АНАСТАСИЯ ИГОРЕВНА, специалист
Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ОБ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ НА АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В работе рассматриваются некоторые возможности управляющих систем в агропромышленных компаниях.

Ключевые слова: агропромышленная компания, управление.

Современные агропромышленные предприятия можно рассматривать как сложные производственно-хозяйственные структуры, состоящие из взаимосвязанных подсистем и элементов, находящихся в постоянном взаимодействии. Количество таких подсистем не фиксировано и зависит от выбранной модельной базы. Для обеспечения эффективного управления требуется глубокое понимание ключевых показателей деятельности исследуемых объектов. Наличие взаимосвязей между параметрами позволяет выявлять закономерности поведения систем, что требует разработки адекватных методологических подходов к управлению персоналом. Применение специализированных инструментальных средств способствует целенаправленному влиянию на трудовые ресурсы [1]. Основная цель данной публикации — анализ современных информационных систем, используемых при управлении персоналом в агропромышленных компаниях. Эффективность процессов управления напрямую обусловлена качеством и функциональностью

внедрённых информационных компонентов. Представленный анализ демонстрирует наличие значительных массивов данных, отражающих текущее состояние управляющих систем [2]. Их дальнейшее использование основано на количественных оценках внутренних механизмов, присутствующих в организации. Любое управленческое решение должно опираться на актуальную информацию о реальной ситуации. Необходимо учитывать важнейшие факторы, влияющие на систему, а также их взаимосвязи. Полноценное осмысление имеющихся данных способствует реализации широкого спектра управленческих функций — планирования, организации, контроля, регулирования и распределения [3]. При рассмотрении через призму информационных технологий системы управления персоналом могут быть представлены как комплекс программного обеспечения и совокупности технических решений [4].

Они обеспечивают автоматизацию и повышение эффективности ключевых бизнес-процессов — от учёта рабочего времени и начисления зарплат до управления кадровыми данными. Такие решения позволяют не только координировать деятельность между различными подразделениями, но и обеспечивать многообразные каналы коммуникации [5] между руководителями и сотрудниками: через интернет, телефонную связь, а также прямые встречи. Программное обеспечение даёт кадровым специалистам полный доступ к данным о каждом работнике, что необходимо для грамотного планирования кадровых решений. Также реализуется контроль расходов по статьям: заработная плата, командировки, обучение и другие. Изначально системы управления персоналом разрабатывались совместно с программами расчёта зарплат, однако со временем их функционал значительно расширился. Развитие стало следствием осознанного стремления руководства аграрных компаний к кардинальным изменениям в работе отделов кадров. Оптимизация процессов, повышение компетентности HR-менеджеров способствуют переходу к более организованной и результативной системе [6] управления персоналом. Успешность агрохолдинга во многом зависит от слаженности и высокого уровня подготовки кадровых специалистов. Главная цель подразделения — привлечение и удержание нужных квалифицированных кадров. Особое значение имеет рациональное распределение имеющихся трудовых ресурсов [7]. Иногда возникают сложности с адаптацией существующей структуры организации к меняющимся требованиям, что обуславливает растущий спрос на современные инструменты управления информационными потоками [8].

С учётом вышеизложенного, разработчикам автоматизированных решений, предназначенных для управления персоналом, следует уделять особое внимание совершенствованию программных средств в этой сфере. Анализ потребностей показывает, что ПО для кадрового администрирования обеспечивает ряд ключевых преимуществ [9, 10]:

— оперативный доступ к необходимым данным и принятие обоснованных управленческих решений;

— моделирование бизнес-процессов по управлению сотрудниками, исключение повторного внесения одних и тех же сведений в информационную систему, а также повышение эффективности рабочего дня специалистов разных подразделений компании;

— создание комплексной системы хранения всех сведений, относящихся к персоналу, что создаёт прочную основу для проведения аналитики и стратегического планирования расходов на трудовые ресурсы;

— соблюдение норм действующего законодательства и снижение вероятности штрафных санкций со стороны контролирующих органов. На сегодняшний день существует широкий спектр систем, реализующих функции управления кадрами — от масштабных интегрированных решений до компактных узкоспециализированных приложений. Стоимость таких систем колеблется в пределах от нескольких сотен до десятков тысяч долларов США. При выборе функционала важно ориентироваться на конкретные задачи, которые должна решать система. Необходимо чётко формулировать цели автоматизации.

Основная часть задач, подлежащих автоматизации, — это сложные процессы, играющие значимую роль в управлении персоналом: оформление перевода, увольнение, найм новых сотрудников и другие. Также важна автоматизация расчёта зарплаты. Что касается возможностей программных продуктов, они могут существенно отличаться в зависимости от их назначения и технических параметров.

Список литературы

1. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
2. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN PHYJEA.
3. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
4. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
5. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTZHG.
6. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.
7. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.

8. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.

9. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.

10. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.

ФИЛИМОНОВА АНАСТАСИЯ ИГОРЕВНА, специалист
Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЕ

В работе рассматриваются возможности работы с информацией в агропромышленных компаниях.

Ключевые слова: агропромышленная компания, учет данных.

Данные являются существенным компонентом экономических исследований и активно применяются в сферах, где требуется анализ особенностей формирования показателей для прогнозирования. Для различных направлений человеческой деятельности используются протяжённые временные интервалы. Особый интерес представляет применение подходящих методологий для оценки динамики развития отдельных звеньев агропромышленного комплекса [1, 2]. Значительную роль в анализе и перспективном прогнозировании социально-экономического состояния этого сектора играет информация о состоянии рынка труда, а также уровень занятости населения. Критически важно обеспечить достаточный приток трудовых ресурсов во все сферы агропромышленной деятельности. Обработка данных по занятости осуществляется через функционирование информационных систем, которые рассматриваются в данной работе с акцентом на основные особенности такой платформы [3, 4].

В составе подсистемы администрирования решаются следующие задачи: управление доступом к информации, определение маршрутов обращения к файлам баз данных, создание древовидных структур доступа, формирование списка сетевых ресурсов, ведение реестра рабочих мест пользователей, а также поддержание целостности данных на логическом уровне [5, 6].

Подсистема обслуживания предполагает реализацию ключевых операций, характерных для работы специалистов: выполнение стандартных процедур начисления и выдачи пособий, оформление трудоустройства, организацию

профессиональной подготовки, формирование документооборота. При этом создаются распоряжения о признании граждан безработными, утверждаются выплаты пособий, назначаются стипендии и другие меры социальной поддержки. Добавляются новые алгоритмы обработки запросов, производится корректировка действующих решений, устанавливаются многоуровневые механизмы согласования принимаемых решений [7, 8].

В модуле «Работа с подразделениями» решаются следующие задачи:

- создается реестр подразделений и организуется взаимодействие с ним;

- формируется база данных сведения о наличии вакантных должностей и реализуются процессы работы с этой информацией (чтение данных из актуальной и архивной карточек вакансии, запрос дополнительной информации, утверждение и отзыв вакансий и пр.);

- создаются реестры учебных групп, производственной базы, а также карточки учебных мест с соответствующими данными [9, 10];

В подсистеме формирования отчётности предусмотрены решения следующих вопросов:

- расчёт по формам государственной статистики и анализ собранной информации; данные принимаются от структурных подразделений, проводится их проверка на достоверность;

- составление сводного отчёта для вышестоящего учреждения;

- разработка программ аналитического характера;

- интеграция с внешними базами данных;

В рамках организационной подсистемы решаются управленческие функции:

- формируются справочники на федеральном, региональном уровне и всероссийские классификаторы;

- создаются каталоги постоянных значений и отчётов;

- велась журналы контрольных действий;

- организовано хранение данных в информационной системе;

- внедрена система справочной помощи, зависящей от контекста, установлены калькулятор, календарь;

- настроена работа с электронной почтой.

Информация, связанная с агропромышленными предприятиями — данные об объектах, потребности в персонале, учебных группах и других показателях — общая для районного центра и его филиалов. Обмен данными между подразделениями возможен исключительно между центральным офисом и его филиалами.

Информационный срез базы данных районного уровня полностью интегрируется в единую базу данных регионального уровня. Для обеспечения согласованности в региональном центре разработаны единые реестры административно-территориального деления, организационной структуры филиалов, а также муниципальных образований на территории всего региона. Реестр пользователей включает в себя служебные данные о сотрудниках как регионального, так и районных центров, в том числе их филиалов, что

позволяет точно отражать сведения об указаниях, контролируемых действиях и других управленческих решениях.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Построение складской структуры предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 22–23 мая 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 286-290. – EDN URYDXM.
2. Мишин, Д. В. Анализ методов управления временем в задачах управления персоналом / Д. В. Мишин, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2025. – № 1(52). – EDN KYMBOO.
3. Преображенский, А. П. Проблемы принятия решения в различных системах / А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 2(49). – EDN PHUJEA.
4. Преображенский, Ю. П. Особенности службы менеджмента качества организации / Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, Е. Ружицкий // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 72-76. – EDN CSZFWU.
5. Максин, А. Д. Оптимизация управления персонализированным распределением ресурсного обеспечения в территориальной организационной системе / А. Д. Максин, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 4(51). – DOI 10.26102/2310-6018/2025.51.4.065. – EDN VZJWJY.
6. Потудинский, А. В. Модели для определения моментов контроля в многоуровневых организационных системах / А. В. Потудинский, А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8, № 2(29). – DOI 10.26102/2310-6018/2020.29.2.003. – EDN RMTNZG.
7. Аветисян, Т. В. Исследование возможностей разработки подхода для повышения эффективности работы организации / Т. В. Аветисян, К. В. Новиковский, А. П. Преображенский // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 12. – С. 189-193. – EDN GZBSPW.
8. Преображенский, А. П. Оптимизация распределения ресурсов в транспортной системе / А. П. Преображенский, Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович // Транспорт и информационные технологии. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 244-267. – DOI 10.12731/3033-5965-2025-15-3-390. – EDN YQWEYY.
9. Паневин, Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064. – EDN QLHWKX.
10. Львович, И. Я. Факторы угрозы экономической безопасности государства / И. Я. Львович, А. А. Воронов, Ю. П. Преображенский // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 36-39. – EDN IAGRUD.

ХАРИТОНОВ МАКСИМ ДМИТРИЕВИЧ, студент
КУРАЛЕСИН ВЯЧЕСЛАВ ВИКТОРОВИЧ, к.т.н., доцент
(e-mail: v.kuralesin@mail.ru)

Колледж Воронежского института высоких технологий,
г. Воронеж, Россия

**РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ОБЪЯСНЕНИЯ РЕШЕНИЙ
В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОВЕРИЯ И ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТИ
РЕКОМЕНДАЦИЙ**

В данной статье рассматривается проблема недостаточной интерпретируемости моделей машинного обучения для прогнозирования влажности почвы, что ограничивает их использование фермерами. Авторы предлагают подход, объединяющий прогнозирование на основе рекуррентных нейронных сетей с генерацией понятных текстовых пояснений с помощью большой языковой. Результаты оценки с участием пользователей демонстрируют, что семантические объяснения, основанные на онтологии, превосходят необработанные по понятности и релевантности, способствуя повышению доверия к системам искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: объяснимый искусственный интеллект, прогнозирование влажности почвы, большие языковые модели, онтология, интерпретируемость, точное земледелие.

Современное сельское хозяйство сталкивается с вызовами, обусловленными ростом населения и изменением климата. К 2050 году численность населения Земли достигнет 9,6 миллиарда человек, что потребует значительного увеличения производства продуктов питания [3]. Применение методов искусственного интеллекта в сельском хозяйстве открывает новые возможности для прогнозирования урожайности и управления орошением. Модели машинного обучения демонстрируют высокую точность прогнозов, однако их внедрение сдерживается недостаточной прозрачностью. Сложные алгоритмы рассматриваются как модели «черного ящика», что затрудняет их принятие фермерами [1, 2].

Проблема интерпретируемости приобретает критическое значение в сельском хозяйстве, где решения непосредственно влияют на экономические результаты. Фермеры не склонны доверять рекомендациям, логика которых им непонятна, что препятствует распространению технологий точного земледелия [3]. Целью настоящей работы является анализ подходов к обеспечению интерпретируемости систем искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Исследования в области объяснимого искусственного интеллекта в сельском хозяйстве ведутся по нескольким направлениям. Методы SHAP и LIME получили широкое распространение для объяснения прогнозов сложных моделей. SHAP, основанный на теории игр, позволяет количественно оценить вклад каждого признака в прогноз. В исследовании гибридной модели прогнозирования

урожайности применение SHAP-анализа выявило ключевые факторы, влияющие на урожайность: количество осадков, содержание азота в почве, температура, тип культуры и уровень внесения удобрений [1]. SHAP не только ранжирует признаки, но и определяет направление их влияния.

LIME обеспечивает локальную интерпретируемость путем аппроксимации поведения сложной модели в окрестности конкретного прогноза. Применение LIME для объяснения прогнозов влажности почвы показало, что основными факторами являются предшествующие значения влажности, тогда как осадки и влажность воздуха играют второстепенную роль [2]. Это позволяет верифицировать, что модель опирается на агрономически значимые закономерности.

Контрфактический анализ отвечает на вопрос, какие минимальные изменения во входных данных привели бы к иному прогнозу. В контексте прогнозирования урожайности контрфактические объяснения формулируют практические рекомендации: увеличение осадков на 20 мм и содержания азота на 0,5% может повысить урожайность на 0,7 тонны с гектара [1]. Графики частичной зависимости дополняют инструментарий, визуализируя характер влияния признаков. Анализ зависимости урожайности от температуры демонстрирует оптимальный диапазон около 25°C [1].

Принципиально иной подход реализован в системах на основе нечеткой логики. Они изначально проектируются как прозрачные и интерпретируемые. Лингвистическое представление переменных и правила вида «если-то» делают процесс принятия решений интуитивно понятным [3]. Разработанная система орошения для кукурузы использует нечеткий контроллер с входными переменными температуры почвы и влажности. Функции принадлежности определены с использованием термов «низкая», «идеальная» и «высокая», а база правил связывает их с выходными действиями: «исследовать», «мониторинг», «требуется действие» и «немедленное действие» [3].

Для количественной оценки интерпретируемости нечетких систем используется индекс Наука. Анализ исходной версии контроллера показал относительно невысокое значение индекса, что послужило основанием для модификации. Сокращение количества функций принадлежности с четырех до трех и числа правил с двенадцати до пяти повысило индекс интерпретируемости с 0,07 до 0,19 [3]. Это демонстрирует компромисс между точностью и интерпретируемостью.

Перспективным направлением является интеграция семантических технологий и больших языковых моделей для генерации текстовых объяснений. Традиционные методы, такие как SHAP и LIME, предоставляют объяснения в виде графиков, требующих от пользователя понимания концепций машинного обучения [2]. Для преодоления этого ограничения предложена система, сочетающая прогнозирование влажности почвы на основе рекуррентных нейронных сетей с генерацией текстовых пояснений с помощью модели LLaMA. Ключевым компонентом выступает онтология AgriMod, включающая три модуля: почвенно-земельный, климатический и ирригационный [2].

Онтология описывает понятия, связанные с влажностью почвы и орошением, и отношения между ними. Почвенно-земельный модуль описывает влагоемкость почвы, эвапотранспирацию и точку увядания. Климатический модуль включает метеорологические параметры. Модуль орошения связывает системы орошения с потребностью в воде [2]. Отношения между модулями позволяют учитывать взаимозависимости факторов.

Разработанная система использует структурированный промпт для языковой модели, включающий контекст прогноза, описание признаков, семантические связи из онтологии и результаты LIME. Генерируемые объяснения используют терминологию, понятную фермерам. Оценка с участием пользователей показала, что семантические объяснения превосходят необработанные по понятности, релевантности и достоверности, а по ряду показателей сравнимы с объяснениями эксперта [2].

Отдельного внимания заслуживает обнаружение аномалий в данных от датчиков интернета вещей. Недорогие датчики подвержены сбоям и атакам, что может искажать прогнозы. В разработанной системе орошения предусмотрен двухуровневый контроллер, на первом уровне которого выполняется обнаружение аномалий. Система выявляет отсутствующие значения, значения вне допустимого диапазона и нарушения корреляции между соседними датчиками [3]. Метод k-ближайших соседей обеспечивает 100% точности при классификации нормальных и аномальных значений [3].

Различные методы обеспечения интерпретируемости обладают специфическими преимуществами. Методы постхок-объяснения применимы к широкому классу моделей, что позволяет использовать наиболее точные алгоритмы. SHAP обеспечивает теоретически обоснованные глобальные и локальные объяснения. LIME хорошо подходит для локального объяснения отдельных прогнозов [1, 2]. Однако эти методы требуют от пользователя понимания концепций машинного обучения и не учитывают семантику предметной области.

Системы нечеткой логики предлагают изначальную прозрачность. Использование лингвистических переменных и правил делает логику понятной даже без технического образования. Фермер может прочитать правило и понять решение системы [3]. Ограничения связаны со сложностью разработки баз правил для задач с большим количеством переменных и возможным снижением точности.

Интеграция семантических технологий и языковых моделей представляет наиболее перспективное направление. Онтология обеспечивает семантическую обоснованность объяснений, а языковые модели преобразуют техническую информацию в связный текст. Результаты оценки показывают, что фермеры отдают предпочтение семантическим объяснениям [2].

Включение модуля обнаружения аномалий в архитектуру системы повышает надежность рекомендаций за счет фильтрации недостоверных данных до их передачи в модуль принятия решений [3].

Разработка подсистемы объяснения решений является необходимым условием для внедрения технологий искусственного интеллекта в точное земледелие. Существующие методы можно разделить на три категории: постхок-

объяснения для сложных моделей, изначально интерпретируемые системы нечеткой логики и семантические системы с генерацией текста на естественном языке. Комплексный подход, учитывающий технические аспекты и потребности пользователей, позволяет повысить доверие к рекомендациям. Использование онтологий обеспечивает семантическую обоснованность объяснений, а обнаружение аномалий повышает надежность системы.

Список литературы

1. Yenikar A., Mishra V. P., Bali M., Ara T. An explainable AI-based hybrid machine learning model for interpretability and enhanced crop yield prediction // *MethodsX*. — 2025. — Vol. 15. — Article 103442. — ISSN 2215-0161. — DOI: 10.1016/j.mex.2025.103442.
2. Koné B. A. T., Boukadi K., Grati R., Abdallah E. B., Mecella M. LLM-driven semantic explanations for soil moisture prediction models // *Smart Agricultural Technology*. — 2025. — Vol. 12. — Article 101174. — ISSN 2772-3755. — DOI: 10.1016/j.atech.2025.101174.
3. Sabrina F., Sohail S., Farid F., Jahan S., Ahamed F., Gordon S. An Interpretable Artificial Intelligence Based Smart Agriculture System // *Computers, Materials and Continua*. — 2022. — Vol. 72, Issue 2. — P. 3777–3797. — ISSN 1546-2218. — DOI: 10.32604/cmc.2022.026363.
4. Куралесин, В. В. Обзор современных методов диагностики заболеваний плодовых культур и потенциала технологий машинного зрения / В. В. Куралесин // *Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки (шифр - МКСС) : Сборник материалов XXX Международной научно-практической конференции, Москва, 12 декабря 2025 года. – Москва: АНО ДПО «Университет ИТБО», 2025. – С. 184-190.*

ХАСБУЛАТОВА БАРИЯТ МЕДЖИДОВНА, к.э.н., доцент
(e-mail: bariyat1975@mail.ru)

Дагестанский государственный университет народного хозяйства,
г. Махачкала, Россия

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В статье представлен комплексный анализ процессов цифровизации агропромышленного комплекса Российской Федерации. Рассматриваются предпосылки перехода АПК к модели «Цифрового сельского хозяйства», анализируется текущий уровень внедрения сквозных технологий (IoT, Big Data) в различных подотраслях. Особое внимание уделяется роли государства в лице Министерства сельского хозяйства и ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Выявлены системные проблемы, сдерживающие цифровую трансформацию (инфраструктурные ограничения, кадровый дефицит, стоимость решений), и определены перспективные направления для отечественных разработок.

Ключевые слова: цифровизация сельского хозяйства, АПК России, точное земледелие, умная ферма, искусственный интеллект, государственная поддержка, цифровые платформы, импортозамещение в ИТ.

Россия обладает крупнейшими в мире сельскохозяйственными площадями и потенциалом обеспечить продовольственную безопасность как внутри страны, так и на экспорт. Агропромышленный комплекс России в последнее десятилетие демонстрирует устойчивый рост, став не только драйвером внутреннего продовольственного рынка, но и крупным экспортером. Однако для удержания позиций в условиях глобальной конкуренции и санкционного давления требуется переход на новый технологический уклад. Цифровизация АПК рассматривается руководством страны как один из ключевых факторов обеспечения продовольственной безопасности и повышения эффективности отрасли.

Цифровая трансформация АПК рассматривается как один из главных драйверов повышения эффективности, снижения затрат и снижения экологической нагрузки.

В 2019 году был запущен ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», целью которого стало внедрение цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК [2]. Несмотря на макроэкономические сложности последних лет, процесс цифровой трансформации продолжается, приобретая новые черты, связанные с импортозамещением программного обеспечения и оборудования.

Ключевые направления и технологии цифровизации российского АПК

Адаптируя мировые тренды Индустрии 4.0, российский агробизнес фокусируется на нескольких прикладных направлениях [2]:

1. Точное земледелие и растениеводство - наиболее массовое направление. В крупных агрохолдингах (например, «ЭкоНива», «Мираторг», «РусАгро») активно используются:

- Системы параллельного вождения и автопилоты на базе ГЛОНАСС/GPS, позволяющие минимизировать огрехи и перекрытия при обработке полей.

- Дифференцированное внесение удобрений (Variable Rate Technology). На основе карт урожайности и данных мультиспектральной съемки с дронов или спутников техника вносит удобрения не сплошь, а точно, на участки, где это необходимо.

- Агрометеостанции. Собственные метеорологические датчики на полях позволяют прогнозировать заморозки и оптимизировать сроки полива и обработки пестицидами.

2. Управление стадом (Herd Management) и «умная ферма». В молочном и мясном животноводстве цифровизация направлена на повышение продуктивности и сохранение поголовья. Внедряются:

- Системы мониторинга здоровья животных (датчики-акселерометры на ошейниках, анализирующие жвачку, движение и температуру). Это позволяет выявлять больных животных или животных в охоте на 24-48 часов раньше визуального наблюдения.

- Роботизированные доильные установки. Российские хозяйства (например, в Ленинградской области, Татарстане) являются лидерами по внедрению роботов доения в Восточной Европе.

- Цифровой учет кормов. Системы взвешивания и анализа влажности кормов на базе сенсоров позволяют оптимизировать рационы.

3. Цифровые платформы и прослеживаемость. Государство стимулирует создание единых информационных систем. Ключевой проект - ФГИС «Сатурн» (прослеживаемость пестицидов и агрохимикатов) и интеграция с системой «Меркурий» (ветеринарная сертификация). Для бизнеса это означает полную прозрачность цепочки поставок и невозможность легализации фальсификата.

Государственная политика и меры поддержки [3]

Цифровизация АПК в России имеет ярко выраженную государственную составляющую:

- Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (рассчитан до 2024 года). Включал в себя создание отраслевой цифровой платформы и стимулирование внедрения цифровых технологий.

- Льготное кредитование. Инвестиционные кредиты на покупку высокотехнологичного оборудования (включая дроны, системы точного земледелия) предоставляются по льготным ставкам (от 1% до 5%).

- Субсидии на агротехнологические работы. В 2023-2024 годах введена новая «компенсирующая» субсидия, которая поддерживает проведение агротехнологических работ, научно-исследовательские разработки и внедрение цифровых сервисов.

- Импортозамещение ПО. В связи с уходом западных вендоров (таких как Trimble, John Deere) Минсельхоз и Минцифры РФ ведут реестр отечественного программного обеспечения для АПК, стимулируя переход на российские платформы управления хозяйством.

Проблемы и барьеры цифровизации в российских реалиях [2]

Несмотря на прогресс, цифровой разрыв между передовыми агрохолдингами и мелкими/средними хозяйствами (КФХ) увеличивается. Основные проблемы:

1. Неравномерность охвата телекоммуникационной инфраструктурой.

Основная проблема для внедрения IoT в полеводстве. По данным Минцифры, около 30-40% сельхозугодий России находятся вне зоны покрытия качественной сотовой связью и интернетом. Без передачи данных с датчиков в реальном времени «умное» оборудование превращается в обычное.

2. Высокая стоимость внедрения для малого бизнеса.

Стоимость систем точного земледелия или роботизированных ферм остается неподъемной для фермеров с небольшим земельным банком. Кооперация и государственные гранты (Агростартап) пока не полностью закрывают эту потребность.

3. Дефицит квалифицированных кадров и цифровая культура.

Ощущается нехватка агрономов и зоотехников, владеющих навыками работы с цифровыми инструментами (GIS-системами, аналитикой больших данных). Консерватизм части руководителей хозяйств также тормозит внедрение инноваций.

4. Проблемы совместимости оборудования.

Смешанный парк техники (отечественной и импортной) и использование разного ПО затрудняют сбор данных в единую систему управления предприятием.

Перспективы развития и импортозамещение

Уход иностранных производителей техники и ПО стимулировал развитие отечественных IT-решений для АПК [1]:

Во-первых, это российские платформы. Развиваются отечественные платформы для управления агропредприятием, такие как «АгроСигнал», «Центр Программных Систем», «Геомир». Они адаптированы под российские реалии, формы отчетности и интеграцию с госорганами.

Во-вторых, производство БПЛА. В России активно развивается производство агродронов для опрыскивания (компании «Транспорт будущего», «Геоскан»), которые могут заменить импортную технику на труднодоступных участках.

В-третьих, искусственный интеллект. Российские стартапы предлагают решения на основе искусственного интеллекта (ИИ) для диагностики болезней растений по фото и прогнозирования урожайности.

Таким образом, цифровизация агропромышленного комплекса России перешла из стадии эксперимента в стадию системного развития. Крупные агрохолдинги уже конкурируют на уровне лучших мировых образцов, используя точное земледелие и роботизацию. Однако для тотальной цифровой трансформации отрасли необходимо решить инфраструктурные проблемы - обеспечить интернетом удаленные поля, а также продолжить поддержку малых форм хозяйствования для приобретения базовых цифровых решений.

Дальнейшее развитие будет идти по пути интеграции разрозненных данных в единый цифровой контур АПК, а также активного использования систем искусственного интеллекта для принятия управленческих решений. Ключевым фактором успеха станет баланс между импортозамещением в критических областях (софт, дроны) и сохранением технологического обмена там, где это возможно и выгодно.

Список литературы

1. Александрова, Н. Р. Цифровизация сельского хозяйства: тенденции и перспективы развития // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 2(52). – С. 25-30.

2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» / А. В. Гордеев, Д. Н. Патрушев, И. В. Лебедев и др. // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. - Москва: Росинформагротех, 2019. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/0100989454?ysclid=mmmis2fjrt82116919> (дата обращения: 09.03.2026).

3. Калафатов Э.А. Проблемы и перспективы цифровизации АПК России // Московский экономический журнал. № 2. 2024. – С. 277 – 305. Режим доступа: <file:///C:/Users/User/Downloads/problems-i-perspektivy-tsifrovizatsii-apk-rossii.pdf> (дата обращения 10.03.2026 год.)

ЩЕРБАКОВА ИРИНА ВЛАДИМИРОВНА, к.т.н., доцент
МИХАЙЛОВ АНДРЕЙ МИХАЙЛОВИЧ, студент
 Воронежский государственный лесотехнический университет
 имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия
 (e-mail: shcherbakovaiv@vgtlta.vrn.ru)

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассматривается один из подходов к применению искусственного интеллекта в обеспечении информационной безопасности на основе анализа распределения атак, показаны преимущества такого подхода. На основе полученных в ходе машинного обучения результатов проанализированы факторы, влияющие на эффективность предлагаемого метода.

Ключевые слова: информационная безопасность, анализ распределения атак, искусственный интеллект, машинное обучение, разведочный анализ данных

С новыми технологиями появляются новые угрозы информационной безопасности, в борьбе с которыми традиционные методы защиты не всегда являются эффективными. При отражении таких хакерских атак как APT-атаки, 0-day уязвимости, AI-атаки встают задачи обработки больших объемов данных и повышения точности классификации угроз. Для решения этих задач все шире применяются инструменты искусственного интеллекта. Современные методы уже могут прогнозировать и предвидеть будущие атаки, что сильно отличает их от методов на основе аналитики данных с помощью статистических инструментов.

Рассмотри процесс исследования данных в кибербезопасности, направленный на изучение закономерностей, частоты и характеристик атак с помощью методов разведочного анализа данных EDA (Exploratory Data Analysis). В первую очередь, EDA помогает классифицировать паттерн атаки. Кроме того, EDA анализирует чистоту и интенсивность атаки и легко выявляет DDoS, фишинг, brute force и другие угрозы.

В построении модели для анализа распределения атак можно выделить следующие этапы:

1. Сбор и предобработка данных

Перед анализом данные очищаются и структурируются. Обычно их делят на три категории: логи сетевого трафика (NetFlow, PCAP, IDS/IPS логи), журналы событий (SIEM, Firewall, Auth logs) и данные об угрозах (Threat Intelligence Feeds). Очистка данных состоит в фильтрации шума, нормализации данных и обработке пропущенных значений. Следует отметить, что этот этап весьма важен для качественного обучения модели.

2. Future Engineering (создание новых признаков)

При описании данных создаются временные метки, определяется геолокация IP, частота событий.

3. Кластеризация и снижение размерности

Проводится группировка схожих атак и упрощение данных для последующего машинного обучения (ML). Применяются такие методы кластеризации как K-means, DBSCAN, Hierarchical Clustering. Важной составляющей данного этапа является снижение размерности, что приводит к уменьшению количества признаков и визуализации многомерных данных в 2D/3D.

4. Обучение модели для автоматизации обнаружения новых угроз. На этом этапе основными методами являются логистическая регрессия, Random Forest, XGBoost.

5. Интерпретация результатов и валидация модели

На этом этапе в качестве метрик качества используются Accuracy, Precision, Recall, F1-score. В случае бинарной задачи может использоваться метрика AUC-ROC.

Опираясь на изложенное выше построим модель EDA.

Для исследования будем использовать датасет UNSW_NB15. Фрагмент описания полей (фичей) датасета, связанного с сетевыми атаками, приведен в таблице 1. Каждая строка представляет собой сетевой поток (network flow) с характеристиками, которые могут быть использованы для обнаружения атак.

Таблица 1 – Описание полей датасета

0	1	srcip	nominal	IP-адрес источника
1	2	sport	integer	Порт источника
2	3	dstip	nominal	IP-адрес назначения
...				
46	47	ct_dst_src_ltm	integer	Количество соединений с парой источник-назначение
47	48	attack_cat	nominal	Категория атаки
48	49	Label	binary	0 нет атаки 1 атака

Датасет содержит 2540043 записей, что является достаточным для обучения модели, предназначенной для определения аномалии с заданной точностью.

Визуализируем распределение числовых показателей датасета, построив график в виде матрицы boxplot (рис. 1).

Каждый boxplot показывает распределение одного числового признака. Элементы boxplot для каждого показателя:

– Ящик (box): показывает межквартильный размах (IQR, 25-75 перцентили):

$$IQR = Q3 - Q1,$$

где Q1 – первый квартиль, Q3 – третий квартиль.

– Линия в ящике: медиана (50-й перцентиль).

– «Усы»: диапазон типичных значений (обычно 1.5·IQR от квартилей).

– Точки: выбросы за пределами «усов».

Анализ распределений:

– Ширина ящика: указывает на плотность данных вокруг медианы.

- Положение медианы: смещение вверх/вниз показывает асимметрию распределения.
- Длина усов: отражает разброс данных.
- Количество выбросов: точки за пределами усов – аномальные значения.

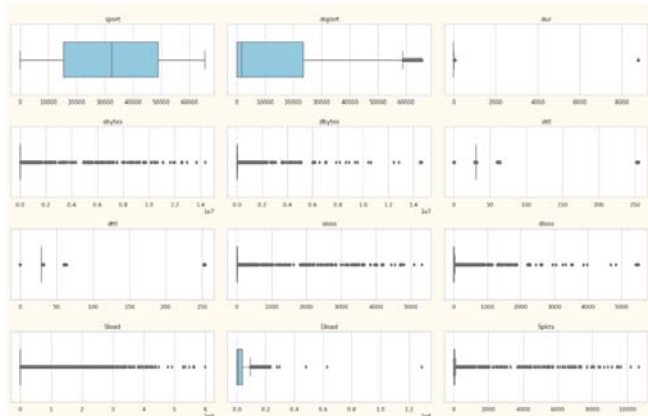


Рисунок 1 – Матрица boxplot

Применение статистических инструментов в Python позволяет определить, какие признаки больше всего влияют на целевую переменную Label (рис. 2).

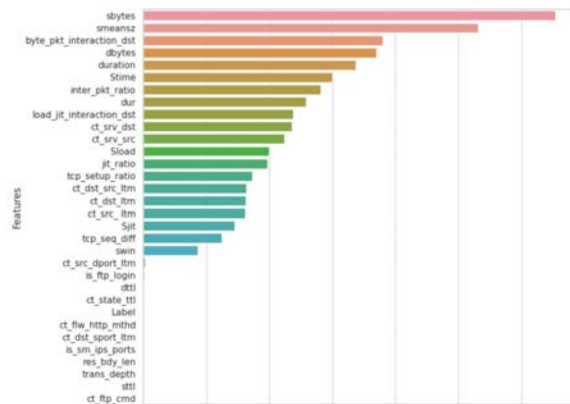


Рисунок 2 – Значимость признаков (Features)

Для обучения модели возьмем наиболее значимые признаки, отсеяв шум. Для этого исключим все признаки со значением 0.

Приступим к обучению построенной модели. В качестве оптимизатора был выбран один из самых популярных алгоритмов Adam. При создании экземпляра оптимизатора с `learning_rate = 0.001` и использовали функцию потерь

`categorical_crossentropy`. Выбор данной функции обусловлен необходимостью решения задачи многоклассовой классификации. Для корректной работы был создан callback `EarlyStopping` и установлено значение `patience=5`, чтобы модель останавливала обучение, если метрика на валидации не улучшается 5 эпох подряд. Результат обучения сохранялся в объекте `history`, который содержит информацию о изменении метрик во время обучения.

Конечный код будет выглядеть так:

```
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
adam = Adam(learning_rate=0.001)
model.compile(loss='categorical_crossentropy',optimizer =
'adam',metrics=['accuracy']) early_stopping_cb =
tf.keras.callbacks.EarlyStopping(patience=5, restore_best_weights=True)
CALLBACKS = [early_stopping_cb]
```

```
history = model.fit(x_train_scaled,y_train_one_hot,epochs=100,validation_data =
(x_test_scaled,y_test_one_hot),callbacks = CALLBACKS)
```

Модель корректно классифицирует около 70% примеров в тестовом наборе. Для многоклассовой классификации (например, 9 типов атак в UNSW-NB15) это приемлемый, но не выдающийся результат.

Значение функции потерь показывает, насколько предсказанные значения отличаются от полученных фактически. По данным, представленным на рисунке 3, можно сделать вывод, что модель не переобучилась. Это следует из схожести результатов тестовой и валидационной выборки.

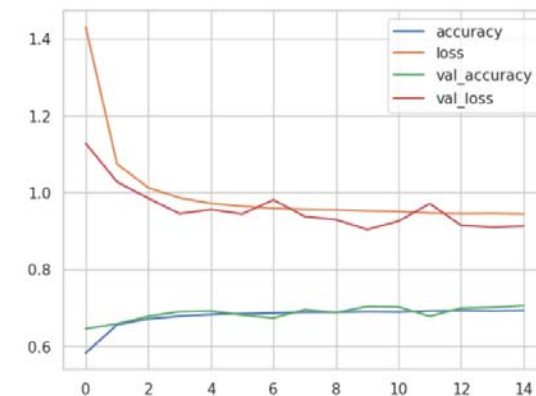


Рисунок 3 – Ошибки на тренировочных и валидационных данных

Верхние графики на рисунке 3 показывают хорошую сходимость тестовой и валидационной выборки по функции потерь. Нижние графики соответствуют точности. Они также подтверждают хорошие результаты обучения модели.

Исходя из полученных данных можем предположить, что модель была построена правильно, а, следовательно, возможно говорить о целесообразности и эффективности применения искусственного интеллекта в обеспечении инфор-

мационной безопасности. Кроме того, изучение датасета UNSW-NB15 позволило определить, что такие параметры, как длительность соединения (dur), объем передаваемых данных (sbytes, dbytes), TTL (sttl, dttl) и статистика пакетов (Spkts, Dpkts), являются наиболее значимыми для классификации аномалий.

Список литературы

1. Намиот Д.Е. Об устойчивости и безопасности систем искусственного интеллекта / Д.Е. Намиот, Е.А. Ильюшин // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – № 9. – С. 126-134.
2. Намиот Д.Е. Искусственный интеллект и кибербезопасность / Д.Е. Намиот, Е.А. Ильюшин, И.В. Чижов // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – № 9. – С. 135-147.
3. Тырышкин С.Ю. Информационная безопасность при использовании технологий нейронных сетей // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – № 4-1 (103). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-bezopasnost-pri-ispolzovanii-tehnologiy-neyronnyh-setey> (дата обращения: 21.02.2026).
4. Шананин В.А. Применение систем искусственного интеллекта в защите информации // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 11. – С. 201-205.
5. Jones S. Data Privacy and Protection Strategies in Infobusiness: Best Practices and Challenges / S. Jones, J. Davis // Journal of Information Privacy. – 2023. – № 15(4). – P. 321-336.
6. Kim H. Machine Learning Applications in Information Security for Infobusinesses / H. Kim, S. Lee // International Journal of Computer Science. – 2022. – № 25(1). – P. 75-89.
7. Li P. Learning from Limited Heterogeneous Training Data: Meta-Learning for Unsupervised Zero-Day Web Attack Detection across Web Domains / P. Li, Y. Wang, Q. Li, Z. Liu, K. Xu, J. Ren, Z. Liu, R. Lin // Proceedings of the ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. – 2023. – P. 1-15. – DOI: 10.1145/3576915.3623123.
8. Moustafa N. Explainable Intrusion Detection for Cyber Defences in the Internet of Things: Opportunities and Solutions / N. Moustafa, N. Koroniotis, M. Keshk, A.Y. Zomaya, Z. Tari // Computers & Security. – 2022. – Vol. 119. – Art. № 102757. – DOI: 10.1016/j.cose.2022.102757.
9. Ravi V. Deep Learning for Cyber Security Applications: A Comprehensive Survey / V. Ravi, M. Alazab, S. Kp, S. Srivivasan // TechRxiv. – 2021. – October. – DOI: 10.36227/techrxiv.16748161. – URL: https://www.techrxiv.org/articles/preprint/Deep_Learning_for_Cyber_Security_Applications_A_Comprehensive_Survey/16748161 (дата обращения: 25.04.2025).

ЯНЧЕНКО ДМИТРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент, проф.

ОСТАПЕНКО ДИАНА КОНСТАНТИНОВНА, магистрант

САЗОНОВА АНАСТАСИЯ АЛЕКСЕЕВНА, магистрант

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им А.К. Кортунова

ФГБОУ ВО Донской ГАУ

(e-mail: diana.ostapenko2002@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Статья посвящена значению кадастровой оценки в государственном управлении недвижимостью, налогообложении и регулировании рынка недвижимости. Рассматриваются современные подходы к повышению точности и эффективности кадастровых оценок посредством внедрения геоинформационных систем (ГИС), методов математического моделирования и цифровой трансформации процесса.

Ключевые слова: кадастровая оценка, налоговое регулирование, геоинформационные системы (ГИС), математическое моделирование.

Кадастровая оценка является одним из важнейших элементов государственного управления недвижимостью и имеет большое значение для налогообложения имущества, формирования доходной части бюджета и регулирования рынка недвижимости. Именно благодаря этому процессу обеспечивается объективность расчета налоговых обязательств собственников земельных участков и объектов капитального строительства, создаются условия для справедливого распределения налогового бремени между различными категориями налогоплательщиков. Сегодня развитие цифровых технологий открывает новые возможности для повышения качества и эффективности работ по кадастровой оценке земель. Одним из наиболее перспективных направлений здесь выступает использование геоинформационных систем (ГИС) и методов математического моделирования. Эти инструменты позволяют учитывать широкий спектр факторов, влияющих на стоимость земли, обеспечивают оперативное обновление оценочной информации и способствуют снижению ошибок и субъективизма при проведении массовых экспертиз [1].

Кадастровые оценки занимают центральное место в формировании налоговой базы, определяющей размер налогов на имущество физических лиц и организаций. Важно отметить, что именно точность и обоснованность оценки определяют справедливый уровень налоговой нагрузки, препятствуют возникновению конфликтов между собственниками и государством, формируют благоприятные условия для привлечения инвестиций и стимулирования экономической активности регионов.

Кадастровая оценка земельного участка представляет собой процесс определения рыночной стоимости земли в целях налогообложения и ведения единого

государственного реестра недвижимости. Этот показатель используется государственными органами для установления величины налога на землю, арендной платы за государственные участки, а также в иных ситуациях, связанных с управлением землей и имуществом.

Процедура кадастровой оценки включает сбор и обработку исходных данных, выбор метода оценки, проведение вычислений и утверждение полученных результатов соответствующими государственными структурами.

Геоинформационная система (ГИС) — это специализированная информационная технология, предназначенная для сбора, хранения, анализа и визуализации географически привязанных данных. Она интегрирует различные виды пространственной информации, включая карты, спутниковые снимки, геодезические измерения и статистику, предоставляя пользователям мощные средства для принятия управленческих решений [2].

ГИС играет ключевую роль в процессах кадастрового учета и землеустройства, поскольку позволяет систематизировать огромный объем разнородных данных о земельных участках, зданиях и сооружениях, интегрировать их с информацией о правовых статусах собственности, особенностях рельефа, транспортной доступности и экологическом состоянии территории.

Использование ГИС особенно актуально в крупных регионах с обширными территориями, сложной структурой ландшафта и множеством видов разрешенного использования земель. Современные ГИС-платформы предоставляют широкие возможности для автоматизированного проектирования границ земельных участков, расчета площадей и выявления нарушений прав пользования землями. Применение ГИС в области кадастра и оценки земель дает целый ряд важных преимуществ: высокая степень автоматизации процессов, сокращение временных и трудовых затрат; возможность построения многомерных моделей пространства, позволяющая оценивать влияние различных факторов на стоимость земли [3].

Благодаря таким качествам ГИС активно внедряются в практику органов власти и бизнеса, становятся основой для формирования эффективных схем организации городского хозяйства и рационального использования природных ресурсов.

Методы математического моделирования играют ключевую роль в кадастровой оценке земель. Они позволяют учесть разнообразные факторы, влияющие на стоимость земельных участков, такие как местоположение, качество почвы, доступность инфраструктуры и рыночные условия. Основными методами являются:

- Регрессионный анализ. Используется для выявления зависимостей между стоимостью земельного участка и различными факторами, такими как площадь, тип использования и близость к транспортным магистралям.
- Картографические модели. Применяются для визуализации распределения цен на землю и выявления закономерностей в их изменении.
- Статистические алгоритмы. Используются для расчета средней стоимости земли и определения отклонений от нее.

Интеграция геоинформационных систем (ГИС) и методов математического моделирования позволяет создать единую информационную среду кадастрового учёта, обеспечивая автоматизацию процессов сбора и обработки пространственных данных, повышая точность расчётов за счёт совместного использования обоих подходов.

Единая информационная среда кадастра объединяет базы данных, карты, схемы границ объектов недвижимости и средства анализа. Использование ГИС-технологий позволяет обеспечить визуализацию и хранение всей необходимой информации в цифровом виде, облегчая процессы мониторинга изменений земельного фонда и повышения эффективности управления земельными ресурсами.

Применение автоматизированных инструментов на основе ГИС позволяет существенно ускорить сбор данных и повысить их качество путём автоматического распознавания координат объектов, интегрированных геодезических измерений и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Интеграция ГИС и методов анализа способствует улучшению качества государственных услуг, созданию прозрачной и справедливой системы налогообложения, формированию устойчивого инвестиционного климата и эффективного управления земельными ресурсами.

Список литературы

1. Дубровский А.В. Методические подходы к моделированию и прогнозированию рационального использования земельных ресурсов с применением геотехнологий // Вестник СГУ-ГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-modelirovaniyu-i-prognozirovaniyu-ratsionalnogo-ispolzovaniya-zemelnyh-resursov> (дата обращения: 24.02.2026).
2. Мухамадеева А. Я. Картографическая визуализация ценового зонирования с использованием гис-технологий // Вестник науки. 2025. №6 (87). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kartograficheskaya-vizualizatsiya-tsenovogo-zonirovaniya-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy> (дата обращения: 24.02.2026).
3. Шмидт И.В., Латыпова А.М., Царенко А.А. Применение данных дистанционного зондирования земли для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур // Региональные геосистемы. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye> (дата обращения: 24.02.2026).

ЯНЧЕНКО ДМИТРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент, проф.
САЗОНОВА АНАСТАСИЯ АЛЕКСЕЕВНА, магистрант
ОСТАПЕНКО ДИАНА КОНСТАНТИНОВНА, магистрант
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
им А.К. Кортунова Донской ГАУ
(e-mail: diana.ostapenko2002@mail.ru)

ВИРТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАСЧЁТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК

Статья посвящена значению виртуальным моделям земельных участков как основы для расчета инвестиционной стоимости объектов АПК. Рассматриваются на примере российских и зарубежных компаний практическая эффективность внедрения виртуальных технологий для принятия инвестиционных решений.

Ключевые слова: виртуальное моделирование, цифровой двойник, инвестиционная привлекательность, агропромышленный комплекс (АПК), оценка инвестиций, геоинформационные системы (ГИС), цифровизация сельского хозяйства.

В современных условиях агропромышленный комплекс (АПК) сталкивается с необходимостью повышения эффективности и инвестиционной привлекательности на фоне глобальных вызовов, таких как изменение климата и рост населения планеты [1]. Ключевым фактором, определяющим успешность инвестиционных проектов в сельском хозяйстве, является точная и всесторонняя оценка потенциала основного производственного ресурса — земли. Традиционные методы оценки, основанные на ретроспективных данных и усредненных показателях, не способны учесть всего многообразия агроклиматических и производственных факторов. В этом контексте на передний план выходят технологии виртуального моделирования земельных участков, которые открывают новые горизонты для анализа и прогнозирования экономической эффективности капиталовложений в АПК.

Виртуальные модели земельных участков представляют собой динамические цифровые копии реальных сельскохозяйственных угодий, создаваемые на основе интеграции больших данных (Big Data), технологий интернета вещей (IoT), геоинформационных систем (ГИС) и искусственного интеллекта (ИИ) [2]. Эти модели, часто называемые "цифровыми двойниками", аккумулируют и анализируют в режиме реального времени информацию о состоянии почвы, рельефе, погодных условиях, стадиях роста растений и множестве других параметров.

Существует несколько ключевых типов виртуальных моделей, применяемых в АПК. Геоинформационные системы, такие как ArcGIS или QGIS, позволяют создавать многослойные электронные карты хозяйств, на которых отображаются агрохимические показатели почвы, история севооборота, данные о прове-

денных агротехнических мероприятиях. Передовые платформы, такие как Watson Decision Platform for Agriculture от IBM, идут дальше, создавая полноценные цифровые двойники полей, способные не только отражать текущее состояние, но и прогнозировать урожайность, моделировать влияние различных погодных сценариев и оптимизировать использование ресурсов.

Использование виртуальных моделей способствует кардинальному пересмотру подходов к расчету инвестиционной стоимости сельскохозяйственных объектов. В то время как классическая оценка основывается на затратном или сравнительном методах, цифровизация создает условия для полноценного применения доходного подхода, так как позволяет с высокой точностью моделировать будущие финансовые потоки.

Ключевыми показателями для оценки инвестиционных проектов служат чистая приведенная стоимость (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR), расчет которых невозможен без точного прогноза доходов и расходов. Именно виртуальные модели становятся информационной основой для такого рода прогнозов. Например, путем моделирования различных схем применения удобрений и средств защиты растений можно детально просчитать будущие затраты. Параллельно, анализ данных о плодородии почвы, климате и агротехнологиях дает возможность спрогнозировать количественные и качественные показатели урожая, формируя тем самым доходную часть проекта.

Данные, получаемые с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и спутникового мониторинга, интегрированные в виртуальную модель, позволяют осуществлять точечное земледелие. Это, в свою очередь, ведет к существенной экономии ресурсов. Исследования показывают, что внедрение технологий точного земледелия может сократить расход удобрений и средств защиты растений на 15-30% и повысить урожайность на 15-20%. Эти количественные показатели напрямую используются при построении финансовой модели инвестиционного проекта, делая оценку его эффективности более объективной и обоснованной [3].

Эффективность применения виртуальных моделей для обоснования инвестиций подтверждается множеством примеров как в России, так и за рубежом. Крупный российский агрохолдинг «РусАгро» активно внедряет технологию цифровых двойников для автоматизации управления полями. Электронные модели позволяют получать точные данные о границах посевных зон и состоянии культур, что оптимизирует работу техники и помогает в прогнозировании урожая, напрямую влияя на планирование доходов и инвестиционную стратегию компании [3].

В Казахстане запуск пилотных проектов по точному земледелию продемонстрировал возможность повышения урожайности на 20% при одновременном снижении производственных затрат более чем на 15%. В Новой Зеландии кооператив Waimakariri Irrigation Limited использует цифровой двойник водосбора площадью 23 000 гектаров для оптимизации систем орошения, что критически важно для оценки инвестиций в засушливых регионах. Американская компания Bowery Farming, создав цифровой двойник своих тепличных комплексов, доби-

лась двукратного ускорения роста урожая и снижения расхода воды на 95%, что является ярким примером повышения инвестиционной привлекательности за счет технологической интенсификации [2].

Эти примеры наглядно демонстрируют, что виртуальная модель земельного участка становится не просто инструментом агронома, а ключевым элементом системы поддержки принятия инвестиционных решений, позволяя с высокой точностью оценить возврат на инвестиции (ROI) еще на прединвестиционной фазе проекта. Таким образом, инвестиции в создание и внедрение виртуальных моделей земельных участков сегодня являются стратегическим вложением в повышение конкурентоспособности и устойчивости агробизнеса в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Варганова М. Л. Отечественная и зарубежная практика цифровой трансформации сельского хозяйства в обеспечении продовольственной безопасности страны // Вестник Академии знаний. 2021. №46(5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otechestvennaya-i-zarubezhnaya-praktika-tsifrovoy-transformatsii-selskogo-hozyaystva-v-obespechenii-prodovolstvennoy-bezopasnosti/viewer> (дата обращения: 05.03.2026).

2. Косинский П. Д., Рада А. О., Федулова Е. А. Разработка методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-otsenki-effektivnosti-vnedreniya-tsifrovyyh-tehnologii-v-agropromyshlennom-komplekse> (дата обращения: 05.03.2026).

3. Урасова А. А., Глезман Л. В., Федосеева С. С. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве РФ: оценка региональной популярности потребительских предпочтений // Экономика региона. 2023. Т. 19, № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-selskom-hozyaystve-rf-otsenka-regionalnoy-populyarnosti-potrebitelskih-predpochteniy/viewer> (дата обращения: 05.03.2026).

Технологии, машины и оборудование для АПК

АТАЕВА ТАИБАТ АМИРАХМЕДОВНА, старший преподаватель
Дагестанский государственный университет народного хозяйства

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИИ РОССИИ

Российский агросектор демонстрирует признаки устойчивого развития, что подтверждается стабильным объемом инвестиций в сельскохозяйственную отрасль и усилением соперничества между производителями. В агропромышленном комплексе наблюдается прогресс как в использовании, так и в качестве передовых технологий, включая системы сбора, архивирования и анализа информации. Активно задействуются данные, полученные посредством спутниковых наблюдений, сенсоров, а также из операционных и транзакционных баз.

Ключевые слова: АПК, сектор, автоматизация, экономика, инвестиции, инновации, сельское хозяйство.

Сельское хозяйство долгое время оставалось непривлекательным для инвесторов сектором. Это было обусловлено длительными производственными циклами, высокой подверженностью природным рискам, значительными потерями урожая на разных этапах (выращивание, сбор, хранение), неспособностью автоматизировать биологические процессы и отсутствием существенного роста производительности или внедрения инноваций [1]. Информационные технологии в аграрной сфере ограничивались применением компьютеров и программного обеспечения для финансового учета и управления торговыми операциями. Лишь недавно фермеры начали активно использовать цифровые решения для контроля за посевами, поголовьем скота и другими аспектами агропроизводства.

Российское правительство инициировало создание единой цифровой платформы для всего агропромышленного комплекса с использованием искусственного интеллекта. Эта платформа призвана объединить разрозненные государственные информационные системы, внедрить сервисную модель управления отраслью и стать центром знаний, аккумулирующим образовательные программы, научные разработки и инновационные проекты [3].

Кроме того, кабинет министров утвердил комплекс мер, направленных на ускорение технологического развития АПК. Среди них — приоритетная государственная поддержка компаний, внедряющих инновации, разработка особого налогового режима для финансирования новых исследований и запуск научной программы по повышению плодородия почв [4]. Отдельное внимание уделяется мотивации ученых путем расширения системы материальных и социальных поощрений.

Для усиления позиций на мировом рынке министерствам поручено оптимизировать логистические цепочки, сократив сроки реализации инфраструктурных проектов на внутренних водных путях и разработав дифференцированные тарифы на железнодорожные перевозки [2]. Также планируется разработка мер по продвижению российских агротехнологий и продукции АПК на международных электронных торговых площадках.

Технологический прогресс привлек внимание крупных технологических компаний к аграрному сектору. Совместно с партнерами они начали осваивать полный контроль над циклами растениеводства и животноводства с помощью "умных" устройств. Эти устройства собирают и обрабатывают данные о текущих параметрах каждого объекта и его окружения (оборудование, датчики, измеряющие состояние почвы, растений, микроклимат, характеристики животных и т.д.), а также обеспечивают бесперебойную связь между ними и внешними партнерами.

Цифровизация агропромышленного комплекса набирает обороты. Информационные системы, разрабатываемые Минсельхозом России, позволяют перевести многие процессы и документооборот в онлайн-формат. Это, в свою очередь, повышает прозрачность АПК и обеспечивает прослеживаемость продукции от производителя до конечного потребителя.

Всего в АПК действует 8 основных информационных систем с четко определенным функционалом. Государство получает полную информацию о состоянии отрасли. К таким системам относят:

1. Федеральная государственная информационная система учета и регистрации самоходных машин и прицепов к ним. Предназначена для органов гостехнадзора, а технологический портал – для граждан и организаций. Система поможет государству точно знать количество и получать информацию о состоянии сельскохозяйственной техники.

2. Система предоставления государственных услуг Минсельхоза России в электронном виде. По сути, это аналог Госуслуг для тех, кто занимается сельхозпроизводством. На портале можно подать заявление об изменениях в государственном племенном регистре, зарегистрировать агрохимикат и даже подать заявку на получение субсидии.

3. Автоматизированная информационная система реестров, регистров и нормативно-справочной информации. Она нужна, чтобы автоматизировать процессы предоставления оказываемых Минсельхозом госуслуг – в части ведения реестров, регистров и НСИ.

4. Единая Федеральная информационная система о землях сельхозназначения. Данные в систему вносят фактически пользователи земельных участков – например, арендатор, если земля сдается в аренду.

5. Государственная информационная система «Информационно-аналитическая система оперативного мониторинга и оценки рисков состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства».

6. Федеральная государственная информационная система прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна. Эта система автоматизирует сбор, обра-

ботку, хранение и анализ всей информации, связанной с движением зерна от производства до переработки и утилизации.

7. Федеральная государственная информационная система «Семеноводство», в которой ведут учет семян при производстве, хранении, транспортировке и реализации – включая услуги в области семеноводства – и во время сделок с семенами. Еще система обеспечивает возможность анализа и обработки информации и контроля за ее достоверностью.

8. Федеральная государственная информационно-аналитическая система племенных ресурсов, которая предназначена для регистрации и учета племенных животных и племенных стад, племенных хозяйств, разрешений на импорт племенной продукции.

Отечественным предприятиям необходимо учитывать мегатренды и их влияние на бизнес: ставить цифровизацию в приоритет, обновлять стратегические планы, включая экспортные стратегии, уделять внимание программам развития кадрового потенциала [5]. В АПК будущего большинство бизнес-процессов будет автоматизировано, вырастет количество инициатив по устойчивому развитию и продуктов с новыми свойствами

На сегодняшний день специалисты выделяют несколько перспективных направлений применения ИТ, средств автоматизации и роботизации в сельском хозяйстве:

1. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Область применения БПЛА в сельском хозяйстве весьма обширна: их можно применять для анализа состояния почвы, для наблюдения за урожаем, для обработки урожая, для внесения удобрений в почву, кроме того, есть успешный опыт использования БПЛА для посадки семян и растений в труднодоступной местности.

2. Применение беспилотной сельскохозяйственной техники (альтернатива тракторам и комбайнам). В данном случае речь идет о разработке техники, способной работать автономно, самостоятельно выполнять задачи без участия машиниста. Идея создания беспилотного трактора была предложена Френком Андрью в начале 1940-х гг., но лишь в XXI веке, с развитием ИТ и программирования появилась реальная возможность реализовать эту идею в полном объеме. Использование беспилотной сельскохозяйственной техники позволит существенно снизить затраты на обслуживание уже устаревшей, классической техники.

3. Применение геоинформационных систем (ГИС-технологии). Отличительной особенностью ГИС от других видов систем является связь информации с координатами на карте, это позволяет визуализировать полученную информацию представив ее в виде графической модели.

4. Использование распределенных реестров данных (Блокчейн). Одно из наиболее востребованных направлений применения ИТ в сельском хозяйстве. Использование технологии хранения данных позволит всем предприятиям АПК объединиться в единую информационную сеть, оперативно обновлять данные, сократит время обмена информацией между предприятиями,

5. Разработка и применение специализированных управляющих системы для АПК. Основная задача управляющих систем - это интегрирование всех применяемых предприятием ИТ в единый системно-аппаратный комплекс.

6. Использование интернета вещей (Internet of Things, IoT). Это концепция, которая предполагает возможность взаимодействия физических объектов между собой и с внешним миром без участия человека. Иными словами, интернет вещей предполагает отсутствие человека в тех процессах, которые могут быть автоматизированы.

Цифровизация и автоматизация максимального количества сельскохозяйственных процессов входит как осознанная необходимость в стратегии развития крупнейших агропромышленных и машиностроительных компаний в мире.

Список литературы

1. Галушина П.С., Кравчук А.А. Применение информационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // АОН. 2023. №1.

2. Оборин М. С. Цифровые инновационные технологии в сельском хозяйстве // АВУ. 2022. №5 (220).

3. Хасбулатова, Б. М. Государственная финансовая поддержка АПК регионов России / Б. М. Хасбулатова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2018. – № 7. – С. 129-134.

4. Хасбулатова, Б. М. Приоритетные направления развития АПК в Республике Дагестан / Б. М. Хасбулатова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2018. – № 7. – С. 113-117. – EDN YOTIAP.

5. Широбокова Алевтина Александровна, Мохаммад Дарья Александровна, Руднев Сергей Георгиевич Перспективы автоматизации систем управления в агропромышленном комплексе России // Журнал прикладных исследований. 2024. №11.

УДК 631.372

БИШУТИН СЕРГЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ, д.т.н., профессор
АНДРОСЕНКО ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ, аспирант
 Брянский государственный технический университет
 (e-mail: nad-bisch@yandex.ru)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ КОЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Рассмотрены дефекты деталей пар трения дифференциалов колесной сельхозтехники, формируемые при эксплуатации машинно-тракторного парка в сложных дорожных условиях. Сформулированы рекомендации по совершенствованию технической эксплуатации машинно-тракторного парка во избежание критических отказов дифференциалов колесной техники.

Ключевые слова: колесная сельхозтехника; заедание (схватывание) деталей дифференциалов; дефекты деталей.

Колесные тракторы и сельхозмашины (К-701, К-703, К-744, ХТЗ-181, ХТЗ-242, КЗС-1218, РСМ-1300 и др.) эксплуатируются в сложных условиях при вы-

соких динамических, ударных и вибрационных нагрузках. Одним из ключевых и тяжело нагруженных узлов их трансмиссий является дифференциал, обеспечивающий распределение крутящего момента между ведущими колесами и компенсацию разности их угловых скоростей при поворотах, неровностях пути или буксовании [1]. Надежность и ресурс дифференциала напрямую зависят от триботехнических показателей сопряжений его подвижных деталей (рис.1).



Рис.1. Детали пар трения дифференциала колесной техники

Критические отказы, приводящие к разрушению деталей дифференциалов, как правило, связаны с заеданием (схватыванием) поверхностей трения из-за чрезмерного нагрева [1]. Поэтому в первую очередь следует контролировать температуру фрикционного разогрева, существенно влияющую на процессы схватывания при трении.

В ходе дальнейших исследований были определены условия работы дифференциалов, при которых температура фрикционного разогрева достигает более 120°C, для выработки рекомендаций по предотвращению разрушения смазочной пленки и заедания (схватывания) поверхностей деталей (рис.2).



Рис. 2. Вид поверхностей трения шестерен дифференциала вследствие заедания (схватывания)

Расчет температуры фрикционного разогрева рассматриваемых трибосопряжений дифференциала происходил следующим образом:

1. Подготовка исходных данных (материалы и размеры контактирующих поверхностей, параметры качества поверхностей трения и смазочного материала, диапазоны действующих нагрузок и частот вращения дифференциала, теплофизические характеристики применяемых материалов, продолжительность режимов работы дифференциала и др.).

2. Расчет частот вращения и нагрузок, действующих на шестерни, при различных режимах работы дифференциала.

3. Решение модифицированного уравнения Рейнольдса с поправками на шероховатость поверхностей с учетом закона сохранения энергии при трении [2, 3] и определение требуемых триботехнических показателей для различных режимов работы дифференциала.

4. Определение условий, при которых температура фрикционного разогрева достигает более 120°C, что приводит к разрушению смазочной пленки и заеданию (схватыванию) поверхностей

Известно также, что состояние трансмиссионного масла существенно влияет на интенсивность изнашивания и ресурс деталей дифференциалов [4, 5]. Со временем качество масла ухудшается, оно загрязняется и теряет свои свойства, что ведет к преждевременному износу деталей и отказу дифференциала. В масле появляются твердые механические примеси (частицы износа). Эти примеси существенно ускоряют изнашивание деталей и узлов машин при их смазывании некачественным маслом.

Учитывая вышеизложенное, были сформулированы следующие рекомендации по предупреждению схватывания (заедания) подвижных деталей дифференциалов колесной техники машинно-тракторного парка.

1. В качестве материалов трибосопряжений дифференциалов следует использовать сочетания цементируемых закаленных сталей (18ХГТ, 20ХГНМ, 20ХНЗА, 25ХГТ) и среднеуглеродистых закаленных сталей (40ХН, **40ХГТР**, **40ХНМА**). Для особо тяжелых условий эксплуатации машин необходимо использовать азотируемые стали 38Х2МЮА и **40ХН2ВА** в сочетании с цементируемыми сталями **20ХГНМГА** или **20Х2Н4А**.

2. Шероховатость контактирующих поверхностей трибосопряжений дифференциалов по параметру Ra должна быть в пределах от 0,5 до 0,8 мкм.

3. Для смазки использовать трансмиссионные масла с классом вязкости 75W-90 или 80W-90 категории API GL-5 (масло с высокой (до 6,5%) концентрацией противозадирных присадок для использования в тяжелых условиях эксплуатации).

4. Замену трансмиссионного масла для смазки дифференциала проводить при каждом техническом обслуживании колесной машины.

5. Время работы дифференциала при пробуксовке колеса с максимальной нагрузкой не более минуты.

Предложенные рекомендации позволят предотвратить критические отказы дифференциалов машин и до нескольких раз сократить расходы на ремонт сельхозтехники.

Список литературы

1. Бишутин, С.Г. Дефекты деталей и причины выхода из строя дифференциалов автомобилей/ Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сб. матер. VII Междунар. науч.-практич. конф., 21 – 23 ноября 2023 г./ Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева; под ред. Д.М. Дубинкина. – Кемерово: 2023. – С330-333.

2. Мышкин, Н.К. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии/ Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец. – Москва: Физматлит, 2007. – 368 с.

3. Справочник по триботехнике. В 3 т. Т.1. Теоретические основы/ под общ. ред. М. Хебды и А. В. Чичинадзе.– Москва: Машиностроение, 1989. – 400 с.

4. Бишутин, С.Г. Техническая эксплуатация автотранспортных средств/ С.Г. Бишутин. – Брянск: БГТУ, 2020. – 84 с.

5. Кириченко, Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы/ Н.Б. Кириченко. – М.: Издательский центр «Академия», 2012 – 208 с.

ВОЛКОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, д.с.-х.н., профессор

СИВАК ЕЛЕНА ЕВГЕНЬЕВНА, д.с.-х.н., профессор

ЮШКОВ АЛЕКСЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ, студент

СУРЕНКОВ ПАВЕЛ МИХАЙЛОВИЧ, аспирант

Курский государственный аграрный университет

имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия

(e-mail: elena.sivak.77@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ РЕНОВАЦИИ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА

В данной статье рассматриваются методы восстановления стрелчатых лап культиватора, их преимущества и особенности применения в современном мире, влияние на агротехнические показатели.

Ключевые слова: реновация, стрелчатая лапа, культиватор, долговечность, упрочнение, восстановление, сельскохозяйственные машины.

Стрелчатая лапа культиватора представляет собой специализированную часть, которая предназначена для обработки почвы. Как правило, она используется для рыхления, аэрации, уничтожения сорняков, создавая более ровное поле, поверхности для успешного посева. Однако в процессе эксплуатации стрелчатая лапа культиватора подвержена постоянным механическим, температурным и другим нагрузкам, спровоцированным множеством различных факторов, таких как: качество почвы, которая может иметь большое количество корней или камней, а в зависимости от климатических условий, может быть влажной или сухой, с некоторым содержанием песка или глины. Немаловажным фактором является также глубина и частота обработки – чем они больше, тем выше износ рабочего органа. [1]

Реновация деталей сельскохозяйственной техники представляет собой процесс восстановления, модернизации и улучшение старых или изношенных компонентов машин и оборудования, используемых в сельском хозяйстве. Необходимость восстановления и упрочнения стрелчатой лапы культиватора обусловлена тем, что при контакте с влажной почвой она начинает быстрее стираться и терять свою эффективность разрыхления, увеличивая при этом затраты топлива у сельскохозяйственной машины. [2] Реновация стрелчатых лап также может включать в себя ее модернизацию, например, изменение геометрии рабочего органа или улучшение его материала может увеличить долговечность и эффективность работы. Экономическая целесообразность реновации с применением различных методов (наплавка, механическая обработка и др.) заключается в том, что восстановление чаще всего обходится гораздо дешевле, чем покупка новой детали. На рис. 1 приведена схема стрелчатой лапы культиватора.

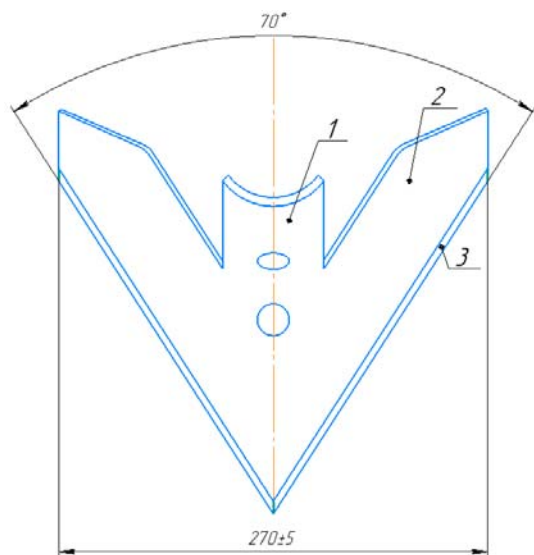


Рисунок 1 Стрелчатая лапа культиватора

Существует множество методов восстановления стрелчатой лапы культиватора, однако самым эффективным и экономически целесообразным является наплавка. [3]

Наплавка представляет собой технологический процесс нанесения покрытия в виде расплавленного металла на поверхность обрабатываемой детали. Рассматриваемый метод позволяет увеличить срок службы детали, восстановить ее геометрию и улучшить износостойкость. Одна из особенностей наплавки – она может использоваться при обработке различных видов поверхностей: конические, сферические, цилиндрические или плоские. Существует несколько видов

наплавки: лазерная, электродуговая, газопламенная и плазменно-порошковая. Однако мы подробнее рассмотрим только одну из них. [4]

Плазменно-порошковая наплавка основана на расплавлении поверхности заготовленного материала посредством плазменной дуги и нанесении при этом наплавляемого материала в виде порошка из металла. Плазменная дуга создается при помощи специальных устройств, называемых плазмотронами. Плазма – это ионизированный газ, нагретый до значительно высокой температуры, имеющий способность к проведению электрического тока. Плазменно-порошковая наплавка формирует на поверхности обрабатываемой детали равномерные наплавленные валики и имеет широкий спектр регулировки ее характеристик (точность, толщина наплавляемого слоя). [5]

Перед процессом наплавки следует провести ряд подготовительных мероприятий. Для начала стрелчатая лапа культиватора должна быть проверена путем визуального осмотра на наличие трещин, сколов, грязи и других механических дефектов. Если они имеются – их следует немедленно удалить. После очистки от загрязнений проводится механическая обработка детали, проточка до чистого металла, удаление следов коррозии, трещин и прочих недостатков. Далее, производится наплавка первого слоя с заданными параметрами, после чего снова производится визуальный осмотр с целью выявления каких-либо дефектов. После нанесения второго слоя проводится контрольный визуальный осмотр и чистовая шлифовка. [6]

Оборудование и процессы реновации стрелчатых лап культиватора могут быть схожи, однако следует выделить наиболее перспективный – метод плазменно-порошковой наплавки. [7] За счет своей низкой комплексности процесса и минимальном количестве наплавочных материалов этот способ имеет преимущество перед остальными. В ходе анализа рынка, который был проведен в 2022 году, было выявлено, что средняя стоимость стандартной стрелчатой лапы составила порядка 800 рублей. В настоящее время (2025г.) стоимость аналогичных стрелчатых лап увеличилась до 1800 рублей, что связано с ростом цен на сырье. [8] Приведенные сведения делают восстановление и модернизацию уже имеющихся компонентов как никогда актуальными и экономически целесообразными, поскольку такой метод станет лучшим решением, как для малых, так и для крупных аграриев [9].

Список литературы

1. Черноиванов, В.И. Организация и технология восстановления деталей машин / В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин, И.Г. Голубев. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 568с.
2. Подкатилов, К.Е. К вопросу самозатачивания культиваторных лап с верхним упрочнением твердым сплавом / К.Е. Подкатилов // Проектирование рабочих органов уборочных почвообрабатывающих с.- х. машин, агрегатов для кормопроизводства: Межвузовский сб. ВИСХОМ. - Ростов-на-Дону. - 1982. - С. 98-104.
3. Волкова С.Н. Анализ линейчатых поверхностей строительных конструкций/ Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Морозова В.В. Сивак Е.Е. // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. Т. 24. № 3. С. 111-120.
4. Волкова С.Н. Последствия антропогенного воздействия в развитии сельского хозяйства/ Волкова С.Н., Майоров Ю.И., Сивак Е.Е., Мясоедова М.А., Потемкин С.Н. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 78-80.

5. Волкова С.Н. Моделирование упрочненных конструкций в строительстве / Волкова С.Н., Шлеенко А.В., Сивак Е.Е., Морозова В.В. // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 3 (1027). С. 19-21.

6. Sivak E., Relationships that determine the quantitative block of financing in the scientific-informational and educational-production environment/E. Sivak E., S. Volkova, O. Pankratyeva, A. Shleenko // в сборнике: e3s web of conferences. 14. rostov-on-don,- 2021.

7. Sivak E., Volkova S., Transformation of land resources as a result of anthropogenic impact . // В сборнике: e3s web of conferences. 13. сеп. "13th international scientific and practical conference on state and prospects for the development of agribusiness, interagromash 2020" 2020. с. 06002.

8. Волкова С.Н. Прогнозируемая динамика общей биомассы, рассматриваемая в глобальных моделях биосферы/ Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Шлеенко А.В., Кривдина О.А. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016.- №8.- С.77-80.

9. Белова Т. В. Линейные модели в экономических исследованиях/ /Аграрная наука.- 2007. №7. -С. 5-6

ГОРОХОВЦЕВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ, аспирант,

Брянский государственный инженерно-технологический университет,

г. Брянск, Россия

(e-mail: alexeygorokhovcev@mail.ru)

ШАТОХИН ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ, магистрант,

БЕЛОУСОВ НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ, к. т. н., доцент,

Курский государственный аграрный университет

имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия

(e-mail: belnikiva@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА ДЕНДРОФЛОРУ

В статье рассматривается влияния кислотности почвы на рост и развитие дендрофлоры. Приведены причины и показатели, влияющие на увеличения кислотности почв зеленых насаждений парков; рассмотрены некоторые виды кислотоустойчивых культур, которые предпочитают кислый уровень почвы.

Ключевые слова: кислотность, дендрофлора, почва, питательные вещества, влияние, культура.

На рост и развитие растений большое влияние оказывает кислотность почвы. Почва является основой для жизненного цикла растительности, как сельскохозяйственных культур, так и дендрофлоры. Для дендрофлоры озеленения парков, кислотность почвы является важным показателем, так как корневая система расположена в разных почвенных горизонтах, а произрастание деревьев происходит по многолетнему циклу. Дендрофлора зелёных насаждения городских парков оказывают положительное воздействие на окружающую экологию [1-5].

Кислотность почвы формируется из концентрации ионов водорода (H^+) в почвенном растворе и выражается величиной рН. Нейтральными почвами счи-

таются по уровню рН почвы от 6,5 до 7,5. Соответственно кислыми с уровнем рН меньше 6,5, а щелочными с уровнем рН больше 7,5 единиц. По максимальным величинам в природе встречаются сильнощелочные почвы, солонцы имеют уровень рН до 10 единиц, а сильнокислые, болотные почвы имеют уровень рН от 3,5 единиц.

Причинами, увеличения кислотности почв зеленых насаждений парков являются: высокий уровень атмосферных осадков, вымывающих из почвы кальция, магний и калий, которые являются основными элементами, снижающие кислотность. Подстилка из хвои сосны или ели, разлагаясь, также подкисляет почву. Антропогенное влияние: кислотные дожди, это следствие загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий и транспорта, оксиды серы и азота. Интенсивное использование минеральных удобрений, например аммонийных, также снижает уровень рН. Деграция почвенного покрова: уплотнение почвы, разрушение его структуры, сокращение биоразнообразия почвенной микрофауны нарушают естественные буферные системы, регулирующие кислотность.

По механизму влияния кислотности на дендрофлору и доступности в питательных веществах, рН напрямую регулирует растворимость макро и микро-элементов. В почвах с уровнем кислотности рН меньше 5,5, увеличивается подвижность алюминия, марганца, это вызывает токсичность для корневой системы растений. При этом уменьшается доступность фосфора, подавляется деятельность азотофиксирующих бактерий, что негативно сказывается на усвояемости дендрофлоры азотом. Структура корней на кислых почвах ухудшается, происходит укорачивание и снижается разветвление корневой системы. Но некоторые виды деревьев являются кислотоустойчивыми, к ним относятся хвойные породы, под кроной этих деревьев от хвои образуется кислая среда, что для других растений является губительной атмосферой, а хвойные породы успешно растут на подзолистых и торфяно-болотных почвах. Некоторые виды традиционных ягодных культур предпочитают болотистые и кислые почвы, они довольно успешно растут и развиваются даже при кислотности по уровню рН от 3,5 до 5,0, к таким культурам относятся: клюква болотная и крупноплодная, голубика, брусника. Если борьба с кислотностью почвы, на некоторых участках вызывает затруднение, то данный недостаток почвы создаёт условия для посадки и разведения кислотоустойчивых культур, плоды и ягоды которых являются уникальными и полезными с точки зрения ценности содержания питательных веществ и витаминов.

На участках парковых насаждений, где необходимо использовать виды растений чувствительных к кислотности требуется проводить известкование и внесение химических мелиорантов содержащих кальций содержащие вещества. Вопросами улучшения плодородия и известкования кислых почв занимались авторы работ [6-12]. Процесс известкования кислых почв, требует предварительного агрохимического анализа почвы и профессионального подхода. Дозы внесения извести и химических мелиорантов на основе извести содержащих веществ рассчитываются в зависимости от уровня показателя рН почвы и меха-

нического состава почвы, т.е. содержания глины, песка и ила. Данный показатель так же является ключевым критерием при расчёте дозы внесения извести. На песчаных и супесчаных почвах требуется меньшая доза внесения извести содержащих мелиорантов, чем на глинистых и суглинистых. Анализ почв Курской области показывает [13-15], что до 60% занимают почвы с кислой реакцией среды.

Кислые почвы в парках, являются экологическим параметром, который требует грамотного управления, можно вместо дорогостоящих и затратных операций, направленных на снижение кислотности, применить рациональный подход, направленный на подбор дендрофлоры кислотоустойчивых насаждений. Создание парковых ландшафтов, основанных на принципах экологической совместимости, позволяет не только снизить затраты на содержание, но и получить здоровые, устойчивые насаждения, демонстрирующие свою природную красоту в условиях, оптимальных для их развития.

Кислотность почвы, это существенный показатель, который определяет видовой состав, рост и развитие дендрофлоры. Рациональный показатель уровня кислотности pH путём мелиорации и грамотного подбора видов позволяет: увеличить укореняемость молодых деревьев, увеличить рост древостоев, снизить риск заболеваний, связанных с дефицитом элементов.

Регулярный контроль агрохимических показателей почвы, подбор определённых видов дендрофлоры на возделываемых почвах, является высоким залогом развития и роста здоровой дендрофлоры зелёных парков и скверов.

Список литературы

1. Ландшафтно-экологическое обоснование рекреационного лесопользования в зеленой зоне Брянской области / А. В. Скок, А. А. Скок, А. О. Филонова, В. Н. Сорокопудов // Научно-агрономический журнал. – 2025. – № 1(128). – С. 35-41. – DOI 10.34736/FNC.2025.128.1.005/35-41. – EDN NRYFUP.
2. Соловьева, С. Ф. Применение Sorbus aucuparia L. В зеленых насаждениях Г. Брянска / С. Ф. Соловьева, А. В. Скок, С. Н. Шлапакова // I чтения памяти Г.К. Тавлиновой : сборник трудов международной конференции, Санкт-Петербург, 29 ноября – 01 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2024. – С. 85-90. – EDN ZBXASA.
3. Гороховцев, А. О. Оценка текущего состояния зеленых насаждений парка Победы в Г. Воронеже / А. О. Гороховцев, А. В. Скок // Вестник молодого ученого БГИТУ : Сборник статей, посвященный 95-летию университета, Брянск, 24 мая 2024 года. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2024. – С. 252-254. – EDN GSQQDM.
4. Скок, А. В. Состояние зеленых насаждений промышленных предприятий Г.Брянска / А. В. Скок, А. А. Скок // Экономическая политика и ресурсный потенциал региона : Сборник научных статей VII Всероссийской научно-практической конференции, Брянск, 18 апреля 2024 года. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2024. – С. 35-37. – EDN BYZJLQ.
5. Гороховцев, А. О. Фенологические исследования Prunus padus L. «Watereri» в условиях города Воронежа / А. О. Гороховцев, А. В. Скок // Вестник БГИТУ : Сборник статей, посвященный 95-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета. – Брянск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный инженерно-технологический университет", 2025. – С. 80-83. – EDN EBYTLE.

6. Трутаева, Н. Н. Экологическое значение кальцийсодержащих соединений и органических удобрений в окультуривании почв Центрального Черноземья : специальность 11.00.11 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Трутаева Нина Николаевна. – Курск, 1998. – 19 с. – EDN ZKSIDF.

7. Лазарев, В. И. Влияние кальцийсодержащих соединений на микробиологическую активность и физико-химические свойства почвы / В. И. Лазарев, Н. Н. Трутаева // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 10. – С. 7-9. – EDN ISDATL.

8. Применение известковых материалов / В. Е. Желудев, А. П. Рудаков, В. И. Варавин, Н. И. Белоусов // 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. 244-249. – EDN PLHUYP.

9. Касьянов, А. В. Улучшение процесса внесения известковых материалов / А. В. Касьянов, В. С. Воробьев, Н. И. Белоусов // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата : Сборник материалов IV международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 21–22 марта 2024 года. – Саратов: ООО "Медиамир", 2024. – С. 395-400. – EDN QRRWRA.

10. Воропаев, А. Е. К вопросу эксплуатации почвообрабатывающих машин в условиях серых лесных почв / А. Е. Воропаев, С. А. Кулакова, Н. И. Белоусов // Молодежь и XXI век - 2025 : сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 20–21 февраля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 240-243. – EDN LUZPPT.

11. 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. – EDN CDHGNY.

12. Белоусов, Н. И. Повышение эффективности работы агрегата на внесении извести : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Белоусов Николай Иванович. – Курск, 2002. – 198 с. – EDN QDRBIV.

13. Воропаев, А. Е. Анализ почв Курской области / А. Е. Воропаев, С. В. Гревцев, Н. И. Белоусов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 365-368. – EDN BGCPEZ.

14. Воропаев, А. Е. Состав пахатных почв Курской области / А. Е. Воропаев, С. В. Гревцев, Н. И. Белоусов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 361-364. – EDN XAIKAT.

15. Воропаев, А. Е. Характеристика чернозёмов Курской области / А. Е. Воропаев, С. А. Кулакова, Н. И. Белоусов // Проблемы развития современного общества : сборник научных статей 10-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, Курск, 23–24 января 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 464-467. – EDN FOPEBN.

ДАНИЛОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ, студент
МОРОЗОВА ВИКТОРИЯ ВИКТОРОВНА, к.п.н., доцент
Курский государственный аграрный университет, г. Курск, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В статье представлен обзор и анализ современных методов технического сервиса, базирующихся на цифровизации процессов и инновационных технологиях восстановления деталей. Рассмотрены возможности применения цифровых двойников и CALS-технологий для управления жизненным циклом машин, а также прорывные разработки в области очистки и упрочнения деталей, включая гидродинамическую кавитацию, газотермическое напыление и реверс-инжиниринг. Сделан вывод о том, что синергия цифровых и физических технологий является ключевым фактором повышения эффективности ремонтного производства и снижения себестоимости продукции АПК.

Ключевые слова: технический сервис, сельскохозяйственная техника, цифровой двойник, ремонт и восстановление, гидродинамическая кавитация, реверс-инжиниринг, газотермическое напыление.

Современный этап развития агропромышленного комплекса России характеризуется высокой степенью насыщения энергонасыщенной техникой, значительная часть которой имеет высокую стоимость и импортное происхождение. В условиях санкционных ограничений и стратегии достижения технологического лидерства, вопросы эффективного технического сервиса, продления срока службы машин и импортозамещения комплектующих приобретают критическое значение [1,7]. Традиционные подходы к ремонту, основанные на жесткой плано-предупредительной системе, уступают место стратегиям, базирующимся на фактическом техническом состоянии и предиктивной аналитике. Целью данной работы является обобщение современных тенденций и анализ инновационных методов в области технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, разработанных ведущими научными и инжиниринговыми центрами в 2024-2026 гг.

Одним из магистральных направлений развития технического обслуживания и ремонта является внедрение технологий Индустрии 4.0 в инфраструктуру АПК.

Исследователи ФГБНУ ФНАЦ ВИМ обосновывают перспективность использования цифровых интеллектуальных технологий для диагностирования узлов и агрегатов. Разработка аппаратно-программных платформ для сбора и обработки эксплуатационных данных в режиме реального времени позволяет перейти от регламентного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию [2]. Концепция цифрового двойника (DigitalTwin) технологической машины позволяет не только визуализировать процессы износа, но и прогнозировать остаточный ресурс деталей. Как показывают исследования, внедрение цифро-

вых двойников при сервисном обслуживании автоматизирует ремонтные инспекции, оцифровывает инженерные знания и минимизирует простой оборудования за счет точного планирования ремонтных воздействий [3].

Важным звеном в качественном ремонте является точная дефектовка деталей. Современные программно-аппаратные комплексы на базе языка Python, интегрируемые с САД-системами (например, «Компас-3D»), позволяют автоматизировать процесс измерения линейных размеров изношенных деталей, таких как лапы культиваторов или долота глубокорыхлителей. Это не только ускоряет процесс, но и минимизирует погрешность, что критически важно для последующего восстановления геометрии детали [3].

Если диагностика определяет "что ремонтировать", то методы восстановления отвечают на вопрос "как ремонтировать". Здесь наблюдается переход от простой замены изношенных деталей к их высокотехнологичному восстановлению с улучшением физико-механических свойств.

Качество ремонта напрямую зависит от чистоты деталей. Ученые РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и ФНАЦ ВИМ разработали инновационную технологию интенсификации очистки деталей гидродинамической кавитацией. При схлопывании кавитационных пузырьков возникают мощные ударные волны и кумулятивные струи, которые эффективно отрывают частицы загрязнений. Исследование позволило определить оптимальные режимы (концентрация раствора 15-20 г/л, температура 50-60°C, продолжительность 15-20 мин.), обеспечивающие максимальный эффект очистки, что напрямую влияет на надежность последующего ремонта [4].

Для восстановления геометрии и повышения износостойкости деталей все шире применяются методы напыления и наплавки.

Газотермическое напыление (включая газопламенное и сверхзвуковое электродуговое) позволяет наносить слои порошковых материалов на чугунные и стальные детали. Например, восстановление лап культиваторов методом газопламенного напыления с последующим оплавлением и термообработкой позволяет вернуть им ресурс, сравнимый с новым изделием [3].

Плазменное напыление композиционными порошками (включающими хромоникелевые сплавы и алюминий) создает покрытия с высокой твердостью, износостойкостью и ударной прочностью [3].

Электролитическое натирание — эффективный метод восстановления внутренних цилиндрических отверстий, позволяющий наносить покрытия локально, без погружения всей детали в ванну [3].

Особого внимания заслуживают комбинированные технологии, например, восстановление головок цилиндров двигателей сверхзвуковой металлизацией с последующим плазменно-электролитическим оксидированием и наполнением пор полимером. Такая обработка может обеспечить стойкость даже выше, чем у новых деталей [3].

Проблема дефицита импортных запасных частей стимулирует развитие реверс-инжиниринга (обратного проектирования). Как показывает опыт инжиниринговых центров, этот метод становится спасительным для сложной импорт-

ной техники. С помощью высокоточного оборудования (рентгеновские томографы для ламинографии, микроскопы высокого разрешения) и специализированного ПО создаются 3D-модели изношенных или вышедших из строя электронных компонентов и механических деталей. Это позволяет наладить собственное производство комплектующих, например, для систем автоматизированного кормления или управления микроклиматом, которые ранее было невозможно отремонтировать из-за отсутствия поставок оригинальных запчастей.

Внедрение передовых технологий требует и перестройки организации ремонтной службы. Эффективность технического сервиса сегодня зависит от интеграции усилий производителей техники и ремонтных предприятий. Производители должны нести повышенную ответственность за качество сервисного сопровождения на всех этапах жизненного цикла продукции [5]. Формирование единой технологической цепочки "поле-завод" и создание специализированных участков по восстановлению деталей и утилизации техники на базе крупных ремонтных предприятий позволяют замкнуть цикл использования материальных ресурсов и снизить затраты сельхозтоваропроизводителей [2].

Современные методы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники представляют собой комплексную систему, объединяющую достижения цифровых и производственных технологий.

Цифровизация (цифровые двойники, автоматизированные системы диагностики) обеспечивает переход к предиктивному обслуживанию, что минимизирует внеплановые простои [6].

Инновационные технологии восстановления (кавитационная очистка, газотермическое напыление, электролитическое нагирание) позволяют не только вернуть работоспособность детали, но и повысить ее эксплуатационные характеристики.

Реверс-инжиниринг становится ключевым инструментом обеспечения технологической независимости, позволяя воспроизводить сложные импортные компоненты.

Широкое внедрение этих методов в практику ремонтно-обслуживающих предприятий АПК является важнейшим резервом повышения надежности машинно-тракторного парка, снижения себестоимости механизированных работ и, как следствие, повышения рентабельности сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Технологический суверенитет АПК - фундамент продовольственной безопасности России: материалы конференции. – М.: Крокус Экспо, 2026.
2. Денисов В.А., Катаев Ю.В., Герасимов В.С. и др. Проблемы и пути развития инженерно-технической системы АПК (Часть 2) // Сельскохозяйственная Техника: Обслуживание и Ремонт. – 2025. – № 4. – С. 14-39.
3. Ремонтно-восстановительные технологии: тематический обзор (к 60-летию ОАО «Щучинский ремонтный завод») // РНТБ. – Минск, 2025. – URL: <https://rlst.by> (дата обращения: 01.03.2026).
4. Корнеев В., Катаев Ю., Корнеев Н. Интенсификация погружной очистки деталей машин гидродинамической кавитацией // Технический сервис машин. – 2026. – № 1.

5. Реверс-инжиниринг поможет фермерам // Технопарк Санкт-Петербурга. – 2025. – URL: <https://spbtech.ru> (дата обращения: 01.03.2026).

6. Воронкина А. Н. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы / А. Н. Воронкина, В. В. Морозова // 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. 312-315. – EDN EPBCXS.

7. Журавлев С.Ю. Эффективность организационно-технологических методов технического сервиса современной сельскохозяйственной техники // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 10 (240). – С. 78–85.

ДУДКИН ОЛЕГ БОРИСОВИЧ, аспирант,
КРУПЧАТНИКОВ РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ, д.т.н., профессор,
 (roman0406@yandex.ru)
 Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова
 г. Курск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ТЕРЕБЛЕНИЯ ПРИ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ И КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ

В данной статье рассматриваются результаты исследований и обоснование способов уборки, разработан метод тербления. В результате теоретических исследований определены условия, при которых процесс тербления осуществим.

Ключевые слова: клубни, тербление, условия, оценка, показатели.

Существующие картофелеуборочные машины не отвечают агротехническим требованиям при уборке картофеля, так как сильно повреждают клубни (30-60%), плохо сепарируют переувлажненную почву, недостаточно отделяя камни и комки. Специальных машин уборки кормовых корнеплодов нет. Для этой цели переоборудуют и используют существующие картофелеуборочные машины: ботвоуборочные, картофелекопатели. При уборке корнеплодов машинами значительно снижаются затраты труда, но при этом сильно повреждаются корнеплоды и теряется значительная часть ботвы [1,2].

В целях снижения повреждаемости клубней и унификации рабочих органов для уборки картофеля и корнеплодов разработан метод тербления. В результате теоретических исследований определены условия, при которых процесс тербления осуществим. При терблении куста картофеля эти условия выразим неравенством.

$$\sum R_e > \sum G_K + G_{II} + G_{ПК} + G_{JK}, \quad (1)$$

где $\sum R_e$ - связь гнезда клубней картофеля с ботвой;
 $\sum G_K, G_{II}$ - вес клубней гнезда и почвы, вынесенной при терблении;

$G_{ПК}$ – сопротивление почвы тереблению куста;

J_K – сила инерции теребимой массы.

Теребление корнеплодов возможно, если

$$R_{\delta} > T_{П} + J_K + G_K, \quad (2)$$

где R_{δ} – прочность пучка ботвы;

$T_{П}$ – сила связи корнеплода с почвой;

G_K – вес корнеплода.

Из анализа неравенств (1) и (2) видно, что уменьшить усилия теребления (правые части неравенств) можно снижением силы сопротивления почвы тереблению куста картофеля или силы связи корнеплодов почвой путем рыхления гребня подкапывающим рабочим органом и уменьшением силы инерции теребимой массы путем снижения скорости теребления [3,4]. Цель экспериментальных исследований состояла в определении оптимальных режимов работы подкапывающего и теребильного рабочих органов, при которых количество вытеребленных клубней картофеля и корнеплодов было бы максимальным.

Для проведения опытов была использована лабораторно-полевая установка, состоящая из рамы, теребильного транспортера, высокочастотного виброремеха-грохота.

Лабораторно-полевые опыты проводили в августе-сентябре на опытных участках. Тип почвы – легкий суглинок. Поступательная скорость машины 0,6 м/сек средняя плотность и влажность 545 кг/см² и 18,53% соответственно [5,6].

При исследовании процесса теребления картофеля определяли количество клубней вытеребленного картофеля, вынесенного на поверхность и оставшегося на почве, количество вытеребленной ботвы и крошение почвы лемехом.

Все опыты проводили в трехкратной повторности.

При уборке корнеплодов грохот снимали, а на теребильный транспортер устанавливали механизм обрезки ботвы, основанный на принципе действия механического копирования режущим аппаратом головок подаваемых корнеплодов. В процессе теребления изменяли частоту, амплитуду и направленность колебаний лемеха; положение теребильного транспортера относительно режущей кромки лемеха; угол наклона теребильного транспортера и линейную скорость теребильных ремней.

Оптимальные режимы работы исследуемых рабочих органов определяли методом электротензометрирования. С помощью тензозвена усилие теребления, передаваемое от теребильного транспортера теребимой массе, записывали на осциллограмму. Установлено, что в процессе теребления корнеплодов гибридной брюквы при скорости теребильных ремней $V = 1,2$ м/сек сила инерции достигает двойного веса корнеплода.

При изучении физико-механических свойств силу связи клубней картофеля со столонами и прочность ботвы корнеплодов определяли на экстензомере. В результате установлено, что наиболее слабым в зоне стебель-столон-клубень является место соединения клубня со столоном;

сила связи клубней со столонами зависит от диаметра столона, сорта картофеля, агротехнических или метеорологических условий года и в 10-15 раз превышает вес клубня.

Из полученных данных следует, что прочность пучка ботвы значительно превышает усилие теребления подкопанных корнеплодов [7,8,9,10].

Лучшие показатели по качеству теребления картофеля различных сортов получены при следующих кинематических параметрах рабочих органов;

вибрационный лемех – углы наклона $\alpha = 18^\circ$ и подвесок $\beta = 18^\circ$; амплитуда колебаний $A = 7,5$ мм и частота колебаний 7 – 15,8 гц

теребильный транспортер-угол наклона 27° ; линейная скорость теребильных ремней – 0,7 м/сек,

Низкий процент теребления картофеля объясняется сравнительно слабой силой связи клубней со столонами, В процессе лабораторно-полевых исследований теребильного рабочего органа и механизма обрезки сравнивали способ уборки корнеплодов тереблением с отдельным (уборка ботвы косилкой с последующей уборкой корнеплодов картофелекопателем).

На основании результатов исследований сделаны следующие выводы:

Унификация рабочих органов для уборки картофеля и корнеплодов в условиях Центрально-черноземного региона возможна.

Список литературы

1. Ковалев, С. В. Направления в развитии технологий и технических средств по механизации возделыванию, уборки и послеуборочной доработки картофеля с целью получения максимальных показателей урожайности и высококачественной продукции / С. В. Ковалев, Р. А. Крупчатников, Н. С. Климов // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах, Курск, 19–20 января 2023 года / Под редакцией: В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 361-372. – EDN GAGBDJ.

2. Крупчатников, Р. А. Анализ конструкций устройств для регулирования глубины хода, подкапывающих рабочих органов / Р. А. Крупчатников, Н. С. Климов // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах, Курск, 19–20 января 2023 года / Под редакцией: В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 402-405. – EDN JRRTJE.

3. Крупчатников, Р. А. Функциональная модель процесса возделывания сельскохозяйственных культур / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 115-119. – EDN YGXWSW.

4. Крупчатников, Р. А. Обоснование энергосберегающих технологий обработки почвы в условиях Курского Черноземного региона / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 124-127. – EDN FYXAYR.

5. Дудкин, О. Б. Выбор типа и основных параметров комплектов механизмов / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК: сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 128-132. – EDN HPVHXP.

6. Крупчатников, Р. А. Сравнительные исследования функционирования картофелеуборочных комбайнов ККУ-2А и КПК-3 / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 115-117. – EDN VAGGMC.

7. Крупчатников, Р. А. Определение экономической эффективности процесса сепарирования картофельного вороха / Р. А. Крупчатников, Ф. Ю. Плохих // 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. 82-85. – EDN NYQLNV.

8. Крупчатников, Р. А. Функциональная модель процесса возделывания сельскохозяйственных культур / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 115-119. – EDN YGXWSW.

9. Крупчатников, Р. А. общий и профессиональный уровень механизаторов / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 119-124. – EDN QNRFRM.

10. Крупчатников, Р. А. Обоснование энергосберегающих технологий обработки почвы в условиях Курского Черноземного региона / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 124-127. – EDN FYXAYR.

КАРАЖЕЛЯСКО ЕВГЕНИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ, студент

СТЕПАНЧЕНКО ПАВЕЛ АНАТОЛЬЕВИЧ, студент

БАБКОВ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ, к. т. н., доцент

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,

г. Курск, Россия

(e-mail: babkov_ap@mail.ru)

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В данной статье рассматриваются способы использования ботвы сахарной свёклы. Описаны два основных способа: заделка ботвы в почву и использование её как удобрение, и отбрасывание ботвы в сторону с последующим использованием как корм для сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: ботва сахарной свёклы, свеклоуборочный комбайн, ботвоудалитель, сельскохозяйственное животное.

При возделывании сахарной свеклы, все технологические звенья важны, но именно уборка урожая является одним из самых ответственных моментов. Успех здесь напрямую зависит от того, насколько оперативно аграрий уложится в отведенные агротехнические сроки. Ведь осенняя погода может преподнести неприятные сюрпризы, оставив часть урожая на полях. Чтобы справиться с этой задачей в сжатые сроки, ключевую роль играет правильный выбор свеклоубо-

рочной техники.

Необходимо заранее выбрать способ утилизации ботвы. Возможны два основных метода: заделка в почву или отбрасывание в сторону. Ботвоуборочные машины свеклоуборочных комбайнов ROPA, GRIMME, HOLMER и других могут комплектоваться устройствами для измельчения ботвы и укладки её между рядков или отбрасывания её в сторону.

Заделка ботвы в почву выглядит перспективно: в процессе уборки растительные остатки сразу перемешиваются с землёй. Ботва, внесенная в почву, в долгосрочной перспективе стабилизирует её кислотность. Для борьбы с кислыми почвами применяют известкование с помощью машин для внесения химических мелиорантов [1,2,3]. Исследования подтверждают, что внесение ботвы в почву даёт прирост урожайности, сопоставимый с внесением 8 кг азотных удобрений на гектар [4,5]. Тем не менее, у этого метода есть существенный недостаток — проблемы при дождливой погоде. Влажная почва в смеси с ботвой налипает на технику и засоряет комбайн. Особенно затруднена работа на плотных суглинках и чернозёме.

В Европе фермеры чаще используют ботвоудалители, интегрирующие ботву в почву — это обусловлено лёгкими и сухими почвами региона. В России подобный способ целесообразен в районах с сухим климатом; при ранней уборке урожая (например, в Краснодарском крае); на полях, свободных от сорняков. Если поле засорено, применение этого метода чревато негативными последствиями: сорняки усиливают налипание почвы на технику; возрастает степень загрязнения корнеплодов; снижается качество свёклы, что может привести к штрафным санкциям от сахарных заводов.

Для засоренных полей и осенней уборки предпочтительнее использовать ботвоудалитель, отбрасывающий ботву в сторону. Это обеспечивает её быстрое высыхание, однако требует большего расхода топлива по сравнению с интегрированными устройствами.

Существует также универсальная модификация ботвоудалителей. Она даёт возможность: при благоприятных условиях — заделывать ботву в почву; при повышенной влажности — отбрасывать ботву в сторону.

Ботва сахарной свеклы является ценным кормом для сельскохозяйственных животных, особенно для молочного скота. Её сухое вещество богато протеином, составляя до 25%. Это означает, что более половины всей белковой питательности растения сосредоточено именно в ботве, а также примерно четверть его энергетической ценности [6,7].

Для обеспечения скота кормом на зимний период, большая часть ботвы сахарной свеклы консервируется (силосуются) в непосредственной близости от полей. Этот заготовленный корм становится важным, когда животные лишены доступа к свежей зелени. Часть урожая, которая не идет на силос, сразу же доставляется на животноводческие фермы. Его ценность заключается в высоком содержании сахаров, белка и витаминов С и А (каротина). В ботве содержится значительное количество воды — от 78 до 85%, а оставшиеся 15-22% составляют сухие вещества. Среди них выделяются зола (1,3-2,7%), сырая клетчатка и

азотистые вещества (примерно 2%), а также безазотистые экстрактивные вещества (9-15%).

Для молочных коров суточная норма потребления свежей свекловичной ботвы составляет 30-40 кг. Силос, приготовленный из ботвы, отличается высокой питательностью. Он содержит все необходимые компоненты для рациона животных: белки, углеводы, минеральные соли и витамины. По уровню перевариваемого белка силос из ботвы не уступает таким кормам, как клеверный и кукурузный.

Ботва обладает высокой степенью усвояемости питательных веществ. Например, клетчатка усваивается на 67%, а безазотистые экстрактивные вещества – на 75%. Благодаря такой хорошей усвояемости, ботва по своим кормовым качествам сопоставима с лучшими видами зеленого корма.

Скармливание свежей ботвы ограничено коротким периодом сбора урожая свеклы и ее быстрой порчей. При силосовании также происходит потеря части питательных веществ. Сушка ботвы является эффективным способом предотвратить эти потери и сохранить ее кормовую ценность.

Широкое применение получила искусственная сушка ботвы для производства муки и гранул. Эти продукты позволяют значительно продлить период заготовки кормов и увеличить их запасы. Для производства одной тонны такого корма требуется 5-6 т свекловичной ботвы. Мука и гранулы из ботвы являются отличным сырьем для изготовления полноценных комбикормов.

Так, при урожайности корнеплодов 500 ц/га, урожайность ботвы составляет 400 ц/га, что эквивалентно 80 кормовым единицам. Учитывая, что для производства единицы массы животноводческой продукции требуется в среднем 8 кормовых единиц, свекловичное поле, помимо корнеплодов, обеспечивает хозяйству дополнительно 10 центнеров мяса. Это достигается исключительно за счет ботвы, которая является бесплатным побочным продуктом выращивания сахарной свеклы.

Таким образом, оба способа использования ботвы сахарной свеклы имеют место быть в практике сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Список литературы

1. Состав агрегатов на внесении известковых удобрений / А. А. Бендусов, Н. И. Сасин, С. Н. Дремов [и др.] // 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. 233-237. – EDN IJAAYN.

2. Бендусов, А. А. Совершенствование процесса внесения химических мелиорантов /А. А. Бендусов, А. П. Бабков, Н. И. Белоусов // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года / РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 58-63. – EDN NHVVMC.

3. Патент на полезную модель № 234540 U1 Российская Федерация, МПК А01С 15/00. Вертикальный рабочий орган разбрасывателя извести : заявл. 07.02.2025 : опубл. 02.06.2025 / Н. И. Белоусов, В. А. Кончин, А. П. Бабков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова". – EDN JFLWER.

4. Брескина, Г. М. Использование побочной продукции свекловодства в качестве органического удобрения на черноземе типичном / Г. М. Брескина, Н. А. Чуян // Сахарная свекла. – 2015. – № 8. – С. 14-16. – EDN VCLJFB.

5. Технология утилизации ботвы сахарной свеклы / В. Д. Хмыров, В. Б. Куденко, П. Ю. Хатунцев, А. Э. Сдобников // Сборник научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета : в 4 т. Том 2. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2016. – С. 97-100. – EDN ZCADVN.

6. Бойко, И. А. Использование продуктов фракционирования зеленых растений в составе комбикорма-стартера для телят / И. А. Бойко, Г. А. Водяницкий, В. А. Сыровицкий // Пути возмещения дефицита протеина в рационах сельскохозяйственных животных : Межвузовский сборник научных трудов. – Белгород : Белгородский сельскохозяйственный институт, 1990. – С. 35-39. – EDN VYTJER.

7. Использование свеклольной ботвы на пищевые цели / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, Г. П. Стародубцева [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 2(6). – С. 42-44. – EDN TWPCNT.

КАРАЖЕЛЯСКО ЕВГЕНИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ, студент
БРЕЖНЕВА ОЛЬГА ИГОРЕВНА, студент
БЕЛОУСОВА ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА, специалист
по научной и методической работе
БЕЛОУСОВ НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ, к. т. н., доцент,
Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия
(e-mail: belnikiva@mail.ru)

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА СМАЗКИ

В статье рассматривается назначение и принцип работы централизованной системы смазки, её преимущества над ручной смазкой. Приведено назначение основных элементов централизованной системы смазки.

Ключевые слова: централизованная система смазки, распределитель, регулятор.

Современное сельское хозяйство требует высоких стандартов эффективного использования обрабатываемых площадей и возделываемых культур, при этом происходит снижение плодородия почвы, увеличивается её кислотность. Авторы работ [1-6] предлагают вещества и способы борьбы связанные со снижением кислой реакции среды обрабатываемых почв, образования гумуса, а так же технические средства для внесения известк содержащих химических мелиорантов [7-13]. Основным типом почв в Курской области [14-17], являются чернозёмы с высоким содержанием гумуса, с тяжёлосуглинистым гранулометрическим составом, который обеспечивает рациональную её структуру.

Одним из ключевых аспектов поддержания в исправном состоянии почвообрабатывающих машин, а именно узлов трения является система смазки, которая

обеспечивает его долговую и бесперебойную работу. Централизованные системы смазки становятся все более популярными благодаря своим множественным преимуществам.

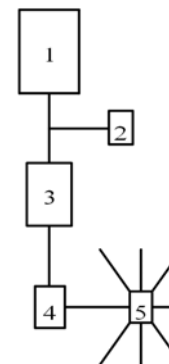
Централизованная система смазки (ЦСС) выступает современным технологическим решением, призванным обеспечить упорядоченную подачу смазочных материалов ко всем критически важным элементам машин и механизмов. В противовес традиционным методам, где смазка наносится вручную, ЦСС реализует полностью автоматизированный процесс, благодаря чему достигается стабильная и контролируемая доставка смазочных веществ точно в заданные точки. Внедрение таких систем приводит к комплексному улучшению эксплуатационных показателей оборудования. Прежде всего, заметно сокращается время вынужденных остановок техники - это напрямую трансформируется в рост общей производительности. Параллельно происходит оптимизация затрат на обслуживание: автоматизация исключает необходимость частых ручных операций, что снижает трудозатраты и рационализирует расход смазочных материалов. Особую ценность ЦСС представляет для оборудования, работающего в тяжёлых условиях - например, для сельскохозяйственной техники, подверженной интенсивным нагрузкам и перепадам температур. Регулярная и дозированная подача смазки существенно замедляет износ узлов, предупреждая преждевременные поломки и повышая общую надёжность машин. Кроме экономического эффекта, централизованные системы вносят вклад в экологическую составляющую эксплуатации техники. ЦСС также способствует рациональному использованию смазочных материалов благодаря дозированной подаче, что не только исключает их перерасход, но и снижает антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Централизованные системы смазки состоят из нескольких ключевых компонентов: смазывающие насосы, распределители, шланги и трубопроводы, контрольные устройства, рисунок 1.

Насос в централизованной системе смазки служит для подачи смазочного материала (масла или пластичной смазки) к точкам смазки различных механизмов и узлов оборудования.

Эффективность работы современной смазочной системы обеспечивается благодаря слаженному взаимодействию её ключевых элементов. В основе контроля лежит специальный датчик, отслеживающий давление смазочного материала в трубопроводах и предоставляющий актуальную информацию оператору или системе управления. Это позволяет своевременно оценивать, достаточно ли давления для качественной смазки всех механизмов.

Центральным звеном системы выступает распределительный механизм, который подобно умному диспетчеру направляет смазочный материал по всем точкам потребления, обеспечивая его равномерное и последовательное распределение. Важнейшую роль играет стабилизатор давления, действующий как автоматический регулятор - он непрерывно следит за показателями и корректирует их, не допуская превышения допустимых значений.



1 – насос с ёмкостью для смазки; 2 - указатель давления в системе; 3 – главный распределитель; 4 – регулятор с блоком защитных клапанов; 5 – побочный распределитель

Рисунок 1 – Принципиальная схема централизованной системы смазки

Централизованные системы смазки становятся неотъемлемой частью современного сельского хозяйства, улучшая эффективность, надежность и экономичность использования сельскохозяйственного оборудования.

Список литературы

- Трутаева, Н. Н. Экологическое значение кальцийсодержащих соединений и органических удобрений в окультуривании почв Центрального Черноземья : специальность 11.00.11 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Трутаева Нина Николаевна. – Курск, 1998. – 19 с. – EDN ZKSIDF.
- Лазарев, В. И. Влияние кальцийсодержащих соединений на микробиологическую активность и физико-химические свойства почвы / В. И. Лазарев, Н. Н. Трутаева // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 10. – С. 7-9. – EDN ISDATL.
- Трутаева, Н. Н. Влияние кальцийсодержащих соединений на ферментативную активность чернозема типичного / Н. Н. Трутаева // Региональные проблемы почвоведения, земледелия, экологии Центрального Черноземья : Материалы научно-практической конференции Курского отделения Докучаевского общества почвоведов, Курск, 10 февраля 2006 года. – Курск: Издательский центр "Юмэкс", 2006. – С. 8-9. – EDN FADNZY.
- Гороховцев, А. О. Дендрофлора как механизм образования гумуса / А. О. Гороховцев, Е. О. Кононенко, Н. И. Белоусов // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 233-236. – EDN ONSKBI.
- Применение известковых материалов / В. Е. Желудев, А. П. Рудаков, В. И. Варавин, Н. И. Белоусов // 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. 244-249. – EDN PLHUYP.
- Касьянов, А. В. Улучшение процесса внесения известковых материалов / А. В. Касьянов, В. С. Воробьев, Н. И. Белоусов // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата : Сборник материалов IV междуна-

родной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 21–22 марта 2024 года. – Саратов: ООО "Медиамир", 2024. – С. 395-400. – EDN QRRWRA.

7. Рудаков, А. П. Параметры машин для внесения известковых материалов / А. П. Рудаков, К. Г. Чемеров, Н. И. Белоусов // Молодежь и наука: шаг к успеху : сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 21–22 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 253-256. – EDN NHEBVY.

8. Патент на полезную модель № 234540 U1 Российская Федерация, МПК А01С 15/00. Вертикальный рабочий орган разбрасывателя извести : заявл. 07.02.2025 : опубл. 02.06.2025 / Н. И. Белоусов, В. А. Кончин, А. П. Бабков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова". – EDN JFLWER.

9. Результаты распределения извести вертикальным ротором низкорамной машины / Н. И. Белоусов, Ю. А. Гуреев, Н. И. Сасин [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 313-317. – EDN DLQSVS.

10. 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. – EDN CDHNGY.

11. Белоусов, Н. И. Повышение эффективности работы агрегата на внесении извести : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Белоусов Николай Иванович. – Курск, 2002. – 198 с. – EDN QDPBIV.

12. 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. – EDN XZNDKH.

13. Состав агрегатов на внесении известковых удобрений / А. А. Бендусов, Н. И. Сасин, С. Н. Дремов [и др.] // 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. 233-237. – EDN IJAAYN.

14. Воропаев, А. Е. К вопросу эксплуатации почвообрабатывающих машин в условиях сеяных лесных почв / А. Е. Воропаев, С. А. Кулакова, Н. И. Белоусов // Молодежь и XXI век - 2025 : сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 20–21 февраля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 240-243. – EDN LUZPPT.

15. Воропаев, А. Е. Анализ почв Курской области / А. Е. Воропаев, С. В. Гревцев, Н. И. Белоусов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 365-368. – EDN BGCPFZ.

16. Воропаев, А. Е. Состав пахатных почв Курской области / А. Е. Воропаев, С. В. Гревцев, Н. И. Белоусов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных раз-

работок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 361-364. – EDN XAIKAT.

17. Воропаев, А. Е. Характеристика чернозёмов Курской области / А. Е. Воропаев, С. А. Кулакова, Н. И. Белоусов // Проблемы развития современного общества : сборник научных статей 10-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, Курск, 23–24 января 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 464-467. – EDN FOPEBN.

НЕСТЕРОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, к.т.н., доцент, доцент
ЯКОВЦОВ ЮРИЙ ДМИТРИЕВИЧ, студент

Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Россия
(e-mail: nesterov@kubstu.ru)

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНОСУШИЛКИ ПО ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАЗГОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ

Приведены результаты анализа динамических свойств зерносушилки по ее экспериментальной разгонной характеристике по каналу «положение шибера на подаче охлаждающего воздуха – температура зерна в зоне охлаждения». Установлено, что она, обладая запаздыванием, является трехмостным объектом регулирования температуры зернового слоя. Получена передаточная функция зерносушилки, коэффициенты которой в виде постоянных времени определены методом наименьших квадратов по названной кривой разгона в системе компьютерной математики Mathcad.

Ключевые слова: зерносушилка, разгонная характеристика, передаточная функция, постоянная времени, метод наименьших квадратов.

В статье рассматривается процедура определения постоянных времени зерносушилки [1-4], динамические свойства которой по каналу «положение шибера на подаче охлаждающего воздуха – температура зерна в зоне охлаждения» описываются обыкновенным дифференциальным уравнением третьего порядка

$$a_3 \frac{d^3\theta(t)}{dt^3} + a_2 \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + a_1 \frac{d\theta(t)}{dt} + \theta(t) = bG(t - \tau), \quad (1)$$

где $a_1 \neq a_3$; b – коэффициенты, связанные с физическими параметрами зерносушилки; θ – температура зернового слоя в зоне охлаждения зерносушилки; G – положение шибера на подаче охлаждающего воздуха; τ – время запаздывания.

Очевидно, что уравнению (1) соответствует передаточная функция

$$\frac{\theta(s)}{G(s)} = \frac{b}{a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1} e^{-\tau s}, \quad (2)$$

где s – оператор Лапласа.

Авторами работы [5] методом Симою по экспериментальной разгонной характеристике зерносушилки по рассматриваемому каналу регулирования рассчитаны значения коэффициентов $a_1 \neq a_3$. Эта характеристика представляет со-

бой кривую изменения во времени температуры зерна в зоне охлаждения зерносушилки, полученную вследствие ступенчатого изменения положение шибера на подаче воздуха в зону охлаждения зернового слоя на ΔG .

По этой же характеристике традиционным методом определены значения коэффициента b и времени запаздывания τ .

В результате описанных действий передаточная функция зерносушилки (2) принимает вид [5]

$$\frac{\theta(s)}{G(s)} = -\frac{1,5}{664,7s^3 + 272,2s^2 + 30,3s + 1} e^{-10s}. \quad (3)$$

Однако, она не позволяет получить явные оценки динамических свойств зерносушилки – ее параметров.

При найденных значениях коэффициентов $a_1 \div a_3$ знаменатель передаточной функции (3) (характеристическое уравнение)

$$664,7s^3 + 272,2s^2 + 30,3s + 1 = 0 \quad (4)$$

имеет три неравных отрицательных действительных корня

$$s_1 = -0,253;$$

$$s_2 = -0,064;$$

$$s_3 = -0,092.$$

Очевидно, что в этом случае передаточная функция (2) зерносушилки может быть представлена в традиционном виде

$$\frac{\theta(s)}{G(s)} = -\frac{k}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)(T_3s + 1)} e^{-\tau s}, \quad (5)$$

где k – коэффициент передачи зерносушилки; $T_1 \div T_3$ – постоянные времени зерносушилки.

Из выражения (5) следует, что зерносушилка по каналу «положение шибера на подаче охлаждающего воздуха – температура зерна в зоне охлаждения» является трехкомпонентным объектом регулирования температуры зернового слоя с запаздыванием. В динамическом отношении она эквивалентна последовательно соединенным трем типовым инерционным звеньям первого порядка с неравными постоянными времени ($T_1 \neq T_2 \neq T_3$) и звена запаздывания.

В связи с этим представляет интерес определение динамических параметров зерносушилки в виде ее постоянных времени $T_1 \div T_3$, связанных с коэффициентами передаточной функции (2) соотношениями

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= T_1 + T_2 + T_3; \\ a_2 &= T_1T_2 + T_2T_3 + T_3T_1; \\ a_3 &= T_1T_2T_3. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Наличие этой связи позволяет по известным значениям коэффициентов $a_1 \div a_3$, определенным методом Симою в работе [5], рассчитать значения постоянных

времени зерносушилки $T_1 \div T_3$. Они получены в результате численного решения системы уравнений (6):

$$T_1 = 4,0 \text{ с}; \quad T_2 = 15,5 \text{ с}; \quad T_3 = 10,8 \text{ с}.$$

Значения постоянных времени зерносушилки могут быть рассчитаны также и по корням характеристического уравнения (4) по формуле

$$T_i = -s_i^{-1}, \quad i = 1, 2, 3.$$

При этом коэффициент передачи зерносушилки k эквивалентен коэффициенту b в выражениях (1) и (2).

Установленные динамические свойства зерносушилки позволяют аппроксимировать ее экспериментальную разгонную характеристику $\theta_a(t)$, из которой предварительно исключен участок, обусловленный запаздыванием, решением дифференциального уравнения (1), полученным при условии, что $G(t) = \Delta G1(t)$, $\tau = 0$ и соответствующим структуре передаточной функции (5),

$$\theta_a(t) = \Delta\theta \left[1 - \frac{T_1^2}{(T_1 - T_2)(T_1 - T_3)} e^{-\frac{t}{T_1}} - \frac{T_2^2}{(T_2 - T_1)(T_2 - T_3)} e^{-\frac{t}{T_2}} - \frac{T_3^2}{(T_3 - T_1)(T_3 - T_2)} e^{-\frac{t}{T_3}} \right], \quad (7)$$

где $\Delta\theta$ – установившееся отклонение температуры зернового слоя в зоне охлаждения зерносушилки, обусловленное ступенчатым изменением положение шибера на подаче охлаждающего воздуха на ΔG .

В данной статье предлагается определять значения постоянных времени зерносушилки $T_1 \div T_3$, минуя этап расчета коэффициентов $a_1 \div a_3$ дифференциального уравнения (1) или передаточной функции (2). Это возможно осуществить по регрессионной модели зерносушилки в виде уравнения (7), построенной методом наименьших квадратов по ее экспериментальной разгонной характеристике $\theta_a(t)$ без учета запаздывания.

Очевидно, что в этом случае значения постоянных времени зерносушилки $T_1 \div T_3$ определяются из условия минимизации функционала

$$S(T) = \sum_{i=1}^n [\theta_s(t_i) - \theta_a(t_i)]^2, \quad (8)$$

где n – количество точек экспериментальной разгонной характеристики зерносушилки.

Процедура минимизации функционала (8) реализована в системе компьютерной математики Mathcad. В результате этих вычислений по координатам точек экспериментальной разгонной характеристики зерносушилки, представленной в работе [5], получены следующие значения ее постоянных времени

$$T_1 = 2,8 \text{ с}; \quad T_2 = 18,8 \text{ с}; \quad T_3 = 9,6 \text{ с}.$$

Они отличаются от рассчитанных ранее значений по коэффициентам $a_1 \div a_3$, но при этом обеспечивают почти двукратное уменьшение погрешности аппроксимации выражением (7) экспериментальной кривой разгона зерносушилки без учета запаздывания (1,1 %) по сравнению со значением этого показателя, заявленного авторами работы [5] при идентификации зерносушилки методом Симою (2 %).

Список литературы

1. Анатазевич В.И. Сушка зерна / В.И. Анатазевич. – М.: Лабиринт, 1997. – 245 с.
2. Окнин В.С., Горбачёв И.В., Терёхин А.А., Соловьёв В.М. Машины для послеуборочной обработки зерна. – М: Агропромиздат, 1987 – 238 с.
3. Тарасенко А.П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна. – М: «КолосС», 2008 – 232 с.
4. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. – М.: КолосС, 2004. – 344 с.
5. Пиотровский, Д.Л. Математическая модель процесса стабилизации температуры сушки зерна / Д.Л. Пиотровский, Н.К. Берестин // Электронный сетевой политехнический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 16. – С. 220-226. – EDN DNKWS.

ПАТРИКЕЕВ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
ШЕЛКОПЛЯСОВ НИКИТА АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

Научный руководитель -

МАТВЕЕВА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА, к. т. н., доцент
alexey.patrikeev2006@gmail.com

Российский государственный аграрный университет - МСХА
им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ДИАГНОСТИКА ГИДРОАГРЕГАТОВ: МЕТОДЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

В статье рассматриваются современные методы перекрестной диагностики гидроагрегатов гидроэлектростанций. Представлен комплексный анализ четырех основных методов диагностики: тепловизионного, акустического, токового и вибрационного. Для каждого метода описаны принципы работы, применяемое оборудование, достоинства и недостатки. Показано, что применение перекрестной диагностики позволяет повысить достоверность результатов, выявлять скрытые дефекты на ранней стадии и снизить затраты на техническое обслуживание на 25-50%.

Ключевые слова: перекрестная диагностика, гидроагрегаты, вибродиагностика, тепловизионный контроль, акустическая диагностика, токовая диагностика.

ВВЕДЕНИЕ

Перекрестная (или кросскорреляционная) диагностика — это методика, основанная на объединении и сопоставлении данных, полученных из различных источников мониторинга и анализа. В отличие от одиночных диагностических подходов, перекрестная диагностика позволяет повысить достоверность ре-

зультатов, выявлять скрытые дефекты, снизить вероятность ложных срабатываний и оптимизировать план технического обслуживания.

Система мониторинга позволяет выявлять начало развития аварийной ситуации и во многих случаях предотвращает ее путем обеспечения непрерывного контроля измеряемых параметров. Однако система мониторинга не может осуществить диагностику технического состояния гидроагрегата и выявить развитие дефектов на ранних стадиях — именно за эти более сложные задачи должна отвечать система диагностики. По японским данным, прогнозное обслуживание, основанное на мониторинге состояния и технологии диагностики неисправностей, может снизить ежегодные затраты на техническое обслуживание на 25-50% и сократить время простоев на 75%.

Акустический и вибрационный анализ являются мощными инструментами диагностики насосного оборудования, позволяющими выявлять дефекты на ранней стадии их развития. Современные методы обработки сигналов и алгоритмы машинного обучения позволяют автоматизировать процесс диагностики. Внедрение систем комплексной диагностики позволяет перейти от системы планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию, что приводит к значительному экономическому эффекту [1,2,3,4,5].

МЕТОДЫ ПЕРЕКРЕСТНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Тепловизионная диагностика. Тепловизионная диагностика гидрооборудования представляет собой метод технического контроля, основанный на дистанционном измерении инфракрасного (теплого) излучения от поверхностей оборудования. Метод основан на контроле температур объектов с помощью приборов-тепловизоров, регистрирующих тепловое поле на поверхности анализируемых объектов. Тепловизор преобразует инфракрасное излучение в изображение, отображая температуру в разном цветовом спектре, что позволяет быстро выявлять дефекты в оборудовании.

Тепловизоры имеют рабочий диапазон температур до +600°C (существуют модели до +1000°C), разрешение ИК-матрицы от 80×60 до более высоких значений, частоту обновления кадров 9 или 60 Гц. Отраженный свет попадает на внешний объектив устройства, проходит через призму и фокусируется на матрице. Матрица представляет собой микросхему с набором резисторов, обрабатывающих инфракрасное излучение. Микропроцессор анализирует данные и на дисплей выводится термограмма — изображение объекта в специальной цветовой гамме.

Алгоритм применения метода включает: визуальное обследование объекта с помощью тепловизора, съемку и запись термограмм с ключевых узлов агрегата, анализ полученных термограмм по контрасту температур и локальным перегревам, сопоставление с допустимыми значениями и нормативами, вывод о техническом состоянии. Тепловизионная диагностика применяется для обследования подшипниковых опор (перегрев указывает на трение, недостаток смазки), обмоток статора генератора (выявление витковых замыканий), кабельных соединений и клемм (обнаружение плохих контактов), гидравлических трубопрово-

дов (выявление зон турбулентности, кавитации), систем охлаждения (проверка равномерности температурного поля).

Достоинства метода: достоверность результатов, универсальность применения, безопасность для персонала и оборудования, возможность сохранения термограмм для анализа во времени, доступность оборудования. Недостатки: точность зависит от коэффициента излучательной способности поверхности, влияние внешних факторов (освещенность, пыль, влажность), контроль только внешних поверхностей без выявления внутренних дефектов.

Акустическая диагностика. Акустическая диагностика — один из наиболее распространенных методов выявления дефектов гидрооборудования. Диапазон частот колебаний, которые слышит человек — 16-20000 Гц. Основная часть дефектов оборудования (кавитация, деструкция опор качения и скольжения) лежит в этом диапазоне. В диапазоне инфразвука (0-16 Гц) исследуются процессы методами акустической эмиссии. В диапазоне ультразвука (выше 20 кГц) фиксируются процессы начальных стадий деформаций элементов механических систем.

Измерения проводятся с помощью высокочувствительных микрофонов, регистрирующих шумы в ультразвуковом диапазоне. Из аппаратуры используют шумомеры класса точности 1 и 2, акустические интенсиметры, микрофоны с предусилителями, акустические зонды для локализации источников шума и ультразвуковые детекторы для выявления утечек и кавитации. Акустические методы диагностики делятся на активные (основанные на изучении и приеме упругих волн) и пассивные (основанные только на приеме волн от самого контролируемого объекта).

Особое распространение получил метод акустической эмиссии (АЭ) — разрушающий способ контроля, фиксирующий упругие волны, возникающие внутри материалов под действием нагрузок. Принцип действия: в материале возникает микроскопическое разрушение (трещина, кавитационный удар), упругие волны распространяются по материалу и достигают поверхности, пьезоэлектрические датчики улавливают акустические импульсы, сигналы обрабатываются программным обеспечением и анализируются по параметрам (амплитуда, энергия, частота, координаты источника) [5].

Применение метода АЭ для гидроагрегатов включает: обнаружение кавитации, трещин, эрозии в лопатках турбины; выявление усталостных повреждений и недостатка смазки в подшипниках; раннее выявление механических дефектов в корпусе генератора и статоре; определение утечек и кавитационного воздействия в трубопроводах (см. [Рисунок 1](#)). Достоинства метода: быстрота измерений, высокая чувствительность, возможность непрерывного онлайн-мониторинга, безразрушительный характер, локализация источника дефекта. Недостатки: необходимость предварительной тарировки, значительные помехи от соседних агрегатов, требуется опытный персонал для интерпретации данных.

Токовая диагностика. Метод токовой диагностики основан на анализе параметров электрического тока, протекающего через обмотки генератора, с це-

лью выявления дефектов в механических и электромагнитных частях гидроагрегата. Любые изменения в работе вращающегося оборудования вызывают колебания электромагнитного момента, изменяя форму тока в обмотках. Эти искажения фиксируются токовыми трансформаторами с последующим спектральным анализом.

Применение метода включает: обнаружение механических дефектов (дисбаланс, осевая нагрузка), диагностику неисправностей в системе возбуждения, выявление межвитковых и междуфазных коротких замыканий, контроль пусковых и переходных режимов, оценку энергетической эффективности работы. По статистике около 50% неисправностей гидроагрегатов происходят по электрическим причинам, из них 40% относятся к старению или ухудшению изоляции обмотки.

Частичный разряд — одна из частых аварий моторов. Это явление непроницающего разряда возникает внутри или на краю изоляционного слоя обмотки статора. Благодаря онлайн-мониторингу частичного разряда можно своевременно оценить состояние изоляции обмотки статора, заранее обнаружить ранние признаки неисправностей и избежать серьезных аварий.

Достоинства метода: не требует вмешательства в конструкцию оборудования, высокая чувствительность к широкому спектру дефектов, возможность онлайн-мониторинга, совместимость с цифровыми системами управления. Недостатки: сложность интерпретации без комплексного анализа, необходимость в высокоточных датчиках и фильтрации помех, чувствительность к нестабильности нагрузки. С развитием искусственного интеллекта токовая диагностика получает новый импульс: применение нейросетей позволяет автоматически распознавать характерные шаблоны токовых искажений.

Вибрационная диагностика. Вибрационная диагностика — один из наиболее информативных методов технической диагностики вращающегося оборудования. Метод основан на измерении параметров вибрации (амплитуда, частота, фаза, ускорение). По характеру вибрационного сигнала можно судить о состоянии подшипников, ротора, соединительных элементов, наличии дефектов вала. Развитие любого дефекта оборудования приводит к возрастанию амплитуды отдельных гармоник, поэтому контроль за поведением частотных составляющих позволяет выявлять различные дефекты и следить за ходом их развития.

При работе гидроагрегата его вращающиеся части вызывают механические колебания, которые фиксируются датчиками: акселерометрами (измеряют ускорение вибрации), датчиками смещения (регистрируют амплитуду перемещения вала), датчиками скорости (регистрируют скорость колебаний). Пьезоэлектрические датчики ускорения основаны на прямом пьезоэффекте — генерации электрических зарядов на электродах пьезоэлемента под действием инерционных сил, возникающих в результате вибрации объекта [4,5].

Для мониторинга используются диагностические комплексы: Изумруд-8, Изумруд-16, анализатор ОНИКС, системы TN8000, NM9000, EN8000 (см. [Рисунок 2](#)). Метод измерения вибраций использует три величины: вибропереме-

щение (для диагностики дефектов на низких частотах до 10 Гц), виброскорость (среднечастотный диапазон 10-1000 Гц), виброускорение (высокие частоты более 1000 Гц). Математически эти параметры связаны: $v = 2\pi f x$ и $a = 2\pi f v$, где v — виброскорость, x — виброперемещение, f — частота колебаний, a — виброускорение.

Данный метод позволяет: обнаружить дисбаланс ротора, несоосность валов, разрушение подшипников; оценить степень износа трущихся деталей; диагностировать гидродинамические колебания; отследить изменения в состоянии агрегата во времени; использовать вибрационную базу данных для прогнозной диагностики. Достоинства метода: высокая точность и чувствительность, возможность раннего выявления механических дефектов, хорошая интеграция с автоматизированными системами, подходит для непрерывного мониторинга. Недостатки: чувствительность к внешним помехам, требует грамотной интерпретации спектральных данных, не всегда позволяет однозначно идентифицировать источник без дополнительных данных.

Современные вибрационные системы работают в составе интегрированных решений — в сочетании с методами акустики, тепловизионного контроля, анализа масла. Используются алгоритмы машинного обучения для распознавания аномалий, построения трендов, создания цифровых двойников турбины [3].

ОГРАНИЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Существующие ограничения включают: отсутствие единых стандартов установки датчиков, несовершенные технологии сбора и обработки информации в аналоговых системах, сложность измерения низкочастотной вибрации гидроагрегатов, проблемы защиты от помех при мониторинге частичных разрядов, недостаточная автоматизация диагностики. Оценка эффективности применения методов диагностики требует анализа временных и стоимостных затрат, вероятности выявляемых дефектов. При наличии инструментального контроля интегрированными датчиками представляется перспективным разработка алгоритмов анализа сигналов с расчетным определением степени износа элементов.

ВЫВОДЫ

Перекрестная диагностика гидроагрегатов, объединяющая тепловизионный, акустический, токовый и вибрационный методы, позволяет получить надежно интерпретируемый результат и снизить затраты на обслуживание на 25-50%. При периодических обходах наиболее информативным является тепловизионный контроль механического и электрического оборудования, параллельно следует применять системы анализа акустического сигнала. Методы спектрального анализа, виброакустические методы и анализ токовых сигналов целесообразно использовать как методы уточнения первично выявленных дефектов для исключения ложных оценок. Для успешного продвижения систем диагностики необходимы глубокое изучение причин возникновения дефектов, ускорение разработок и организация промышленного производства отсутствующих датчиков и устройств.

Список литературы

1. Анализ источников вибраций, возникающих в насосных агрегатах, и пути повышения эффективности вибрационной защиты элементов конструкций зданий и сооружений / Г. С. Аверьянов, В. Н. Бельков, Ю. А. Бурьян [и др.] // Омский научный вестник. – 2012. – № 1(107). – С. 43-46.
2. Белкин, А. П. Моделирование вибросостояния и прогнозирование остаточного ресурса электродвигателей магистральных насосных агрегатов: специальность 25.00.19 "Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Белкин Алексей Павлович. – Тюмень, 2010. – 150 с.
3. Ширман, А. Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования / А. Р. Ширман, А. Б. Соловьев. – Москва, 1996. – 276 с.
4. Использование комплексного подхода в диагностике гидравлических систем металлургического оборудования / С. Н. Редников, Д. М. Закиров, Е. Н. Ахмедьянова, К. Т. Ахмедьянова // . – 2018. – № 10(88). – С. 8-10.
5. Rednikov, S. N. Experience in Using Combined Diagnostic Systems for Assessing State of Metallurgical Equipment / S. N. Rednikov, E. N. Akhmedyanova, D. M. Zakirov // Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018, Chelyabinsk, 13-15 ноября 2018 года. – Chelyabinsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018. – P. 8570148. – DOI 10.1109/GloSIC.2018.8570148.

ПЕТУХОВ ЕГОР АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
ТЕМАСОВА ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА, д.т.н., доцент
 Российский государственный аграрный университет-МСХА
 имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
 (temasova@rgau-msha.ru)

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

В данной статье рассматриваются современные методы восстановления коленчатых валов дизельных двигателей, применяемые на ремонтных предприятиях. Выявляются преимущества и недостатки каждого из методов.

Ключевые слова: коленчатый вал, дизельный двигатель, методы восстановления.

Коленчатый вал является одной из наиболее ответственных и высоконагруженных деталей двигателя, воспринимающей значительные знакопеременные нагрузки и передающей крутящий момент трансмиссии машины [1-4]. Его техническое состояние в значительной степени определяет ресурс, мощность, топливную экономичность и экологические показатели работы силового агрегата в целом.

В процессе эксплуатации сельскохозяйственной, автомобильной или специальной техники коленчатые валы подвергаются интенсивному изнашиванию коренных и шатунных шеек, а также усталостным повреждениям, что приводит к нарушению геометрических параметров, снижению прочности и, в конечном итоге, к отказам двигателя. Наиболее распространенными дефектами являются износ и задиры коренных и шатунных шеек, износ посадочных мест под рас-

пределительную шестерню и шкив привода вентилятора, износ стенок шпоночных канавок, износ поверхностей под шарикоподшипник муфты сцепления и поверхности отверстий (гладких и с резьбой) во фланце под болты крепления маховика, трещины и прогиб вала, грязевые отложения в полостях шатунных шеек [5-7]. Восстановление коленчатых валов является экономически целесообразной альтернативой приобретению новой детали, однако качество напрямую влияет на послеремонтный ресурс агрегата.

Существует много различных методов восстановления коленчатых валов, наиболее распространенным является – шлифование коренных и шатунных шеек под ремонтный размер с последующим полированием, что необходимо для уменьшения шероховатости поверхности [8-10]. При выборе данного метода также устраняется изгиб коленчатого вала величиной до 0,2 мм, если величина изгиба превышает нормируемое значение – рекомендуется устранение дефекта под прессом или наклепом щек при помощи пневматических молотков. Когда шейки коленчатого вала достигают предельного износа, для их восстановления применяют: автоматическую вибродуговую наплавку, наплавку в защитных средах, электроконтактную приварку стальной ленты, газотермическое напыление порошковых материалов, металлизацию, установку полуколец или пластин.

Автоматическая вибродуговая наплавка является разновидностью электродуговой наплавки, основными недостатками можно считать: неравномерность структуры, пористость и толщину наплавленного слоя металла, значительные растягивающие напряжения, которые снижают усталостную прочность.

Автоматическая наплавка в защитных средах – метод, который заключается в том, что в зону горения электрической дуги подается газ под избыточным давлением, что способствует вытеснению воздуха. Это защищает дугу и сварочную ванну от воздействия кислорода. Тем не менее, для восстановления коленчатых валов данный метод имеет ряд недостатков, к которым можно отнести повышенное разбрызгивание металла, ограниченные возможности легирования наплавленного металла и невысокую твердость наплавленного металла.

Метод электроконтактной приварки стальной ленты также не лишен недостатков, к ним можно отнести толщину слоев металла и сильный нагрев детали, который приводит к изменению структуры поверхностного слоя основного материала и деформации самой детали.

Детонационное напыление – это один из самых эффективных и высокотехнологичных методов газотермического нанесения покрытий. Применение данного метода способствует созданию покрытия с высокой прочностью сцепления (от 10 до 160 Мпа) и плотностью (от 0,5 до 1 %). Это достигается благодаря высокой кинетической энергии частиц напыляемого материала.

Подводя итог, можно сделать вывод о значимости процесса восстановления коленчатых валов в современных условиях. Выбор метода ремонта коленчатого вала должен основываться на конкретных условиях эксплуатации, количестве дефектов и экономических факторах. Учитывая все преимущества и недостатки рассмотренных методов восстановления коленчатых валов, наиболее эффек-

тивным можно считать метод детонационного напыления. Использование современных технологий позволяет не только продлить срок службы коленчатых валов, но и значительно повысить производительность двигателей, что, в свою очередь, играет ключевую роль в обеспечении грамотного технического обслуживания и повышении экономических показателей сельскохозяйственной, автомобильной или специальной техники.

Список литературы

1. Оценка базовых издержек по процессу ремонта двигателей на предприятиях АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, А. Ю. Ермолаева // Сельский механизатор. – 2020. – № 2. – С. 34-36. – EDN BFOLTH.
2. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-6-39-45. – EDN KМТРУС.
3. Леонов, О. А. Дефектация валов и шестерен с позиции обеспечения качества соединений при ремонте редукторов сельхозмашин / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 4. – С. 48-52. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-4-48-52. – EDN RSEZRV.
4. Леонов, О. А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2013. – № 2(58). – С. 71-74. – EDN TEFXGH.
5. Разработка алгоритма верификации запасных частей при ремонте машин / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 10. – С. 27-29. – DOI 10.47336/0131-7393-2022-10-27-28-29. – EDN EFMNHU.
6. Комаров, В. А. Исследование процесса постановки на хранение комбайновой и самоходной техники в региональном агропромышленном комплексе / В. А. Комаров, Е. А. Нуянзин, М. И. Курашкин // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5(263). – С. 32-36. – DOI 10.33267/2072-9642-2019-5-32-36. – EDN XVEZAP.
7. Тимашов, Е. П. Технические инновации сферы автомобильного сервиса / Е. П. Тимашов. – Белгород : Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2013. – 103 с. – ISBN 978-5-8231-0246-9. – EDN SCYMVH.
8. Гвоздев, А. А. Как провести капитальный ремонт коленчатых валов / А. А. Гвоздев, Т. А. Комарова, А. В. Дунаев // Фермер. Черноземье. – 2019. – № 1(22). – С. 48-52. – EDN YXGIPZ.
9. Pastukhov, A. Temperature Conditions and Diagnostics of Bearings / A. Pastukhov, E. Timashov, D. Stanojević // Applied Engineering Letters. – 2023. – Vol. 8, No. 2. – P. 45-51. – DOI 10.18485/aeletters.2023.8.2.1. – EDN XGINJA.
10. Манило, И. И. Повышение точностных показателей качества правки валов в АПК / И. И. Манило // Вестник Курганской ГСХА. – 2018. – № 4(28). – С. 63-67. – EDN WAECQD.

ПОЛИТОВ ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., доцент

КЛИМОВА АНАСТАСИЯ РОМАНОВНА, студент

Научный руководитель –

ПОЛИТОВ ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., доцент

(e-mail: ka8139405@gmail.com)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

В статье рассмотрено современное состояние сельского хозяйства и потенциал внедрения робототехнических систем в сектор растениеводства. Особое внимание уделено вопросам точного удобрения. Также в данной работе описаны основные преимущества аппаратно-программной реализации роботов.

Ключевые слова: агротехническая автономная платформа, кинематика, кинематическая модель.

Текст статьи

Одним из основных направлений сельского хозяйства является растениеводство, то есть выращивание зерновых, овощей и фруктов и т.д. Данная сфера является ключевым источником продовольствия для человечества и обеспечивает сырьем пищевую и текстильную отрасли промышленности, создает рабочие места.

Повышение спроса на продукты питания, а также проблематичное снижение численности населения в сельской местности и проблема повышения урожайности являются основными причинами внедрения роботов в сельское хозяйство [1].

Создание роботов для прецизионного удобрения почвы (рис. 1) решает такие проблемы, как неравномерное и неправильное внесение удобрений, и как следствие повышение урожайности [3].



Рисунок 1 Агробот

Процесс разработки данного робота требует разработки и исследования кинематической модели, описывающая движение автономной агротехнической платформы.

Анализ движения робота для удобрения следует начать с формирования кинематических уравнений, описывающих зависимость линейной и угловой скорости робота от угловых скоростей двух ведущих независимых колес.

На рисунке 2 представлена кинематическая схема моделируемого устройства.

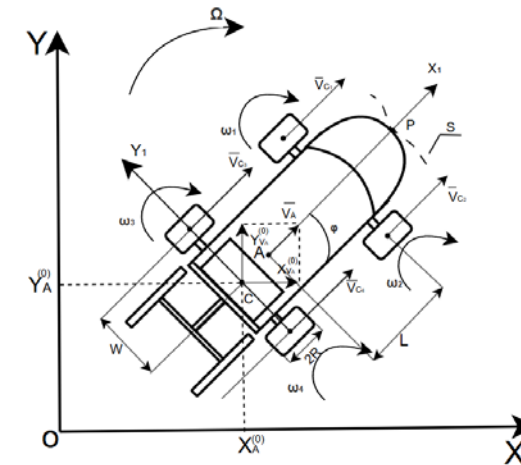


Рисунок 2 Схема проектируемого устройства

Для описания положения колёсного робота с электроприводом в пространстве, необходимо определить две системы координат – инерциальная система отсчёта (OXY) и система координат самого робота (O1X1Y1).

Будем считать, что робот движется по плоскости с линейной скоростью, выраженной в локальной системе отсчёта как $v = (v_x \ v_y \ 0)^T$, и вращается с вектором угловой скорости $\omega = (0 \ 0 \ \omega)^T$.

Если $\bar{q} = (x_c \ Y_c \ \theta)^T$ - вектор состояния, описывающий обобщенные координаты робота (т.е. положение центра масс (ЦМ), X_c и Y_c , и ориентацию θ локальной системы координат относительно инерциальной системы), то $\dot{\bar{q}} = (\dot{X}_c \ \dot{Y}_c \ \dot{\theta})^T$. Переменные \dot{X}_c и \dot{Y}_c связаны с координатами вектора локальной скорости следующим образом:

$$\begin{pmatrix} \dot{X}_c \\ \dot{Y}_c \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} \quad (1)$$

Кроме того, ввиду плоскостности движения можно записать $\dot{\theta} = \omega$.

Очевидно, что уравнение (1) не накладывает никаких ограничений на плоскостное движение, поскольку описывает только кинематику свободного тела. Поэтому необходимо проанализировать связь между скоростями вращения колес и локальными скоростями. Анализ проводился с применением пакета прикладных программ. Результаты моделирования представлены на рисунке 3.

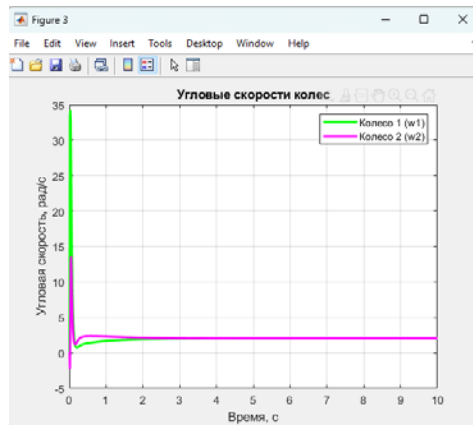


Рисунок 3 График угловых скоростей

По представленному графику угловых скоростей можно заметить, что система приобретает устойчивость спустя 1,5 секунды от начала движения.

Рассмотрим графики перемещения робота (рис. 4), мы видим, что перемещение робота происходит только по координате x .

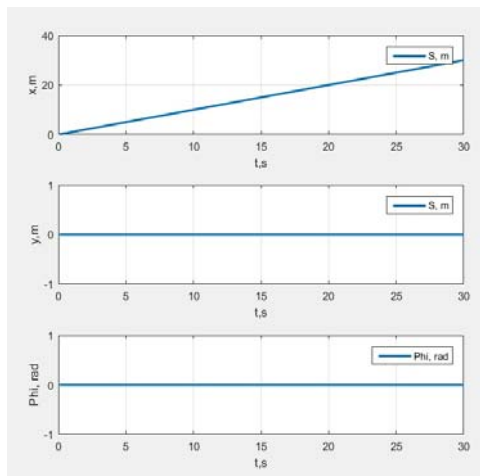


Рисунок 4 График перемещения робота

В данной работе проведен кинематический анализ робота для удобрения почвы. Проведено моделирование движения робота на плоскости при разных значениях угловых скоростей колес.

Использование роботов в агроиндустрии повлечёт к сокращению ручного труда и повышению урожайности. Конструкционные особенности в совокупности с аппаратной и программной реализацией значительно повысит производительность труда, снизит численность рабочего и обслуживающего персонала, улучшит условия труда, увеличит производительность, снизит уровень брака, повысит эффективность ведения технологических процессов, снизит пагубное влияние на экологическую среду.

Список литературы

1. Яцун С. Ф. и др. Моделирование движения робота-тягача для транспортировки самолетов по аэродрому //Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – Т. 22. – №. 2. – С. 34-43.(дата обращения: 15.12.2025)
2. Политов Е. Н., Мальчиков А. В., Звонарев И. А. Математическое моделирование траекторного управления движением трёхколесного мобильного робота //Известия Юго-Западного государственного университета. – 2024. – Т. 28. – №. 2. – С. 20-36.(дата обращения: 16.12.2025)
3. АПК Эксперт. Робототехника в сельском хозяйстве: виды и применения. URL: <https://sdexpert.ru/news/project/robototekhnika-v-selskom-khozyaystve-vidy-i-primeneniya/>.(дата обращения: 15.12.2025)
4. Официальный сайт компании «Эконива». URL: <https://ekoniva-ark.ru/?ysclid=m667gx5yh3476974112>. (дата обращения: 17.12.2025)
5. Официальный сайт компании «Агробот». URL:<https://www.agrobot.com/>. (дата обращения: 16.12.2025)
6. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства. URL:<https://mcx.gov.ru/?ysclid=m667x7ivz2143560822>. (дата обращения: 15.12.2025)
7. Статья «К вопросу роботизации агроиндустрии в России», сборник «Завалишинские чтения 2025» (дата обращения: 15.12.2025)

САВЧУК ЯНА СЕРГЕЕВНА, студент
СМИРНОВ МАКСИМ МАКСИМОВИЧ, студент
ЛЫКОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ, студент

Научный руководитель –
БОЕВ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, к.э.н., доцент
Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск, Россия
(Savchukyana2004@gmail.com)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В статье рассматриваются современные направления автоматизации предприятий по переработке продуктов животного происхождения. Анализируются ключевые достижения в области автоматизированных систем, роботизации и внедрения информационных технологий, а также перспектива их дальнейшего развития.

Ключевые слова: продукты животного происхождения, предприятие, развитие, робототехнические системы, машинное обучение.

В современном мире увеличивается спрос на качественную и безопасную продукцию животного происхождения, что обуславливает необходимость повышения эффективности перерабатывающих предприятий. Автоматизация производственных линий позволяет снизить себестоимость, повысить качество и скорость изготовления продукции и обеспечить санитарные стандарты [1].

Современные робототехнические системы способны выполнять сложные операции, ранее требующие ручного труда, такие как разделка туш, фаршировка, упаковка. Использование роботов значительно повышает скорость обработки и снижает риск загрязнения продукции.

Некоторые виды роботов, которые применяются на предприятиях по производству продуктов животного происхождения: шарнирные промышленные роботы с установленной на них пилой (используются для разделки мяса, в частности для распила туш и полутуш животных, разделки куриных ножек); роботы для порционирования (обеспечивают точное нарезание мяса на куски заданного размера и веса, что особенно важно для ритейла и ресторанного бизнеса); роботы для доставки продукции из отделения обвалки в отделение переработки и упаковки (роботы-манипуляторы забирают с конвейера обвалки ящики с мясом, которые по транспортировочным лентам доставляются на склад, где продукция автоматически сортируется).

Преимущества использования роботов: позволяют убрать людей с опасных производственных участков и участков с вредным производством (холодильные и морозильные камеры, участки с высокой температурой и влажностью); обладают более высокой производительностью и могут работать 24 часа в су-

тки 7 дней в неделю; обеспечивают более высокое качество обработки продукции [2].

Современные предприятия используют интегрированные платформы ERP и MES, которые позволяют централизованно управлять производственными процессами. ERP обеспечивает планирование, снабжение и контроль ресурсов, а MES управляет исполнением, качеством и анализом производственных показателей. Вместе они образуют замкнутый цифровой контур: ERP задаёт цели и ресурсы, MES обеспечивает их выполнение и возвращает результаты в систему учёта.

Некоторые функции ERP в производстве: планирует потребность в материалах (автоматически рассчитывает, сколько сырья и комплектующих нужно закупить для выполнения плана - это предотвращает простои из-за нехватки материалов и сокращает объём неликвидов на складе); контролирует складские остатки и закупки (показывает в реальном времени остатки сырья и готовой продукции на складах); рассчитывает точную себестоимость (точно определяет стоимость каждого выпущенного изделия, учитывая материалы, электроэнергию, оплату труда); учитывает рабочее время и начисляет зарплату (фиксирует отработанные часы, сверхурочные и простои сотрудников) [3].

Некоторые функции MES-системы: передаёт задания на рабочие места (операторы получают инструкции на экраны станков или терминалов), отслеживает статус выполнения (система фиксирует, какие партии в работе, на каком участке и сколько времени заняла каждая операция); фиксирует отклонения и брак (если выявлен дефект, оператор указывает причину); учёт в разрезе партий (считает, сколько сырья ушло на конкретную операцию и какой получился выход).

Совместная работа ERP и MES позволяет предприятиям управлять процессами в режиме реального времени, повышать точность планирования и быстрее реагировать на изменения в производстве.

Машинное обучение и искусственный интеллект (ИИ) позволяют анализировать большие объёмы данных о производстве и выявлять закономерности, что способствует оптимизации технологических цепочек, снижению потерь и сокращению времени простоя оборудования. Эти технологии помогают выявлять узкие места, прогнозировать неисправности оборудования и контролировать качество продукции.

Мобильные роботизированные системы, способные переносить сырьё и готовую продукцию внутри цехов, позволяют автоматизировать логистические цепочки, уменьшить необходимость использования человеческого труда в монотонных операциях, повысить безопасность и скорость перемещения [4].

Автономные мобильные роботы - это роботизированные платформы для внутренней транспортировки грузов в складских и производственных зонах. В отличие от традиционных транспортных решений, такой робот не движется по заранее заданному пути, а принимает навигационные решения в режиме реального времени. Преимущества внедрения автономных мобильных роботов: повышение эффективности (использование мобильных платформ позволяет по-

высить эффективность склада за счёт непрерывной работы и сокращения ручных операций); самостоятельная работа без простоев; безопасность и взаимодействие (контроль скорости, защитные зоны и механизмы экстренной остановки снижают риски и позволяют использовать роботов в действующих операционных зонах.) экономическая эффективность (автономные мобильные платформы помогают сократить операционные расходы, ускорить оборот и сделать затраты более прогнозируемыми).

Разработка интеллектуальных систем диагностики состояния оборудования с помощью сенсорных систем и искусственного интеллекта (ИИ) помогает своевременно выявлять механические или технологические отклонения, уменьшая потери на ремонт и обслуживание, а также обеспечивая стабильную работу линий производства. Такие системы позволяют: анализировать данные с датчиков в режиме реального времени; выявлять аномалии (необычные изменения параметров, которые могут свидетельствовать о сбоях, износе, авариях); прогнозировать поведение системы на основе исторических данных; самостоятельно принимать корректирующие меры (сенсор может диагностировать собственные отклонения и предложить меры по коррекции) [5].

ИИ в сенсорных системах чаще всего представлен в виде алгоритмов машинного обучения, нейронных сетей и логических систем. Их задача - выявлять взаимосвязи и зависимости в потоке сенсорных данных, которые не всегда очевидны человеку или стандартным алгоритмам (фильтрация шумов, самокалибровка, адаптация под рабочие условия).

Виды интеллектуальных систем диагностики оборудования с помощью сенсорных систем и ИИ: интеллектуальные автоматизированные прогностические комплексы оборудования (объединяют мониторинговую, интеллектуальную и информационную системы); системы на основе машинного обучения.

Применение автоматизированных решений позволяет повысить производительность в среднем на 20–30%, снизить затраты электроэнергии и воды, а также повысить санитарные стандарты. Например, автоматизация операций разделки и упаковки снижает риск травматизма и загрязнения [6].

Главные тенденции развития — создание полностью автоматизированных линий с автономным функционированием, развитие технологий искусственного интеллекта для предиктивного обслуживания, применение блокчейн-технологий для обеспечения прозрачности происхождения и качества продукции.

Общий вклад технологий автоматизации представлен на рисунке 1 в процентном соотношении:



Рисунок 1 – Вклад технологий автоматизации

Автоматизация производственных линий по переработке продуктов животного происхождения открывает новые возможности для повышения эффективности, безопасности и экологической устойчивости предприятий. Внедрение передовых робототехнических систем, информационных технологий и искусственного интеллекта позволяет снизить себестоимость продукции, обеспечить стабильное качество и соответствие стандартам.

Перспективные решения требуют продолжения исследований, инвестиций и междисциплинарных разработок. В результате отрасль получит устойчивое развитие и укрепит свои позиции на мировом рынке.

Список литературы

1. Обеспечение эффективного развития мясоперерабатывающего предприятия на основе автоматизации хозяйственной деятельности / Богомолова И.П., Василенко И.Н. и др., 2023
2. Актуальные аспекты продовольственной безопасности региона. Боев С.Г., Петренко Н.Н., Телегина О.В., Золотарев А.А. Курск, 2016.
3. Инновационный подход при разработке продуктов питания : монография / А. Г. Беляев, С. Г. Боев, О. В. Евдокимова [и др.]. - Курск : Университетская книга, 2024. - 203 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-00261-015-0 : 500 экз.
4. Петров, И. Н. Информационные системы в агропромышленном комплексе. М.: Агропромиздат, 2020.
5. Сидоров, В. Г., и др. Машинное обучение и искусственный интеллект в пищевой промышленности. Food Technology, 2022.
6. Гусев, А. Л. Ит-комплексы для автоматизации мясоперерабатывающих предприятий. Технический журнал, 2023.

СЕМЕНОВ ДАНИИЛ СЕРГЕЕВИЧ, аспирант
САРИГО НАДЕЖДА ВИКТОРОВНА, к.п.н., доцент
 (e-mail: nadezhda.sarigo@yandex.ru)
 Курский государственный аграрный университет
 имени И.И. Иванова

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

В данной статье дан анализ новых технологий и технических решений для мукомольной отрасли. Подробно рассмотрен процесс тонкого сухого помола муки.

Ключевые слова: мука, сухой тонкий помол, техника, сепараторы, мельницы.

Мукомольный бизнес — это не просто переработка зерна в муку. Это стратегически важная часть агропромышленного комплекса, от которой зависит доступность хлеба и других продуктов на столах миллионов людей [1].

Сегодня в России порядка 350 крупных мельничных и около 3000 малых производств. Потребность населения в муке удовлетворяется сполна. Разные сорта, разное качество, упаковка, любые объёмы – предложение опережает спрос.

Кроме того, в последние годы наблюдается тенденция изменения структуры питания: уменьшение потребления хлеба и мучных кондитерских изделий и, как следствие, снижение потребности в муке и гиперконкуренция.

Поэтому в отрасли отмечаются новые направления развития [2]. Этому способствует:

- использование новых техник и технологий;
 - спросу на широкий ассортимент свежих хлебов, которые можно сделать только из высококачественной муки и из широкого ассортимента мучных смесей;
 - использование минеральных пищевых добавок в хлебопечении, повлекшее за собой изменение классического спроса на качество помола муки;
- Одним из направлений развития отрасли, стало внедрение тонкого сухого помола муки, направленное на повышение качества продукции и расширение ассортимента муки.

Это направление связано с разработкой усовершенствованных систем помола зерна, которые позволяют:

- удалить неперевариваемые оболочки, ухудшающие внешний вид изделий;
- полностью направить в муку зародыш и алейроновой слой зерна;
- получить муку с более мелкими частицами, что влияет на хлебопекарные свойства продукта;
- расширить ассортимент муки, в том числе специальных сортов для диетического и детского питания, для мучных кондитерских изделий.

Мука тонкого помола содержит в основном **крахмал и клейковину** и практически не содержит клетчатки. Чем тоньше помол, тем меньше в муке белков и больше крахмала, но необходимо помнить, что тонкий помол снижает количество минеральных веществ, особенно витаминов. Крупность помола влияет на скорость протекания различных процессов в тесте. Недостаточное измельчение муки даёт низкокачественный хлеб с грубыми стенками и мякишем, необъёмный и бледный.

Для тонкого сухого помола муки используются инновационные технологии, связанные с использованием разных типов мельниц и аэродинамических сепараторов. Эти разработки направлены на повышение эффективности измельчения, снижение энергозатрат и улучшение качества продукта [3].

Рассмотрим более подробно некоторые из предлагаемых технологий:

1. Аэродинамические сепараторы - разделяют зерновой материал на фракции по удельному весу, геометрическим размерам и аэродинамическим свойствам (скорости витания) в восходящем потоке воздуха. Это позволяет: отделять лёгкие примеси (пыль, солома, части соломы) и щуплое зерно от полноценного; улучшать качество сырья для производства муки, особенно в условиях низкого качества исходного зерна.

Принцип работы аэродинамического сепаратора основан на встречном воздействии двух сил: силы тяжести, тянущей частицу вниз, и силы лобового сопротивления воздушного потока, уносящей её вверх. Настройка скорости потока позволяет «выбрать» из падающего материала только те фракции, скорость витания которых ниже заданной.

Наиболее распространено применение аэродинамических сепараторов в помольных агрегатах замкнутого цикла. Частицы разделяются по крупности в газодисперсном потоке, который создаётся в мельнице (модификация мельниц с проходными классификаторами), либо в узле смешивания загружаемого исходного материала с несущим газом (модификация мельниц с классификаторами - механической загрузкой).

Кроме того, используются и вибровоздушные сепараторы, предназначенные для разделения тонкодисперсных порошков, в том числе муки. Порошок всасывается внутрь сетчатого рукава потоком воздуха, частицы, размеры которых превышают сечение ячеек, образуют слой на её поверхности. Вибрация сетчатого рукава передаёт вибрацию слою порошка, заставляя крупные частицы двигаться относительно друг друга, высвобождая тем самым мелкие [4].

Основным достоинством аэродинамических сепараторов является возможность регулирования скорости воздушного потока в сепарирующих каналах, для обеспечения требуемой тонкости помола. Например, в V-сепараторе тонкие фракции через сепарирующие каналы выносятся воздушным потоком вверх, а более крупные по ступенчатой каскадной решётке падают вниз и выгружаются в нижней части корпуса.

2. Шаровые мельницы - это оборудование позволяет получать однородный по тонкости продукт измельчения с помощью мелющих тел (обычно стальных или керамических шаров).

Шаровая мельница представляет собой вращающийся барабан, частично заполненный шарами. Процесс работы включает: Загрузка материала — исходный материал загружается в барабан вместе с мелющими шарами. Вращение барабана — при вращении шары поднимаются на определённую высоту и падают, измельчая материал за счёт удара и трения. Выгрузка продукта — измельчённый материал выходит через разгрузочную решётку или периферийный выход.

Скорость вращения влияет на качество помола: на небольшой скорости помол осуществляется за счёт перетирания материала размольными телами, скользящими и перекатывающимися по поверхности барабана, на средних скоростях — за счёт ударного воздействия шаров, на большой скорости — за счёт воздействия центробежной силы.

Шаровые мельницы используются на этапе **тонкого помола** — остатки эндосперма измельчаются до частиц размером менее 0,5 мм. Для пшеничной муки этот этап обеспечивает выход 70–80% муки высшего сорта, с контролем влажности и температуры (не выше 40°C, чтобы сохранить клейковину).

3. Роторно-вихревые мельницы (РВМ) предназначены для тонкого и сверхтонкого помола. Например, для получения муки тонкого и крупного помола из цельного необрушенного зерна пшеницы применяют вихревые мельницы ВМ-350 и ВМ-350м.

Принцип работы: материал подаётся в загрузочное устройство, захватывается и ускоряется воздушным потоком, а затем попадает в рабочую камеру, где происходит помол. Благодаря билам роторов и сильному турбулентному потоку частицы измельчаемого материала приобретают высокую скорость внутри многочисленных воздушных завихрений и постоянно меняют направление своего движения, за счёт чего происходит активное и многократное столкновение частиц между собой и стенками помольной камеры на больших скоростях (свыше 150 м/с).

РВМ позволяют получить цельнозерновую муку, не изменяя свойства питательных веществ и витаминов, в отличие от обычных мельниц, где ценные вещества удаляются вместе с лузгой.

Тенденция развития мукомольного производства свидетельствует о том, что это направление сохранится и в ближайшие десятилетия [5]. Сегодня мельничным предприятиям, для удержания рынка сбыта, необходимо иметь цеха по формированию сортов муки, вырабатывать многокомпонентные мучные смеси, высокобелковую и витаминизированную муку и т.д. Дальнейшее развитие мукомольной промышленности предусматривает повышение эффективности использования зерна, а также обеспечение качества и безопасности продуктов переработки зерна [6,7].

Мукомолам предстоит работа над повышением выходов, углублением переработки зерна для получения инновационных продуктов с высокой добавленной стоимостью, над энергоэффективностью и экологичностью предприятия. Следует лишь добавить, что такие предприятия должны быть оснащены самым

современным оборудованием и использовать прогрессивные технологии производственных процессов.

Список литературы

1. Сариго Н. В. Инновационные технологии для эффективной переработки сельскохозяйственной продукции / Н. В. Сариго // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России: Сборник научных статей 5-й Международной научно-технической конференции, Курск, 03 октября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 195-199.

2. Сариго Н. В. Анализ оборудования для первичной обработки зерна / Н. В. Сариго, Д. А. Уколов // 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. 197-200

3. Сариго Н. В. О влиянии оборудования на процесс переработки продукции / Н. В. Сариго, Д. А. Уколов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России: Сборник научных статей 5-й Международной научно-технической конференции, Курск, 03 октября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 199-203.

4. Уварова А. Г. Новые технологии в сельском хозяйстве России / А. Г. Уварова // 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. 209-213.

5. Ковалев Н. И. Современное пищевое оборудование / Н. И. Ковалев, А. Г. Уварова // 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, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 503-506.

6. Ярыгина И. В. Инновационные технологии в пищевой промышленности / И. В. Ярыгина, А. С. Колосов, А. И. Галкин // 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. 245-248.

7. Ярыгина И. В. Влияние современного пищевого технологического оборудования на качество и безопасность продукции / И. В. Ярыгина, А. И. Галкин, С. Д. Гаврилов // 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. 248-252.

СЫЧЕВ ДЕНИС ЭДУАРДОВИЧ, магистр,
КРУПЧАТНИКОВ РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ, д.т.н., профессор,
 Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова
 г. Курск, Россия
 (roman0406@yandex.ru)

АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ СЛЕЖАВШИХСЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ

В данной статье проанализированы задачи повышения производительности погрузчиков необходимых для обоснования способов воздействия на слежавшиеся минеральные удобрения.

Ключевые слова: материал, показатели, погрузка, оценка, деформация.

Эффективность технологической линии процессов подготовки минеральных удобрений определяется производительностью погрузчиков, а также слежалостью удобрений. Исследования показали, что на погрузке слежавшихся удобрений производительность погрузчиков различных типов снижается в 2-3 раза, а при сильной степени слежалости их заборные органы становятся неработоспособными [1].

Для решения задачи повышения производительности погрузчиков необходимо обосновать способ воздействия на слежавшийся материал, обеспечивающий минимальные затраты энергии при максимальной сохранности гранул.

Наибольший интерес в этом отношении представляет ударный способ разрушения, для которого характерно развитие на рабочем органе значительных усилий в течение малого промежутка времени.

Исследованиями физико-механических свойств различных материалов при ударном приложении нагрузки установлено, что с повышением скорости деформирования характеристики сопротивления твердых тел возрастают, но значительно медленнее скорости. Скорость деформирования особенно сильно влияет на предел текучести. Вместе с тем динамический режим нагружения способствует концентрации напряжений у мест ослаблений, что весьма характерно для материалов и сред, распространенных в сельском хозяйстве, в том числе для минеральных удобрений [2,3].

Для изучения механических свойств слежавшихся минеральных удобрений в условиях статического и динамического нагружения использован метод одноосного сжатия при диапазоне скоростей от 2-10-4 (статическая) до 19 м/сек. Поскольку выбранный метод - испытаний ограничивает размеры исследуемых образцов, необходимо исключить влияние структурных особенностей материалов на получаемые результаты и соблюдать подобие напряженных состояний, имеющих место в реальных процессах и лабораторных исследованиях. Так, образцы металлов и горных пород обладают всеми свойствами материала, если их объем ограничен площадками, на которых уместается не менее 30 зерен и соответствующее количество цементирующего вещества. Допуская, что пло-

щадь, занятая цементом, составляет 50% общей площади, диаметр площадки можно принять равным 6,74

Для обеспечения подобия напряженных состояний

в условиях статического нагружения одноосным сжатием необходимо равномерное распределение напряжений в образце. Эффективнее всего это достигается при высоте образца $h \geq (2-3) D$ и при тщательной обработке его торцов.

Из экспериментальных исследований металлов одноосное сжатие в условиях динамического нагружения известно, что с повышением скорости нагружения вследствие сложного характера распространения упругости пластических волн деформация локализуется. В этом случае подобие связано с распространением, отражением от границ и интерференцией волн, а также с изменением вида напряженного состояния. Установление условий подобия с учетом всех перечисленных влияний затруднительно.

Опыты по определению энергоемкости разрушения Динамическом нагружении проводили на специальной установке [4,5].

Скорость ударника до соударения с образцом и характер изменения скорости при разрушении определяли шлейфовым осциллографом Н-102 и специальными приспособлениями.

Полученная энергия расходовалась в основном на деформацию и разрушение образца и на передачу кинетической энергии разлетающимся частицам материала.

Снижение энергоемкости разрушения при повышении скорости нагружения до 3,5-3,5 м/сек, видимо, можно объяснить сокращением затрат энергии на пластическую деформацию испытуемого материала, увеличение энергоемкости при дальнейшем повышении скорости возрастанием энергии, затрачиваемой на сообщение скорости разлетающимся частицам. Однако при значительном повышении скорости ударника эти частицы силу инертности "не успевают" получить большую скорость, т.е. начинает уменьшаться отношение средней скорости разлетающихся

Перераспределение гранулометрического состава измельченного материала связано со скоростью ударного разрушения зависимостью, близкой к линейной. Содержание частиц С, соизмеримых с мерами гранул (1-3 мм), увеличивается с повышением скорости быстрее, чем содержание пере измельченного материала (размером менее 1 мм). Это в какой-то мере подтверждает предположение о том, что ударные нагрузки способствуют концентрации напряжений у мест ослаблений, т.е. с повышением скорости разрушение происходит чаще по связям между гранулами, чем по связям самих гранул.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

Удельная поверхностная энергоемкость разрушения слежавшихся гранулированных минеральных удобрений при переходе от статического нагружения к динамическому и одновременному изменению скорости последнего уменьшается и после определенного минимума начинает увеличиваться. Оптимальная скорость раз - рушения материалов сжатием (с точки зрения энергоемкости) равна примерно 3,5-5,5 м/сек.

Показатель, к форме частиц с повышением скорости нагружения уменьшается. Особенно заметно уменьшение при скоростях менее 8 м/сек. Более широкие частицы имеют относительно большую длину [6,7,8,9,10].

С повышением скорости ударного нагружения перераспределяется гранулометрический состав измельченного материала. Количество частиц размером 1-3 мм возрастает значительно быстрее частиц размером менее 1 мм.

Список литературы

1. Коренева, Е. А. Анализ существующих технических средств по внесению консервантов / Е. А. Коренева, Р. А. Крупчатников, Н. С. Климов // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. В 2-х томах, Курск, 06 октября 2023 года. Том 1. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 184-190. – EDN HCRHYE.

2. Жилияков, Д. И. Проблема снижения эффективности деятельности агропроизводителей региона / Д. И. Жилияков, Р. А. Крупчатников, О. А. Черникова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 72-летию Курской ГСХА, Курск, 15 мая 2023 года. Том Часть 2. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 380-384. – EDN XCRLGD.

3. Крупчатников, Р. А. Функциональная модель процесса возделывания сельскохозяйственных культур / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 115-119. – EDN YGXWSW.

4. Дудкин, О. Б. Выбор типа и основных параметров комплектов механизмов / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 128-132. – EDN HPVHXP.

5. Дудкин, О. Б. Требования к машинам для хранилищ и особенности их использования / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 132-134. – EDN ITVLDD.

6. Крупчатников, Р. А. Обоснование оценок тракториста на конструктивное совершенствование техники / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК: сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 135-129. – EDN XNFQSG.

7. Дудкин, О. Б. Теоретические предпосылки работы пресса-гранулятора / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // 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. 69-72. – EDN HOZOVQ.

8. Крупчатников, Р. А. Обоснование энергосберегающих технологий обработки почвы в условиях Курского Черноземного региона / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 124-127. – EDN FYXAYR.

9. Крупчатников, Р. А. Обоснование оценок тракториста на конструктивное совершенствование техники / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 135-129. – EDN XNFQSG.

10. Крупчатников, Р. А. Оценка производственного процесса механизаторов / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 139-142. – EDN BCKPFK.

СЫЧЕВ ДЕНИС ЭДУАРДОВИЧ, магистр,
КРУПЧАТНИКОВ РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ, д.т.н., профессор,
Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова
г. Курск, Россия
(roman0406@yandex.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ СВЕЖЕГО НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В данной статье проанализированы равномерность перемешивания материалов, обладающих подобными свойствами, в смесителях непрерывного действия, дающих возможность получить наиболее эффективный удобрительный материал – компост.

Ключевые слова: материал, показатели, вязкость, оценка.

Высокая эффективность органических удобрений определяется не только наличием в них азота и элементов зольного питания растений, но и положительным воздействием на физические, физико-механические и биологические свойства почвы. Смешивание их с минеральными удобрениями (фосфоритная мука) перед укладкой в штабель на хранение смесителями-погрузчиками непрерывного действия дает возможность получить наиболее эффективный удобрительный материал – компост.

Поскольку движение смешиваемой массы сообщается лопастями смесителя, все энергетические затраты на перемешивание определяются сопротивлением движению лопастей.

Сопротивление движению тела в сплошной среде зависит от свойств тела: линейных размеров, формы, состояния поверхности и от свойств самой среды, плотности и вязкости.

В настоящее время разработано большое количество методов определения вязкости, однако к навозной массе могут быть применены лишь немногие [1,2]. Основное препятствие, наиболее затрудняющее вискозиметрию навоза, заключается в неоднородности его массы, состоящей из жидкости, твердых частиц различной величины (0,25-100 мм) и газообразных включений.

Наличие твердых частиц делает невозможным использование для определения вязкости капиллярных вискозиметров, Непрозрачность навозной массы препятствует определению вязкости с помощью шариков обладающим несколько большим удельным весом. По указанным причинам пришлось остановиться на определении вязкости вискозиметром с вращающимися коаксиальными цилиндрами.

В статье проанализированы результаты исследования вязкости свежего навоза как чистого от посторонних примесей, так и содержащего подстилку из торфа, опилок и соломенной резки.

Величины вязкости и предельного напряжения определяли на установке

Навозную массу помещали между внутренним и наружным цилиндрами, снабженными поверхностями с продольными ребрами для предотвращения пристенного проскальзывания. Внутренний (неподвижный) цилиндр жестко соединен с осью, вращающейся на шариковых подшипниках. На свободном конце оси укреплено тензометрическое звено, представляющее собой балку с наклеенными проволочными датчиками. Наружный (подвижный) цилиндр, установленный на шариковых подшипниках, приводится во вращение через червячный редуктор электродвигателем постоянного тока, позволяющим с помощью реостата плавно изменять скорость вращения. Для уменьшения влияния дна внутреннего цилиндра на показания вязкости навозной массы в узкий между торцами подвижного и неподвижного цилиндров зазор, перед сборкой вискозиметра заливали масло. Заданную скорость вращения подвижного цилиндра определяли с помощью тахометра, установленного на одной оси с электродвигателем. В цепь тахометра параллельно включены указатель оборотов (для визуального наблюдения) и гальванометр осциллографа, записывающий изменения скорости вращения цилиндра [3,4,5,6].

При вращении наружного цилиндра с постоянной угловой скоростью навозная масса приходит в стационарное вращательное движение и стремится сообщить его внутреннему цилиндру. Для сохранения последнего в состоянии покоя тензометрическое звено вследствие своих упругих свойств сообщает ему равный, но противоположно направленный момент. В результате деформации звена возникает разбаланс схемы, по которой собраны наклеенные на него проволочные датчики. Величина разбаланса, увеличенная усилителем, записывается осциллографом. Индукционный датчик, импульсы которого также поступают в осциллограф, фиксирует начало вращения внешнего цилиндра, необходимого при определении предельного напряжения сдвига.

Приводимая ниже математическая теория анализируемого метода дает возможность установить зависимости, с помощью которых определяется вязкость жидкости, помещенной между цилиндрами.

Результаты анализа показали, что навозная масса обладает вполне определенной величиной предельного напряжения сдвига. Численное значение которого колеблется в зависимости от влажности и вида навоза. Тело, обладающее подобными свойствами, относится к категории вязко - пластических. Следова-

тельно, такую грубодисперсную массу, как свежий навоз, можно отнести к вязкопластическим телам [7,8,9,10].

Равномерность перемешивания материалов, обладающих подобными свойствами, в смесителях непрерывного действия зависит от скорости продвижения смеси вдоль оси смесителя, которая в свою очередь зависит от вязкости смеси. Использование общих уравнений течения вязкопластических тел при расчете основных параметров лопастных смесителей позволит проводить процесс смешивания навоза и минеральных удобрений с высокой эффективностью.

Список литературы

1. Коренева, Е. А. Анализ существующих технических средств по внесению консервантов / Е. А. Коренева, Н. С. Климов, Р. А. Крупчатников // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 72-летию Курской ГСХА, Курск, 15 мая 2023 года. Том Часть 1. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 75-83. – EDN ПАНМЛ.

2. Жилияков, Д. И. Проблема снижения эффективности деятельности агропроизводителей региона / Д. И. Жилияков, Р. А. Крупчатников, О. А. Черникова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 72-летию Курской ГСХА, Курск, 15 мая 2023 года. Том Часть 2. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 380-384. – EDN XCRLGD.

3. Крупчатников, Р. А. Пути совершенствования технологии и технических средств очистки зерна / Р. А. Крупчатников, Ф. Ю. Плохих // 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. 86-89. – EDN LSCYPB.

4. Дудкин, О. Б. Вопросы теории оптимального функционирования службы охраны труда в сельском хозяйстве / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // 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. 83-86. – EDN PVWYIL.

5. Крупчатников, Р. А. Определение экономической эффективности процесса сепарирования картофельного вороха / Р. А. Крупчатников, Ф. Ю. Плохих // 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. 82-85. – EDN NYQLNV.

6. Крупчатников, Р. А. Предлагаемый технологический процесс и средства механизации заготовки силоса / Р. А. Крупчатников, Ф. Ю. Плохих // Молодежь и XXI век - 2024: Сборник научных статей 13-й Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах , Курск, 15-16 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 256-259. – EDN HOMRDU.

7. Дудкин, О. Б. Теоретические предпосылки работы пресса-гранулятора / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // 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. 69-72. – EDN HOZOVQ.

8. Крупчатников, Р. А. Обоснование энергосберегающих технологий обработки почвы в условиях Курского Черноземного региона / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // 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. 124-127. – EDN FYXAYR.

9. Крупчатников, Р. А. Оценка производственного процесса механизаторов / Р. А. Крупчатников, О. Б. Дудкин // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК: сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 139-142. – EDN BCKPФK.

10. Дудкин, О. Б. Выбор типа и основных параметров комплектов механизмов / О. Б. Дудкин, Р. А. Крупчатников // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 128-132. – EDN HPVHXР.

ТУТОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
ПАШКОВ НИКИТА ВЯЧЕСЛАВОВИЧ, магистр
ПАШКОВА МАРИНА ИВАНОВНА, к. с.-х. н., доцент

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

(e-mail: marina010104@yandex.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОЛЕ И НА ФЕРМЕ: ОБЗОР МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АПК

В данной статье рассматриваются основные направления цифровой трансформации АПК. Приводятся конкретные примеры инновационных разработок российских и зарубежных производителей, сформулированы приоритетные направления внедрения искусственного интеллекта в АПК.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровизация, беспилотные технологии, роботизация, искусственный интеллект, сельскохозяйственная техника, инновации.

Агропромышленный комплекс в настоящее время переживает беспрецедентную технологическую трансформацию. По данным Министерства сельского хозяйства РФ за последние пять лет производительность труда в отрасли выросла на 22%, и, в основном, это связано с внедрением в АПК цифровых технологий и современной сельскохозяйственной техники. К 2026 году беспилотные системы, искусственный интеллект, роботизированные комплексы из раздела экзотики перешли в рабочие инструменты аграриев [1-3].

Беспилотные авиационные системы (БАС) являются одними из главных драйверов роста эффективности. Минсельхоз России активно развивает направление агродронов, которые используются для мониторинга посевов, определения зон угнетения растений с последующим внесением химикатов в эти зоны [7]. Таким образом, агродроны позволяют экономить до 20% средств защиты растений, и затраты на технику при этом сокращаются в 4-5 раз [5]. По статистическим данным общий объем гражданских беспилотных авиасистем в России достигает 50 млрд рублей, и около 20% этой суммы приходится на сельскохозяйственную авиацию [1, 10]. В первую очередь в агропромышленном

комплексе востребованы тяжелые дроны, применяемые для обработки растений, внесения удобрений, они работают быстрее, точнее традиционной авиации и менее затратны [3,10,11,12].

Большую роль в повышении производительности труда играет наземный беспилотный транспорт, а именно, комбайны и тракторы без водителей. В России уже используется свыше 12 тысяч тракторов и около 3 тысяч комбайнов с элементами автопилотирования [9].

Летом 2025 года российские производители сельскохозяйственной техники представили беспилотные комбайны, оснащенные технологией машинного зрения. Умная начинка позволяет технике не только двигаться по заданной траектории, но и ориентироваться в пространстве, объезжать препятствия и распознавать, какой вид культуры находится перед ними. Производство, комплектующие и программное обеспечение — отечественные, что обеспечивает технологическую независимость [5].

В планах до 2030 года — создание целой линейки беспилотных комбайнов и тракторов с глубокой интеграцией бортового компьютера и автопилота. Над этим работают "Петербургский тракторный завод" и компания ИТЭЛМА [8]. Эксперты прогнозируют, что в ближайшие десять лет большая часть наземной техники для полей станет беспилотной [2].

На современном этапе в России автоматизированное вождение с применением автопилотов и курсоуказателей использует до 80% агропредприятий. Дифференцированное внесение удобрений на основе электронных карт применяют 15-20% хозяйств. Эти показатели растут по мере удорожания ресурсов.

Новые машины для обработки почвы и посева, демонстрирующие новые инженерные решения, были широко представлены на международной выставке «ЮГАГРО-2025» [9]. Одним из экспонатов выставки являлся посевной комплекс RÖTTINGER Terrasem V 6000 DZ, который выполняет три операции за один проход: подработку посевного ложа, внесение удобрений и посев культур. Его особенность — сошники на параллелограммных механизмах, которые идеально копируют рельеф почвы, обеспечивая равномерную глубину заделки семян. Объем комбинированного бункера под семена и удобрения составляет 5600 литров [4].

Фирма HORSCH (Германия), которая специализируется на выпуске техники для обработки почвы и посевов, широко внедряет в последнее время интеллектуальные системы в свои машины. Например, система AutoForce автоматически регулирует давление на сошник в зависимости от изменения свойств почвы в режиме реального времени, обеспечивая однородную глубину посева по всему полю [2].

На выставке AGRITECHNICA 2025 компания HORSCH получила серебряную медаль за представленную проактивную систему ведения штанги опрыскивателя BoomControl. Эта система использует 3D-радары вместо ультразвуковых сенсоров, что позволяет создавать точный контур посевов и корректировать норму внесения препаратов в зависимости от густоты стояния растений. Система менее чувствительна к пыли и осадкам [7].

Животноводство не отстает от растениеводства в темпах роботизации. Современными системами доения сегодня оснащена уже почти половина российских ферм [6].

На выставке «ЮГАГРО-2025» был представлен робот-подталкиватель кормов Nimbo. Он ориентируется при помощи лазерного локатора полностью в автономном режиме. Перед запуском создается трехмерная модель коровника с точностью до 2 см, затем прокладывается маршрут. Ультразвуковой датчик и камера позволяют роботу определять препятствия и корректировать маршрут. Главный эффект — животные получают доступ к корму постоянно, не зависимо от времени суток, что увеличивает надои и затраты на приобретение и установку такой машины быстро окупаются [8].

В Томской области СПК «Белосток» запустил самоходный кормосмеситель-кормораздатчик Siloking «Selfline» стоимостью 46 млн рублей. Машина с объемом бункера 25 куб. метров измельчает сено и сенаж, смешивает корма и дозированно их раздает, заменяя три единицы техники [6].

Агрохолдинги «Черкизово» и «ГАП Ресурс» активно внедряют разработку резидента «Сколково» — робота-зоотехника от компании «Агробит». Робот вооружен подстилку, насыпает корм, учит цыплят создавать гнезда и откладывать яйца, одновременно мониторя микроклимат по восьми параметрам. Робот-зоотехник позволяет предприятию увеличить выход товарной тушки на 30%, снизить падеж и сэкономить до 3 млн. рублей в год за счет сокращения ручного труда [5].

Искусственный интеллект (ИИ) и цифровые платформы активно используются в растениеводстве. Цифровая платформа «История поля» от компании «ГеомирАгро» и ГК «Русагро» представляет собой пример того, как ИИ управляет сельхозпроизводством. Искусственный интеллект определяет, какие сорта лучше засеять на конкретном участке, защищает посевы от вредителей, рассчитывает траекторию движения уборочной техники, а после сезона анализирует ошибки [1, 11,12].

«Русагро» перевело свои предприятия — элеватор, маслоэкстракционный комбинат и жировой завод — на российскую цифровую платформу класса MES (Manufacturing Execution System). Система управляет оборудованием, логистикой, ресурсами и персоналом в реальном времени, отслеживая каждый этап производства [3].

Таким образом, внедрение инноваций в агропромышленный комплекс формирует новую культуру управления агробизнесом, позволяет наращивать объемы производства и тем самым укрепляют продовольственную безопасность Российской Федерации.

Согласно национальному проекту «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», приоритетными направлениями до 2030 года станут:

- автономное “роевое” применение беспилотников [7];
- создание новой техники на газомоторном топливе и электричестве, с широким применением систем автопилота и курсоуказателей [2];

- увеличение доли предприятий, использующих ИИ и роботизацию. [3].

Список литературы

1. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0. В 2 томах. Т. 2. Современные технологии в агропромышленном комплексе России и зарубежных стран. Сельское хозяйство 4.0. Цифровизация АПК: монография / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]; под редакцией Л. И. Хоружий, Ю. Н. Катковой, О. Г. Каратаевой. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 524 с.
2. Инновационные технологии в растениеводстве: учебное пособие для СПО / — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 108 с.
3. Информационные системы и технологии в АПК: учебник / А. В. Бабкина, И. Е. Быстринина, М. И. Горбачев [и др.]; под редакцией В. И. Меденникова, Е. В. Поповой, Е. В. Худяковой. — Москва: РГАУ-МСХА, 2025. — 284 с.
4. Колчина, Л. М. Сельскохозяйственные машины и оборудование для возделывания овощных культур: учебное пособие для СПО / Л. М. Колчина. — Москва, 2025. — 199 с.
5. Тарасенко, Б. Ф. Инновационные разработки для АПК: монография. Ч. 4 / Б. Ф. Тарасенко, В. В. Цыбулевский; Министерство сельского хозяйства РФ, Кубанский ГАУ. — Краснодар: Новация, 2025. — 89 с.
6. Тараторкин, В. М. Технологии сельскохозяйственных механизированных работ в растениеводстве и животноводстве: учебник / В. М. Тараторкин, А. С. Сметнев. — Москва: КноРус, 2025. — 340 с.
7. Техника и оборудование для села: научно-производственный журнал. — 2025. — № 1. — URL: [\(https://rosinformagrotech.ru/production/tekhnika-i-oborudovanie-dlya-sela/arkhiv-nomerov/soderzhanie-zhurnalov/soderzhanie-01-2025/\(https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Frosinformagrotech.ru%2Fproduction%2Ftekhnika-i-oborudovanie-dlya-sela%2Farkhiv-nomerov%2Fsoderzhanie-zhurnalov%2Fsoderzhanie-01-2025%2F&utf=1\)\)](https://rosinformagrotech.ru/production/tekhnika-i-oborudovanie-dlya-sela/arkhiv-nomerov/soderzhanie-zhurnalov/soderzhanie-01-2025/(https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Frosinformagrotech.ru%2Fproduction%2Ftekhnika-i-oborudovanie-dlya-sela%2Farkhiv-nomerov%2Fsoderzhanie-zhurnalov%2Fsoderzhanie-01-2025%2F&utf=1)) (дата обращения: 04.03.2026).
8. Технологии, машины и оборудование в агроинженерии: учебное пособие / А. С. Грецов, С. В. Денисов, А. Л. Мишанин [и др.]; Самарский ГАУ. — Кинель: Самарский ГАУ, 2024. — 187 с.
9. Сельскохозяйственная Техника: журнал. — 2025. — № 4–5. — ISSN 2222-8632.
10. 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.
11. Малышева Е.В., Привало К.И., Пашкова М.И. Математическое моделирование – один из современных методов программирования урожая сельскохозяйственных культур// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025.-№1.- С.13-19.
12. 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.

ЧАПЛЫГИНА ОЛЬГА РОМАНОВНА, студент
ЛЕОНОВА ВАЛЕРИЯ ЕВГЕНЬЕВНА, студент
СЕМЕНИХИН ДМИТРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
ЧУВАЕВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, студент

Научный руководитель –

БЕЛЯЕВ АЛЕКСЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ, к.т.н., доцент
 (e-mail: lpektin@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СДВИГОВЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В данной статье рассматриваются основные типы приборов для измерения структурно-механических характеристик мясного сырья и готовых продуктов, а также подходы к их классификации и применению в лабораторных и производственных условиях. Особое внимание уделяется методам контроля консистенции, предельного напряжения сдвига и адгезионных свойств фаршевых систем.

Ключевые слова: реология мяса, структурно-механические характеристики, предельное напряжение сдвига, пенетрометр, вискозиметр, адгезия, контроль качества.

Для контроля консистенции мясных продуктов при измерении сдвиговых характеристик широко используют вискозиметры, консистометры и пенетрометры различных конструкций. Эффективность исследований повышается использованием ЭВМ для анализа реологических кривых, что обеспечивает высокую скорость анализа и удобство хранения информации.

Исходя из задач промышленности, приборы подразделяют на три группы. Универсальные предназначены для научных исследований, позволяют определять комплекс структурно-механических характеристик, но обычно громоздки и дорогостоящи. К ним относят прибор ПМ-3 для измерения упругоэластичных свойств, испытательную машину «Инстрон», ротационные и капиллярные вискозиметры с регистрирующей аппаратурой. Производственные приборы служат для поэтапного экспресс-контроля выбранной характеристики, например, пенетрометры. Непрерывнодействующие (автоматические) обеспечивают контроль и регулирование технологического процесса с обратной связью с оборудованием.

Среди универсальных приборов важное место занимает прибор ПМ-3, разработанный А.С. Большаковым, основанный на измерении усилия среза цилиндрических образцов. Усилие передается на тензобалку, сигнал от тензодатчиков подается на потенциометр, записывающий характерную кривую. Высота пика показывает максимальное усилие, площадь под кривой – работу деформации и разрушения. Универсальный прибор ВНИИМПа позволяет измерять усилие

среза, деформацию и адгезию мясопродуктов с помощью тензометрической балки и вторичного прибора.

Ротационные вискозиметры могут относиться ко всем трем группам. Они подразделяются на приборы с постоянной скоростью деформации (вращающий момент по углу закручивания упругого элемента) и с постоянным напряжением сдвига (вращение от падающих грузов). Для мясных фаршей применяют вискозиметры ROTOVISKO фирмы HAAKE (Германия) с агрегатным принципом конструкции, обеспечивающие широкий диапазон измерений. Вискозиметры «Реотест» (URSAJYT, Германия) имеют 12-ступенчатую передачу. Приборы Brookfield (США) измеряют вязкость от 10^3 до сотен тысяч Па·с с большим набором дополнительного оборудования. Вискозиметры VT6/VT7 существуют в модификациях для разных диапазонов вязкости с 4–6 роторами. Динамический реометр RheoStress RS600 с воздушными подшипниками позволяет измерять вязкость при заданных параметрах, определять границы текучести, проводить тесты на ползучесть и осцилляции для оценки упругих свойств.

Для исследований под давлением разработан вискозиметр А.В. Горбатова и В.Д. Косого, позволяющий изучать свойства фарша при давлении до 10^6 Па или под вакуумом. Конструкция включает цилиндр с рифленным ротором, поршень для создания давления, систему термостатирования и устройство автоматической фиксации частоты вращения КВД-25. Вибровискозиметр Ю.А. Манихина и А.С. Максимова предназначен для измерения вязкости при наложении вибрации на стационарное течение. Универсальная испытательная машина «Инстрон» определяет комплекс сдвиговых, компрессионных и поверхностных характеристик при скоростях деформации 0,5–1000 мм/мин и нагрузках 0,1 Н – 5 кН. Универсальные приборы обеспечивают высокую точность, но требуют значительного времени на эксперимент и обработку, что ограничивает их применение в производстве.

Производственные приборы позволяют проводить экспресс-контроль. Портативные ротационные вискозиметры УТ-181 и УТ-24 (HAAKE) используют для быстрых испытаний: УТ-181 для низкой и средней вязкости, УТ-24 для средней и высокой. Динамические реометры PLASTOGRAPH и PLASTICORDER (BRABENDER) определяют технологические свойства по изменению сопротивления продукта вращению лопатки.

Для измерения адгезии (липкости) фаршей применяют адгезиометры с постепенным или мгновенным отрывом. Малогабаритный адгезиометр В.Д. Косого и В.С. Катюхина (МГУПБ) работает следующим образом: продукт наносят на нижнюю пластину, которая подводится к верхней; при сжатии шток перемещает ползунок потенциометра; при достижении заданного усилия включается реле времени, затем реверсивный двигатель фиксирует усилие отрыва. Липкость рассчитывают как отношение максимального усилия отрыва к площади пластины. Для определения коэффициента внешнего трения используют трибометры с тележкой, рамкой для продукта и устройством измерения силы трения.

Наиболее распространены пенетрометры, основанные на методе пенетрации – внедрения индентора в продукт. В России действует ГОСТ Р 50814–95 «Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором». Конический пластометр КП-3 позволяет проводить измерения на пробе 0,2–0,3 кг за 180 с. Предельное напряжение сдвига рассчитывают по формуле П.А. Ребиндера: $\tau_0 = K \cdot m/h^2$. Недостатки прибора: низкая точность фиксации момента касания, неравномерная скорость конуса, громоздкость (масса 15–18 кг).

Разработаны пенетрометры с различными преобразователями перемещения. Емкостный пенетрометр использует изменение емкости между двумя стаканами при движении штока. Индукционный пенетрометр имеет катушку с сердечником, где изменение ЭДС пропорционально перемещению. Наибольшее распространение получили полуавтоматические пенетрометры серии ПП (руководство В.Д. Косоого, МГУПБ). ПП-1 имеет демпфер для плавного опускания конуса и механизм регистрации с двумя дисками, автоматически фиксирует момент контакта, размеры 0,21×0,1×0,27 м, масса 3 кг. ПП-3М позволяет измерять максимальную глубину и степень пенетрации за 5 с с помощью двух электромагнитов. ПП-4 лишен демпфера, механизм регистрации соединен тросиком со штоком, размеры 0,27×0,14×0,34 м, масса 5 кг. ПП-5 имеет два механизма регистрации для одновременного получения двух характеристик на одной пробе.

Пенетрометры ПМДП (ПМДП-2) обеспечивают цифровую индикацию глубины погружения с погрешностью ±0,1 мм, автоматический подъем индентора. Пенетрометр ППМ-4 (разработка Исследовательского центра им. М.В. Келдыша с МГУПБ) – ручной переносной прибор с четырьмя пружинными гильзами на усилия 5, 20, 50 и 100 Н, питание от элемента «Крона» (9 В) обеспечивает электробезопасность во влажных помещениях.

Из зарубежных пенетрометров известны венгерские ОВ-203, ОВ-204, ОВ-205 (Labor) с реле времени и тормозным механизмом, немецкие АР 4/1 и АР 4/2 с электронно-механическим датчиком времени и оптической системой, PR-10 и PR-20 (Германия), где PR-10 измеряет глубину при заданном усилии, а PR-20 – усилие при внедрении с постоянной скоростью. Электронный реометр ЯМАМОТО (Япония) одновременно измеряет усилие и глубину внедрения с цифровой индикацией при скорости столика 0,6 мм/с.

Динамометрические консистометры используют принудительное внедрение индентора, сокращая время измерения предельного напряжения сдвига со 180 до 5 с, и позволяют исследовать динамическое предельное напряжение сдвига.

В капиллярном приборе с сильфонами (разработка ВНИИМП, МГУПБ, а также А.В. Горбатова, В.Д. Косоого, Г.Е. Лимонова и других) основным элементом служит трубка, оснащенная сильфонами по торцам. Когда фарш движется по этой трубке, возникающие силы трения вызывают ее продольное смещение, величина которого напрямую связана с показателем эффективной вязкости продукта.

Сдвиговые приборы ориентированы на применение непосредственно в ходе измельчения продукта. Устройство, предложенное Г.В. Бакунцем, определяет

величину крутящего момента, возникающего на шаре, помещенном в перемешиваемую среду. Сдвиговый прибор, созданный во ВНИИМП (под руководством Г.Е. Лимонова и соавторов), конструктивно выполнен в виде стержня, закрепленного на упругой пластине; степень ее изгиба оценивается с помощью потенциометрического датчика.

Наиболее совершенной разработкой в этой области считается сдвиговое устройство, созданное в МГУПБ под руководством В.Д. Косоого. Данный прибор монтируется непосредственно в куттер таким образом, чтобы его рифленные элементы находились в непосредственном контакте с обрабатываемой массой. Узел оснащен нагревательными элементами, обеспечивающими термостатирование, а также содержит катушку с подвижным сердечником, в которой возникающая ЭДС изменяется пропорционально механическому перемещению. Конструкция позволяет регулировать усилие прижатия рабочего органа к продукту. Различные модификации этого прибора способны определять момент достижения оптимальной структуры для широкого ассортимента колбасных изделий и выводить регистрируемые реологические параметры каждого замеса на самописец или в компьютерную систему для последующего анализа.

Таким образом, рассмотренный комплекс приборов позволяет определять рациональные параметры на всех этапах колбасного производства, контролировать и автоматический регулировать их, создавая предпосылки для автоматической системы управления качеством. Для научных исследований наиболее информативны универсальные приборы (ПМ-3, «Инстрон», ротационные вискозиметры). Для производственного контроля эффективны пенетрометры (серии ПП, ПМДП, ППМ-4), соответствующие ГОСТ Р 50814–95. Для автоматизации перспективны непрерывнодействующие капиллярные и сдвиговые устройства, интегрируемые в оборудование. Адгезионные свойства фаршей требуют дальнейшего изучения с использованием специализированных адгезиометров. Знание динамики структурно-механических свойств позволяет совершенствовать и создавать новые конструкции оборудования.

Список литературы

1. Горбатов, А. В. Реология мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов. – Москва : Пищевая промышленность, 1979. – 384 с
2. Тензометрический датчик вязкости [Электронный ресурс] : патент 1790752 СССР, МПК G01N 11/00 / Б. В. Филиппович ; заявитель Организация "Сатурн". – № 4874054/25 ; заявл. 16.10.90 ; опубл. 23.01.93, Бюл. № 3. – Режим доступа: <https://patentdb.ru/patent/1790752> (дата обращения: 05.03.2026)
3. ГОСТ Р 50814-95 Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 10 с.
4. Косой, В. Д. Инженерная реология в производстве колбас : учебное пособие для студентов вузов / В. Д. Косой, А. Д. Малышев, С. Б. Юдина. – Москва : КолосС, 2005. – 264 с. – ISBN 5-9532-0285-7
5. Рогов, И. А. Физические методы обработки пищевых продуктов [Электронный ресурс] / И. А. Рогов, А. В. Горбатов. – Москва : Пищевая промышленность, 1974. – 584 с. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/19412356/> (дата обращения: 09.03.2026)

ШАЛЫГИН ГЛЕБ ИГОРЕВИЧ, бакалавр
ШАЛЫГИН ЕГОР ИГОРЕВИЧ, бакалавр
БЕЛОУСОВА ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА, специалист
 по научной и методической работе
БЕЛОУСОВ НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ, к. т. н., доцент,
 Курский государственный аграрный университет
 имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия
 (e-mail: belnikiva@mail.ru)

ЗАДЕЛЫВАЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ СВЕКЛОВИЧНОЙ СЕЯЛКИ

В статье рассматриваются основные типы заделывающих рабочих органов применяемых при посеве сахарной свёклы. Приведены основные показатели, влияющие на заделку семян слоем почвы, а так же рассмотрены основные требования, предъявляемые к заделывающим рабочим органам для посева сахарной свёклы.

Ключевые слова: сахарная свёкла, рабочие органы, почва, влажность.

Сахарная свёкла не переносит кислых почв, рациональный показатель для её возделывания по уровню рН равен 6,8 – 7,0, близкий к нейтральной среде. Авторы работ [1-5] предлагают проводить мероприятия связанные со снижением кислой реакции среды сельскохозяйственных почв, а так же технологии и машины для внесения кальций содержащих химических мелиорантов [6-10].

При посеве сахарной свёклы используются различные типы заделывающих рабочих органов. Их выбор зависит от почвенно-климатических условий, типа сеялки, технологии возделывания и требований к качеству посева. Основная задача заделывающих рабочих органов аккуратно закрыть семена рыхлым, мелкокомковатым слоем почвы на заданную глубину, которая не является фиксированным значением, зависит от типа почвы и её влажности (2 - 5 см) и обеспечить хороший контакт с влажным слоем.

Рассмотрим основные типы заделывающих рабочих органов, применяемые при посеве:

1. Катковые, применяются кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые [11]. Принцип работы основан на двух смещённых друг относительно друга катков с зубьями или шпорами. Катки вращаются, дробят комки, заделывают семена и создают слегка уплотненное ложе. Преимущества данного типа катков являются, хорошее крошение почвы, создание выровненной поверхности, обеспечивают хороший контакт семян с почвой. Недостатками - при повышенной влажности могут налипать, при очень сухой обрабатываемой почве - чрезмерно ее распыляют.

2. Однодисковые или двухдисковые рабочие органы, принцип действия данного типа основан на срезании пласта почвы со стороны рядка и укладка его на бороздку с семенами. При этом одиночные или парные диски, устанавливаются

под углом к направлению движения. Преимущества этого типа, это хорошая работа на чистых от растительных остатков полях и обеспечение четкой заделки. Недостатками является, могут забиваться растительными остатками при минимальной обработке сильнее, чем катки, и нарушать структуру почвы в зоне рядка. Используются в комбинированных агрегатах или на универсальных сеялках.

3. Лаповые или борончатые заделывающие рабочие органы. Принцип действия данных рабочих органов основан на протягивании рыхлой почвы с междурядья в рядок, засыпая борозду от сошника сеялки. Представителями данной группы являются рабочие органы узкие лапки или мелкие зубья, типа бороны. Преимуществом является, простая и надежная конструкция и меньшее сопротивление на посевной агрегат. Недостатками, снижение точности регулирования глубины заделки, могут создавать неровную поверхность, иногда закрывают рядок с семенами крупными комками.

4. Роторные, это активные, вращающиеся заделывающие рабочие органы в виде звездочки, пальцевого ротора или вращающейся турбины, принцип действия основан на вращении от привода колеса или собственного двигателя. Активно захватывает почву и направляет ее на борозду с семенами. Преимуществом является качественная и равномерная заделка, хорошая работа на влажных и связных почвах, меньшее налипание. Могут одновременно рыхлить и выравнивать. Недостатком - более сложная и дорогая конструкция, требует затрат на обслуживание.

5. Комбинированные системы, это наиболее современный и эффективный подход, особенно для посева семян сахарной свёклы. Часто представляют собой последовательную комбинацию органов: первая пара, непосредственная заделка, представляется небольшого диаметра катками или дисками, которые сразу прикрывают семена тонким слоем почвы, защищая от пересыхания, а вторая пара выполняет окончательную заделку и выравнивание профиля. Затем более крупные катки, чаще кольчато-шпоровые или роторные устройства, которые окончательно заделывают семена на нужную глубину, уплотняют почву над ними и формируют профиль рядка. Например, слегка приподнятую гребневую форму для лучшего прогрева и стока лишней воды. Так же дополнительно могут устанавливаться легкие боронки или цепочки для окончательного выравнивания поверхности [12].

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к заделывающим рабочим органам для посева сахарной свёклы:

- 1) точность глубины заделки семян, равномерность глубины заделки является важным показателем всхожести семян;
- 2) сохранение влаги, рабочий орган не должен переворачивать и выворачивать вверх сухую почву;
- 3) создание рыхлого слоя почвы над семенем, это требование необходимо для лучшего прорастания всходов;
- 4) обеспечивать контакт семян с влажным слоем почвы, должно быть уплотнение почвы под семенами, а не над ними;

5) должны обеспечивать работу в условиях с растительными остатками.

В современных свекловичных сеялках наиболее распространены катковые, кольчато-шпоровые заделывающие рабочие органы, часто применяемые в составе комбинированных модулей. Роторные системы считаются наиболее прогрессивными и эффективными. Наша работа по улучшению конструкции заделывающих рабочих органов будет направлена на модификацию роторного загортача нового профиля или комбинированного катково-лапового устройства предназначенного для сохранения влаги, для основного типа почв в Курской области [13-16], это чернозёма типичного с высоким содержанием гумуса.

Список литературы

1. Трутаева, Н. Н. Экологическое значение кальцийсодержащих соединений и органических удобрений в окультуривании почв Центрального Черноземья : специальность 11.00.11 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Трутаева Нина Николаевна. – Курск, 1998. – 19 с. – EDN ZKSIDF.

2. Лазарев, В. И. Влияние кальцийсодержащих соединений на микробиологическую активность и физико-химические свойства почвы / В. И. Лазарев, Н. Н. Трутаева // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 10. – С. 7-9. – EDN ISDATL.

3. Трутаева, Н. Н. Влияние кальцийсодержащих соединений на ферментативную активность чернозема типичного / Н. Н. Трутаева // Региональные проблемы почвоведения, земледелия, экологии Центрального Черноземья : Материалы научно-практической конференции Курского отделения Докучаевского общества почвоведов, Курск, 10 февраля 2006 года. – Курск: Издательский центр "Юмэкс", 2006. – С. 8-9. – EDN FADNZY.

4. Применение известковых материалов / В. Е. Желудев, А. П. Рудаков, В. И. Варавин, Н. И. Белоусов // 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. 244-249. – EDN PLHUYP.

5. Касьянов, А. В. Улучшение процесса внесения известковых материалов / А. В. Касьянов, В. С. Воробьев, Н. И. Белоусов // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата : Сборник материалов IV международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 21–22 марта 2024 года. – Саратов: ООО "Медиамир", 2024. – С. 395-400. – EDN QRRWRA.

6. Рудаков, А. П. Параметры машин для внесения известковых материалов / А. П. Рудаков, К. Г. Чемеров, Н. И. Белоусов // Молодежь и наука: шаг к успеху : сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 21–22 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 253-256. – EDN HNEBVY.

7. Патент на полезную модель № 234540 U1 Российская Федерация, МПК А01С 15/00. Вертикальный рабочий орган разбрасывателя извести : заявл. 07.02.2025 : опубл. 02.06.2025 / Н. И. Белоусов, В. А. Кончин, А. П. Бабков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова". – EDN JFLWER.

8. Результаты распределения извести вертикальным ротором низкорамной машины / Н. И. Белоусов, Ю. А. Гуреев, Н. И. Сасин [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 313-317. – EDN DLQSVS.

9. 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 конферен-

ции. В 3-х томах, Курск, 23–24 января 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 403-405. – EDN CDHGNY.

10. Белоусов, Н. И. Повышение эффективности работы агрегата на внесении извести : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Белоусов Николай Иванович. – Курск, 2002. – 198 с. – EDN QDPBIV.

11. Верютин, Е. Н. Анализ катков для обработки почвы / Е. Н. Верютин, В. С. Воробьев, Н. И. Белоусов // 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. 136-139. – EDN OMBZGD.

12. Мелешков, С. И. Анализ конструкций загартывающих устройств универсальных сеялок на посеве столовой свёклы / С. И. Мелешков // Молодежь и XXI век - 2024 : Сборник научных статей 13-й Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Курск, 15–16 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 263-265. – EDN AXKQBW.

13. Воропаев, А. Е. К вопросу эксплуатации почвообрабатывающих машин в условиях сырых лесных почв / А. Е. Воропаев, С. А. Кулакова, Н. И. Белоусов // Молодежь и XXI век - 2025 : сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 20–21 февраля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 240-243. – EDN LUZPPT.

14. Воропаев, А. Е. Анализ почв Курской области / А. Е. Воропаев, С. В. Гревцев, Н. И. Белоусов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 365-368. – EDN BGCPFZ.

15. Воропаев, А. Е. Состав пахатных почв Курской области / А. Е. Воропаев, С. В. Гревцев, Н. И. Белоусов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 361-364. – EDN XAIKAT.

16. Воропаев, А. Е. Характеристика чернозёмов Курской области / А. Е. Воропаев, С. А. Кулакова, Н. И. Белоусов // Проблемы развития современного общества : сборник научных статей 10-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, Курск, 23–24 января 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 464-467. – EDN FOPEBN.

ЯРЫГИНА ИРИНА ВИКТОРОВНА, к.с.-х.н., доцент

ГАЛКИН АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, магистрант

БУЛГАКОВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ, студент

Курский государственный аграрный университет, г.Курск, Россия

(e-mail: yarygina-irina@rambler.ru)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ В СВЁКЛОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ОТДЕЛЕНИИ САХАРНОГО ЗАВОДА

В данной статье говорится о том, что свёклоперерабатывающее отделение характеризуется различными опасными и вредными производственными факторами и для обеспечения безопасности и экологичности в этом отделении необходим тщательный контроль за всеми процессами

Ключевые слова: свёклосохарный завод, свёклоперерабатывающее отделение, экологичность, безопасность жизнедеятельности

Среди перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса наиболее материалоемкой является сахарная промышленность, в которой объем сырья и вспомогательных материалов, используемых в производстве в несколько раз превышает выход готовой продукции. Она же является источником многотоннажных отходов производства, которые являются загрязняющими веществами (сырой свёкловичный жом, меласса, фильтрационный осадок) [1]. Свёклоперерабатывающее отделение сахарного завода характеризуется различными опасными и вредными производственными факторами. Некоторые из них:

-Очистка свёклы от посторонних примесей, которая требует использования комплекса оборудования: гидравлических транспортеров, ботво -, камне- и пескочувшек, моечных машин.

-Измельчение свёклы в стружку - опасности: механические травмы, шум, повышенное влаговыделение, вибрация, электричество.

-Работа на диффузионной установке - тепловыделение, которое может привести к ожогам.

-Сушка жома-пылевыведение и возможность образования взрывоопасных концентраций с воздухом.

Обеспечение экологической безопасности в сахарном производстве представляет собой комплексную задачу, требующую совершенствования технологических процессов и внедрения инновационных методов утилизации отходов. Современное свёклосохарное производство характеризуется высокой степенью материалоемкости и значительным образованием побочных продуктов, что обуславливает необходимость разработки эффективных систем управления отходами [2].

Обеспечение экологической безопасности сахарного производства требует комплексного подхода к управлению всеми категориями отходов. Современные предприятия оснащаются системами очистки воздуха с применением циклонов

и рукавных фильтров для улавливания пылевых выбросов, системами биологической очистки сточных вод и полями фильтрации для очистки производственных стоков. Внедрение замкнутых циклов водооборота позволяет существенно снизить расход пресной воды на тонну продукции [3].

Некоторые меры по обеспечению безопасности в свёклоперерабатывающем отделении:

-Монтаж систем приточно-вытяжной вентиляции и отопления для поддержания оптимальных значений микроклимата.

-Защита от виброакустических воздействий: использование маломощного оборудования, ослабление шума на пути его распространения средствами звукоизоляции, проведение технического обслуживания оборудования, установка оборудования на виброизолирующих основаниях.

-Электробезопасность: соответствующая конструкция электроустановок, технические способы и средства защиты, организационные и технические мероприятия. Для защиты от статического электричества используют защитное заземление.

- Безопасность эксплуатации подъёмно-транспортного оборудования: ревизия надёжности и прочности конструктивных элементов, а также канатов, грузозахватных устройств.

Использование индивидуальных средств защиты: специальной одежды, противопылевых респираторов - для снижения вредного воздействия токсичных веществ на работающих. Обеспечение первичных средств пожаротушения: пожарные щиты, пожарные рукава, автоматические установки водяного, парового и газового пожаротушения [4]. Все помещения и технологические установки должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения, их размещают на видных местах, легкодоступных в любое время.

Некоторые меры по обеспечению экологичности в свёклоперерабатывающем отделении:

•Использование очистных сооружений для защиты поверхности и подземных вод от стоков: полей фильтрации, аэротенков, биофильтров.

•Установка циклонов для улавливания пыли в отделениях с пылящим оборудованием (жомосушильное, сушка сахара, упаковка, склад сахара и др.) - этим обеспечиваются минимальные потери сахара в окружающую среду.

•Удаление твёрдых отходов: примеси (камни, песок, ботва) - их удаляют в специальные отвалы.

•Организация системы оборотных контуров очистки и максимального повторного использования производственных вод - это снижает потребление свежей промышленной воды из водоёмов.

•Внедрение биогазовых установок - они позволяют превращать органические отходы в биогаз и биоудобрения, снижая экологическую нагрузку.

Также категория свёклоперерабатывающего отделения по пожаро- и взрывобезопасности - Б из-за наличия в воздухе горючей жомовой пыли, которая образует с воздухом взрывоопасную смесь [5].

Перспективным направлением развития отрасли является создание безотходных производственных комплексов с использованием технологий биогазовых установок. Переработка свекловичного жома, мелассы и ботвы в биогазовых реакторах позволяет получать биогаз, пригодный для использования в качестве топлива для автотранспорта и энергоносителя для нужд производства [6]. Выходящий из реакторов биоудобрение представляет собой ценный продукт с высоким содержанием органического вещества и микроэлементов, эффективно используемый для повышения плодородия почв.

Производство биогаза покрывает энергетические потребности предприятия и снижает зависимость от традиционных источников энергии. Применение данной технологии особенно актуально в условиях растущих цен на энергоносители и повышения требований к экологической безопасности производства. Биогазовые установки успешно функционируют на предприятиях пищевой промышленности различных стран, демонстрируя экономическую эффективность и экологическую целесообразность данного подхода [7].

Оптимальным решением в переработке свекловичного жома, мелассы и других отходов является комплексный подход, сочетающий традиционные способы использования с инновационными технологиями. Применение биогазовых установок позволяет преобразовать органические отходы в ценный энергоноситель и высокоэффективное удобрение, что соответствует принципам циркулярной экономики и устойчивого развития. Внедрение систем автоматизированного управления производственными процессами, модернизация очистных сооружений и развитие производств по глубокой переработке отходов способствуют снижению экологической нагрузки и повышению экономической эффективности отрасли.

Дальнейшее развитие сахарной промышленности должно быть направлено на создание замкнутых производственных циклов, минимизацию выбросов в окружающую среду и максимальное извлечение ценных компонентов из сырья и отходов [8]. Реализация данных направлений позволит обеспечить экологическую безопасность производства на современном уровне и создать предпосылки для устойчивого развития отрасли в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Баздарева, Е. А. Экологическая экспертиза, экологический мониторинг и экологический аудит как факторы контроля воздействия загрязнения на окружающую среду / Е. А. Баздарева, И. В. Ярыгина // Поколение будущего: взгляд молодых ученых : сборник научных статей 4-й международной молодежной научной конференции: в 3 томах, Курск, 10–11 ноября 2016 года. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 93-96. – EDN XDXXGVX.
2. Влияние азотных удобрений на урожайность многолетних трав и экологическое состояние почвы / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, А. В. Шлеенко [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 81-86. – EDN FTBZPV.
3. Галкин, А. И. Экологическая безопасность, как один из важнейших аспектов устойчивого развития современного общества / А. И. Галкин, С. Д. Гаврилов, И. В. Ярыгина // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 15–16 мая 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 185-188. – EDN QOCQCS.

4. Зубахин, К. А. Экологически чистые технологии в агросекторе: как машины и оборудование помогают уменьшить воздействие на окружающую среду / К. А. Зубахин, Е. А. Кудин, А. Г. Уварова // Современные технологии, материалы и техника : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 20 декабря 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2024. – С. 110-113. – EDN DJULON.

5. Сариги, Н. В. Зачем нужна экологическая сертификация / Н. В. Сариги // Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 24 октября 2025 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 147-150. – EDN CUGDEK.

6. Целиков, Д. Н. Система экологического менеджмента, основанная на стандартах серии ИСО 14000, как способ управления окружающей средой / Д. Н. Целиков, И. В. Ярыгина // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 09–10 ноября 2017 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 366-369. – EDN YNVZZN.

7. Федяева, А. В. Охрана окружающей природной среды в сельском хозяйстве / А. В. Федяева, И. В. Ярыгина // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 09–10 ноября 2017 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 364-366. – EDN ZWDBTE.

8. Ярыгина, И. В. Инженерная экология в современном мире / И. В. Ярыгина // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 22 октября 2020 года. Том I. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2020. – С. 242-244. – EDN OHSUDL.

9. Ярыгина, И. В. Инженерная экология в современном мире / И. В. Ярыгина // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 22 октября 2020 года. Том I. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2020. – С. 242-244. – EDN OHSUDL.

10. Горяинов, М. Е. Показатели безопасности продовольственного сырья и сельскохозяйственной пищевой продукции / М. Е. Горяинов, И. В. Ярыгина // Молодежь и XXI век - 2019 : материалы IX Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 февраля 2019 года. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – С. 224-226. – EDN YZUGEN.

11. Ярыгина, И. В. Оптимизация структуры СМК организации / И. В. Ярыгина // 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. 332-337. – EDN KJXSL.

12. Ярыгина, И. В. Современные технологии в землеустройстве и кадастрах, как способ эффективного использования времени и ресурсов / И. В. Ярыгина, Д. А. Шатохин // 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, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 359-361. – EDN XHZNQG.

13. Сариго, Н. В. Оптимизация метрологического оснащения предприятия, как один из способов повышения качества выпускаемой продукции / Н. В. Сариго, И. В. Ярыгина // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 16–17 февраля 2017 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 39-42. – EDN YQCAGB.

Проектирование, строительство и архитектура для АПК и ПГС.

ГОРБАЧЁВ АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ, студент

Научный руководитель –

ЧАЙКОВСКАЯ ЛИЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА, доцент

Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), г. Курск, Россия

(e-mail: shmigli2011@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ

Строительство раскрывается как отрасль экономики, участвующая в создании основных фондов для всех отраслей национального хозяйства. Инвестиции в любой сфере являются одной из важнейших ступеней для создания продукции, и строительство не исключение. Инвестирование в развитие региональной строительной области имеет множество особенностей, которые представлены в данной статье.

Ключевые слова: капитальное строительство, экономика, инвестиции, развитие.

Капитальное строительство играет ключевую роль в развитии экономики страны, поскольку оно напрямую влияет на рост производства, уровень занятости, инфраструктуру и жизненный уровень населения. Крупные инвестиции в строительство новых объектов, таких как жилые и коммерческие здания, дороги, мосты, порты и другие сооружения, способствуют созданию новых рабочих мест, стимулируют развитие промышленности и расширяют возможности для предпринимательской активности.

Более того, капитальное строительство способствует совершенствованию инфраструктуры страны, что в свою очередь улучшает условия для бизнеса и повышает конкурентоспособность национальной экономики. Кроме того, развитие строительной отрасли способствует увеличению спроса на материалы и оборудование, что способствует развитию других смежных отраслей экономики [1].

Эта отрасль обеспечивает постоянное воспроизводство основных фондов на необходимом экономическом уровне. Она создаёт материальные условия для развития экономического потенциала страны, для увеличения вклада в ускорение её социально-экономического развития и обеспечения экономического роста.

Сложность экономического развития капитального строительства обусловлена многообразием организационных и хозяйственных форм процесса строительного производства, большим количеством участников, имеющих различные функциональные цели и задачи, существенной зависимостью процесса строительного производства от естественных, природных условий. В процессе строительного производства (возведения любого объекта), как правило, участ-

вуют: инвестор, заказчик, проектировщик, подрядчик, специализированные субподрядные организации.

Развитие капитального строительства способствует:

- эффективному функционированию всех отраслей экономики;
- повышению производительности общественного труда на базе инновационного инвестирования;
- подъёму материального благосостояния и социального уровня жизни населения.

В сфере капитального строительства прямо или косвенно участвуют более 70 отраслей экономики, при этом используется около 50 % продукции промышленности строительных материалов, 18 % металлопроката, 40 % пиломатериалов, более 10 % продукции машиностроительной промышленности. Строительная деятельность обеспечивается большинством отраслей промышленности и транспорта [2].

Ключевые цели развития строительного комплекса России на отраслевом уровне:

- трансформация строительной отрасли в динамично развивающуюся сферу с высоким технологическим уровнем, обеспечивающую эффективность и конкурентоспособность, а также возможность интеграции в глобальный рынок строительной продукции и материалов;
- модернизация и эффективное обновление производственной базы [3];
- повышение конкурентоспособности строительной отрасли наряду с улучшением её качественных показателей и структурных характеристик.

Капитальное строительство — это создание новых и модернизация старых производственных и непроизводственных основных фондов. Оно играет важную роль в развитии экономики страны, поскольку способствует:

1. Развитию инфраструктуры.
2. Созданию рабочих мест.
3. Росту ВВП.
4. Инновациям и технологическому развитию.

В процессе капитального строительства применяются новые технологии, материалы и методы работы. Это стимулирует инновации и способствует технологическому прогрессу в стране. Причины развития:

- Современные инфраструктурные проекты предполагают применение новых технологий и инновационных подходов, что способствует развитию технических навыков и знаний участников процесса строительства.
- Капитальное строительство часто требует создания новых материалов, конструкций и технологий, что стимулирует научные исследования и инновации в данной области.
- Строительство новых объектов обязательно требует улучшения процессов проектирования, планирования и управления, что способствует развитию дигитализации и автоматизации в строительной отрасли.

- Инвестиции в капитальное строительство способствуют привлечению новых технологических компаний и стартапов, что создает благоприятную среду для развития инноваций.

- Строительство современных и энергоэффективных объектов способствует внедрению новых экологически чистых технологий и улучшению уровня жизни населения.

5. Улучшению качества жизни.

6. Укреплению национальной безопасности.

Некоторые объекты капитального строительства имеют стратегическое значение для национальной безопасности страны. Например, военные базы, аэропорты, порты и другие объекты инфраструктуры могут быть использованы для защиты границ и обеспечения безопасности населения.

7. Экономическому росту.

Развитие капитального строительства способствует экономическому росту страны за счёт увеличения объёмов производства, создания новых рабочих мест и повышения качества жизни населения [4].

Однако капитальное строительство также может иметь негативные последствия, такие как загрязнение окружающей среды, разрушение природных ландшафтов и увеличение нагрузки на транспортную инфраструктуру. Поэтому важно проводить оценку воздействия строительства на окружающую среду и принимать меры по минимизации негативных последствий.

Строительство обеспечивает повышение капитализации территории, развитие агломераций, способствует реализации социальной политики. Обратные эффекты появляются, во-первых, при излишней концентрации экономической активности на территории, капитализация которой достигла крайне высоких масштабов. Во-вторых, повышение капитализации приводит к повышению стоимости земли, аренды, что сказывается на увеличении издержек, а затем и цен на товары и услуги. В работах отечественных экономистов и экспертов представлены различные оценки мультипликационным эффектам от строительства, как частные – зависящие, например, от эффекта, связанного с увеличением занятости – так и общие [5].

Строительный сектор экономики стабильно растет, а за последние три года показатели рекордно выросли. По данным Росстата, ввод жилья в эксплуатацию в 2023 г. составил 110,44 млн м², что является абсолютным рекордом в России. Это на 7,5 % больше результата 2022 г. При этом введено в эксплуатацию 51,76 млн м² многоквартирных домов, это на 13,7 % больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Ввод в эксплуатацию индивидуальных жилых домов составил 58,68 млн м², что также демонстрирует рост относительно 2022 г.

Таким образом, строительство является значимой отраслью экономики, инвестиции в которую приносят один из наибольших мультипликационных эффектов по сравнению с остальными видами экономической деятельности. Однако без прямого государственного регулирования невозможно получить существенные дополнительные положительные внешние эффекты, связанные с функ-

ционирование данной отрасли. Необходимо применение специальных инструментов пространственного развития, позволяющих учитывать интересы регионов, на территории которой осуществляется строительство, принятие соответствующих региональных программ развития, позволяющих эффективно использовать региональные трудовые ресурсы. Выделяется важность решения задачи импортозамещения строительных материалов, которое в России успешно реализуется. Для получения дополнительного экономического эффекта в строительной сфере необходимо сосредоточить усилия на внедрении инновационных подходов в региональном государственном управлении — в частности, на развитии городских агломераций и точек роста [6].

Инвестиции в капитальное строительство способствуют увеличению производства товаров и услуг, что в свою очередь способствует росту национального дохода и улучшению жизненного уровня населения. Кроме того, развитие инфраструктуры благоприятно влияет на привлечение инвестиций и развитие других отраслей экономики.

Список литературы

1. Нурыев, М. А. Экономика строительства и ее роль в развитии национальной экономики / М. А. Нурыев, Б. Н. Аннаназаров, Г. Н. Гурбангелдиев, К. А. Нурыев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 16 (463). — С. 119-120. — URL: <https://moluch.ru/archive/463/101831/>
2. Экономика строительства : учебник / под общей ред. И.С. Степанова. — 3-е изд., доп. и перераб. — М. : Юрайт-Издат, 2007. - 620 с.
3. Мосаков Б.С. Технология и экономика строительства. Проблемы и пути их решения [Текст] / Б.С. Мосаков. - Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2004.
4. Комарицкий, А. А. Воздействие стоков азотенка и активного ила очистных сооружений на образцы из цементного состава UNIS / А. А. Комарицкий, А. В. Шлеенко // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 2(1086). – С. 44-47. – EDN QPYYSW.
5. Комарицкий, А. А. Преимущество и недостатки древесины ели и сосны в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 397-401. – EDN GYXEDW.
6. Комарицкий, А. А. Область применения композитной арматуры в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 401-405. – EDN WHLWVF.

ГОРОХОВ ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

E-mail: 0909rebus12@gmail.com

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ САНК-ПЕТЕРБУРГА

В статье рассматриваются исторические и современные факторы, способствующие строительному буму высотных зданий в городе, включая экономические, социальные и культурные влияния. Анализируются знаковые высотные сооружения Санкт-Петербурга, которые стали символами современного городского ландшафта, а также их архитектурные особенности и влияние на городскую среду.

Ключевые слова: Санкт-Петербург, небоскрёбы, высотное строительство, высотные здания

Высота зданий в архитектурном облике Петербурга играет ключевую роль. Демонстрируя статус основных доминант Северной столицы, она раскрывает как амбиции их создателей, так и философию самого государства. Москва считается российской столицей небоскрёбов, но в Санкт-Петербурге находится самое высокое здание в Европе и 11 в мире. В городе на Неве находятся более 30 объектов (рис. 1 а, б) выше 100 метров. Высотные здания были построены ещё в дореволюционной России. В данной статье мы рассмотрим высотные (небоскрёбы) здания в городе.

В центре Дворцовой площади на 47,5 м ввысь взметнулась Александровская колонна (рис. 1, а), увековечившая имя царя, победившего Наполеона. Главным требованием к ее строительству являлась именно высота, поскольку она обязана была стать выше Вандомской колонны (рис. 1, б) (44,3 м) в Париже, прославившей победы французского императора.



а



б

Рисунок 1 – Колонны на площадях (а-Александровская колонна; б- Вандомская колонна)

Также как и шпиль Петропавловского собора, Александровская колонна получила завершение в виде фигуры ангела с крестом. Причем этому ангелу придали портретное сходство с императором Александром Первым. Когда же через 30 лет Васильевский остров обрел свою ярко выраженную высотную доминанту – 58-метровую колокольню церкви св. Екатерины, то и ее сознательно увен-

чали ангелом. Таким образом был замкнут уникальный «ангельский треугольник», объединивший центр Петербурга в единое духовное пространство. [1]

Башня ЦНИИ РТК (рис. 2, а) стали строить в 1973 году для особого конструкторского бюро технической кибернетики, которое было создано на базе Политеха (Ленинградского политехнического института). Строили 16 лет.

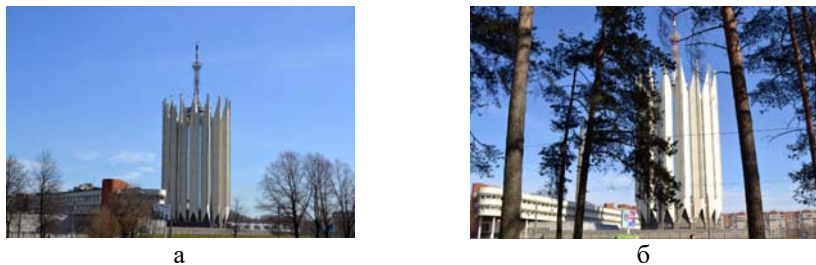


Рисунок 2 – Башня ЦНИИ РТК (а-вид на здание; б-вид с парка на башню)

77 метров устремленного вверх бетона и стекла.

Башня имеет еще и практическое значение - видно ее издалека. Глядя на этот маяк, не заблудишься! Так что, гуляя по Сосновке, можно иногда поглядывать на этот ориентир. [3]

Одна из главных архитектурных ассоциаций с нашим институтом - это знаменитая башня на пересечении Тихорецкого и Светлановского проспектов и длинные научно-производственные корпуса. Но мало кто знает, что прежде, чем обрести свой полноценный дом, сотрудники ЦНИИ РТК, а ранее НИОТК и ОКБ ТК, «пережили» несколько переездов.

Так, в 1968 году коллектив Евгения Ивановича Юревича составлял уже 127 человек. Лаборатории и сектора объединились в отделы (четыре научно-исследовательских отделения). Приобрели официальный статус отделы снабжения и кооперации, испытаний, планирования, архив и опытное производство.

К этому времени Ленгорисполком передал для ОКБ ТК здание интерната в доме № 11 по улице Хлопина, в котором организации досталось одно крыло. Ответственным за переезд в новое здание был назначен Игорь Викторович Яковлев. Требовалось приспособить эти помещения для конструкторского бюро с производственными участками, научными лабораториями и складами.

Вскоре, после передачи ОКБ ТК небольшого двухэтажного дома на проезде Раевского, опытное производство переехало туда. Однако оставалось там не очень долго - дом был снесен. Под угрозой оказался годовой план поставок.

Выходом стал переезд части сотрудников в здание дачи Бенуа с прилегающим коровником и несколькими служебными зданиями на углу Тихорецкого и Светлановского проспектов, на который администрация города согласилась с большой неохотой.

Важным в жизни ОКБ ТК стал 1981 год. ОКБ ТК получило свое сегодняшнее название ЦНИИ РТК и соответствующий статус. В этом же году было за-

вершено строительство первой очереди инженерно-лабораторного корпуса площадью 12 тысяч квадратных метров и переезд туда основной части сотрудников организации.

В 1985 году было в основном завершено строительство нового здания ЦНИИ РТК, включая инженерно-лабораторный корпус и здание опытного производства с вводом в эксплуатацию дополнительной площади в 13 тысяч квадратных метров.

Наконец весь коллектив организации собрался под одной крышей. К этому времени ЦНИИ РТК насчитывал уже свыше 1200 сотрудников. [4]

БЦ Leader Tower — первый построенный и второй скандальный небоскреб города

Данный объект является первым небоскрёбом (в привычном нашем понимании) в Санкт-Петербурге (рис. 3, а). Высота 42-этажного здания на Ленинском проспекте составляет 145,5 м. Строить его начали в 2009-м, закончили в 2013-м.

Застройщиком является «Фрегат», подразделение компании «Лидер Групп», известного игрока жилой недвижимости Петербурга и Ленобласти. В его портфеле три десятка проектов, по многим из которых были переносы.

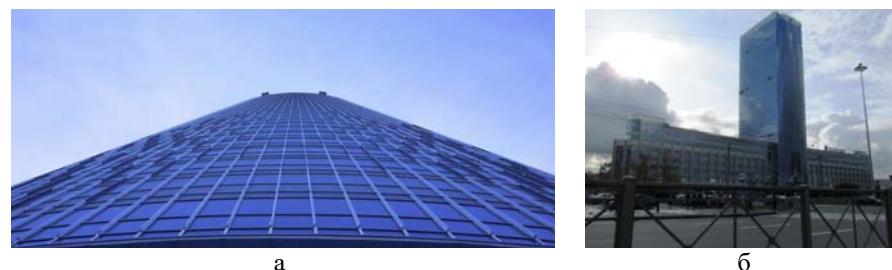


Рисунок 3 – БЦ Leader Tower (а-остекление; б-вид на объект)

Строительство прерывалось 9 месяцами простоя. Хотя его причины застройщик официально не оглашал, известно, что были проблемы с фундаментом. Вторая возникшая проблема — временный запрет Комитета по градостроительству и архитектуре, наложенный из-за ухудшения панорамы города. Город требовал уменьшить высоту вдвое. Но «Фрегат» нанес ответный удар — оспорил решение в суде: в двух инстанциях было вынесено положительное решение в пользу истца. Строительство продолжилось.

Объем инвестиций в проект без учета стоимости участка составил 1,5 млрд рублей. В историю БЦ «Лидер Тауэр» (рис. 4, б) мог войти как первый БЦ города со своей вертолетной площадкой. Среди уникальных особенностей управляющие небоскребом выделяют высокоскоростные лифты, развивающие скорость 4 м в секунду. [7]

Башня «Лидер» (в народе — Башня «Конституции») до 2011 года сохраняла пальму первенства небоскребов города на Неве. Но ее и сейчас называют уникальной — на площади Конституции возвели подобное сооружение впервые за всю историю нашего чудесного города. Оригинальность постройки не только в высоте:

стекло-алюминиевый фасад (рис. 4, а) оснащен мультимедийными «наворотами». Так, в вечернее время не заметить Leader Tower не получится, так как здание украшает яркая подсветка. Фасад служит не только площадкой для рекламы, но и для трансляций значимых событий. [8]



а



б

Рисунок 4 – БЦ Leader Tower (а-рендер первоначального объекта; б-фото объекта с другого ракурса)

Тем самым свидетельствуя о том, что строительство небоскребов не стоит на месте, проекты не являются заброшенными и будут реализованы в ближайшем будущем.

Список литературы

1. ВЫСОТА ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ / ВАДИМ ДРОЗДОВ: <https://www.guide78.ru/post/dominanta?ysclid=m4ue6taa9d80885714> (дата обращения: 18.12.2024)
2. Самые высокие здания в Санкт-Петербурге / Википедия: (дата обращения: 18.12.2024)
3. Загадочная башня Петербурга. Зачем её строили / Dzen.ru: <https://dzen.ru/a/XLdH1dV94wCzaKQu?ysclid=m4ueuelv3q52081473> (дата обращения: 18.12.2024)
4. ЦНИИ РТК / ВКонтакте: https://vk.com/wall-221590080_156?ysclid=m4uey83n7s126146277 (дата обращения: 18.12.2024)
5. “Лахта центр” Что стоит за высотными рубежами? / Студия интерактивных проектов МИА «Россия сегодня» <https://vid1.ria.ru/ig/sip/lakhta/main/> (дата обращения: 18.12.2024)
6. Соседи СПЧ, Приморский район / ВКонтакте: https://vk.com/wall-12160356_2804012?ysclid=m4uf98jxxj572769771 (дата обращения: 19.12.2024)
7. БЦ Leader Tower / kudago.com: <https://kudago.com/spb/place/leader-tauer/#:~:text=%D0%9B%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D1%80%20%D0%A2%D0%B0%D1%83%D1%8D%D1%80%20%E2%80%94%D1%8D%D1%82%D0%BE%20%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9.%D0%BF%D1%8F%D1%82%D1%8C%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D1%81%20%D0%B2%D1%8B%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%BC%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BC> (дата обращения: 19.12.2024)
8. Завтра в Питере 📍 Афиша Санкт-Петербурга / ВКонтакте: https://vk.com/wall-42712457_81341?ysclid=m4v1xglct7102688947 (дата обращения: 19.12.2024)
9. Газпром Арена / bigenc.ru: <https://bigenc.ru/c/gazprom-arena-040c85> (дата обращения: 19.12.2024)

10. Бизнес-центр / atlantic-city: https://atlantic-city.ru/texts/biznes_centр (дата обращения: 19.12.2024)
11. Бизнес-центр / atlantic-city: <https://atlantic-city.ru/texts/characteristics> (дата обращения: 19.12.2024)
12. ЖК «Петр Великий и Екатерина Великая»: царские традиции на промышленной окраине / living.ru: <https://living.ru/spb/expert/tainyi-pokupatel/zhk-petr-velikiy-i-ekaterina-velikaya-tsarskie-traditsii-na-promyshlennoy-okraине/> (дата обращения: 19.12.2024)
13. Телебашня в Санкт-Петербурге / Рувики https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%82-%D0%BF%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F (дата обращения: 22.12.2024)
14. Семь удивительных фактов о телебашне в Петербурге / Пятый канал: <https://www.5-tv.ru/about/legenda/199834/> (дата обращения: 22.12.2024)
15. КОНСТРУКЦИИ НЕБОСКРЕБА ЛАХТА ЦЕНТР В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ / ООО Инфорспроект, 2018 год (дата обращения: 23.12.2024)
16. Travush, V., Shakhramanyan, A., Kolotovichev, Y., Shakhvorostov, A., Desyatkin, M., Shulyatyev, O., & Shulyatyev, S. (2018). «Лахта Центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и осн ия. 3. АСАДЕМІА. АРХІТЕКТУРА І СТРОІТЕЛСТВО, (4), 94-108. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2018-4-94-108>
17. Горохов, И. А. Анализ высотной застройки Санкт-Петербурга / И. А. Горохов // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 124-127. – EDN MVZSO.
18. Горохов, И. А. Различные виды панельных домов в России разных технологий / И. А. Горохов // Будущее строительной отрасли: Вызовы и перспективы развития : Сборник трудов III Международного научно-практического симпозиума, Москва, 15–19 сентября 2025 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2025. – С. 330-336. – EDN UNRPFQ.
19. Горохов, И. А. Бетоны и их классификации / И. А. Горохов // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 116-122. – EDN MLJIXI.
20. Горохов, И. А. Сталинские высотки / И. А. Горохов // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 11(1095). – С. 28-33. – EDN CPGZQN.

ДУБОВА АННА КОНСТАНТИНОВНА, независимый исследователь
г. Москва, Россия

ПЛАТФОРМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО РЫНКА: АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ, СЕТЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОТРАСЛИ

В статье рассматриваются вопросы платформизации строительного рынка как комплексная трансформация технологической, финансовой и институциональной структуры отрасли. Раскрывается архитектура цифровых экосистем, основанных на технологиях информационного моделирования зданий, интеграции расчетных, энергетических и эксплуатационных данных, а также финансовых механизмов, включая эскроу-счета. Проанализированы сетевые эффекты многосторонних цифровых платформ и их влияние на снижение транзакционных издержек, перераспределение рисков и изменение конкурентной среды. Сформулирован вывод о формировании новой модели координации строительной деятельности, в которой информационная модель выступает стратегическим активом отрасли.

Ключевые слова: платформизация, цифровые экосистемы, сетевые эффекты, эскроу-счета, институциональные изменения.

Актуальность исследования состоит в том, что современный строительный рынок переживает этап глубокой структурной трансформации, связанной с цифровизацией процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов недвижимости. Постепенный переход от фрагментированной модели взаимодействия участников к платформенной архитектуре формирует качественно новую конфигурацию отрасли. Цифровые платформы интегрируют проектные решения, финансовые механизмы, логистику, контроль качества и эксплуатационные данные в единую экосистему [1, с. 107-108].

Как отмечается в исследовании С.О. Евдокименко, внедрение современных технологий строительства формирует «системную модернизацию организационно-технологических процессов» [2, с. 709]. Особенно ярко платформенная логика проявляется в сегменте индивидуального жилищного строительства (далее - ИЖС), где усиливается значение цифровых инструментов управления жизненным циклом объекта [3, с. 68]. Одновременно институциональные изменения, включая внедрение эскроу-счетов, трансформируют финансовую архитектуру рынка и перераспределяют риски между участниками [4, с. 377-378].

Платформизация предполагает переход от линейной модели «заказчик - проектировщик - подрядчик» к многосторонней системе взаимодействия, в которой ключевым ресурсом становятся данные. Центральным элементом цифровой экосистемы выступает информационная платформа, обеспечивающая координацию участников и синхронизацию процессов.

Как отмечают ученые, информационная модель оценке экономической эффективности BIM, подчеркивается, что информационная модель выступает

«единым источником достоверных данных на всех стадиях жизненного цикла» [3, с. 69]. Тем самым BIM трансформируется из инструмента проектирования в инфраструктурную основу платформенной организации рынка.

Сетевые эффекты проявляются в том, что ценность платформы возрастает по мере увеличения числа участников. Чем больше проектировщиков, поставщиков и финансовых институтов подключено к цифровой среде, тем выше ее координационный потенциал и ниже транзакционные издержки. Исследование изменений рынка ИЖС с введением эскроу-счетов показывает, что институциональная консолидация усиливает зависимость участников от централизованных механизмов координации [4, с. 379].

Таким образом, строительный рынок приобретает черты многостороннего цифрового рынка с выраженными сетевыми эффектами и возрастающей ролью оператора платформы.

Цифровая экосистема строительного рынка включает несколько уровней:

1. Технологический (BIM, цифровые двойники, расчетные модели).
2. Финансовый (эскроу-счета, ипотечное кредитование).
3. Производственно-логистический.
4. Эксплуатационный.

Технологический слой формирует основу экосистемы. В исследовании энергоэффективности каркасных домов установлено, что применение многослойных теплоизоляционных систем позволяет снизить теплопотери на 27-35% по сравнению с традиционными решениями [5, с. 574]. Подобные расчеты становятся возможными благодаря цифровому моделированию теплофизических процессов, интегрируемому в информационную среду проекта.

Аналогично, оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных домов в сейсмоактивных регионах показала повышение сейсмостойкости на 25-32% при одновременном снижении материалоемкости на 15-22% [6, с. 10]. Данные результаты получены с использованием численного моделирования, что подтверждает роль цифровых инструментов как основы технологической платформы.

Интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в автономные домохозяйства также демонстрирует платформенную логику. Согласно результатам моделирования, гибридные системы мощностью 5 кВт (ФЭС+ВЭУ) обеспечивают надежность энергоснабжения на уровне 99,44%, при приведенной стоимости энергии 12,92 руб./кВт ч [7, с. 148]. Эти параметры рассчитываются в цифровой среде с учетом стохастичности климатических факторов, что усиливает значение единой информационной архитектуры.

Тем самым, архитектура цифровой экосистемы объединяет проектные, конструктивные, энергетические и эксплуатационные данные, формируя непрерывную цифровую цепочку создания стоимости.

Таким образом, платформизация строительного рынка ведет к трансформации институциональной структуры отрасли. Введение эскроу-счетов в сегменте ИЖС, как показано в научных исследованиях повышает прозрачность финансовых потоков, но одновременно увеличивает нагрузку на подрядчиков и усили-

вает риски вытеснения малых компаний [5, с. 576]. Финансовый контур становится интегрированной частью цифровой платформы.

Одновременно платформизация оказывает пространственные и социально-экономические эффекты. Исследование развития агломераций загородного жилья в Московском регионе выявило структурный дисбаланс между темпами жилищного строительства и развитием транспортной инфраструктуры [8, с. 86]. Формирование «спальных» агломераций усиливает нагрузку на радиальный транспортный каркас и увеличивает бюджетные издержки.

В условиях платформенной координации становится возможным синхронизированное планирование жилищного ввода и инфраструктурного развития, что снижает негативные внешние эффекты. Следовательно, цифровые экосистемы начинают выполнять не только технологическую, но и институционально-регуляторную функцию [9, с. 656].

Кроме того, переход к платформенной модели усиливает концентрацию данных и рыночной власти у операторов цифровых систем. Это формирует новые вызовы антимонопольного регулирования и требует разработки стандартов информационной совместимости.

Платформизация строительного рынка представляет собой комплексный процесс, затрагивающий технологическую, финансовую и институциональную структуру отрасли [10]. Цифровые экосистемы, основанные на BIM и интегрированных расчетных моделях, обеспечивают снижение транзакционных издержек, повышение прозрачности и рост эффективности конструктивных и энергетических решений. Сетевые эффекты усиливают устойчивость платформ и способствуют консолидации участников вокруг единой информационной среды. Вместе с тем институциональные изменения, включая внедрение эскроу-счетов и концентрацию данных, трансформируют распределение рисков и структуру конкуренции. Таким образом, платформизация формирует новую модель координации строительного рынка, в которой цифровая информационная модель становится стратегическим активом, а экосистема - ключевым механизмом устойчивого развития отрасли.

Список литературы

1. Горбова И.Н., Постников А.Н. Трансформация и развитие строительной сферы при использовании цифровых технологий // Региональная и отраслевая экономика, №. 6, 2024, С. 106-114.
2. Евдокименко, С. О. Современные технологии строительства загородных домов / С. О. Евдокименко // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 709-713.
3. Евдокименко, С. О. Оценка экономической эффективности применения технологии информационного моделирования зданий для управления полным циклом строительства индивидуального загородного жилья в Московском регионе / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 11. – С. 68-72.
4. Евдокименко, С. О. Исследование изменений рынка индивидуального жилищного строительства с введением эскроу-счетов на строительство загородных домов и оценка рисков для строительных компаний в сфере ИЖС / С. О. Евдокименко // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 11. – С. 377-381.

5. Евдокименко, С. О. Энергоэффективность и теплозащита каркасных домов в Московской области с учётом климатической зоны / С. О. Евдокименко // Экономика строительства. – 2025. – № 6. – С. 574-579.

6. Евдокименко, С. О. Оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных загородных домов для условий повышенной сейсмической активности / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 7. – С. 10-15.

7. Евдокименко, С. О. Интеграция возобновляемых источников энергии и систем аккумулирования в автономные загородные домохозяйства средней полосы России / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 8. – С. 148-157.

8. Евдокименко, С. О. Исследование социально-экономических последствий развития агломераций загородного жилья в Подмоскowie и их влияние на транспортную систему прилегающих территорий / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 10. – С. 86-89.

9. Иванов, А. Л. Исследование цифровых экосистем как фундаментального элемента цифровой экономики / А. Л. Иванов, И. С. Шустова // Креативная экономика. – 2020. – Т. 14, № 5. – С. 655-670.

10. Платформенная экономика и цифровая трансформация России: инновации, стратегия и регулирование // URL: <https://www.cleverence.ru/articles/auto-busines/-platformennaya-ekonomika-i-tsifrovaya-transformatsiya-v-rossii/> (дата обращения: 04.02.2026).

ДУБОВА АННА КОНСТАНТИНОВНА, независимый исследователь
г. Москва, Россия

ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ И СЕМАНТИЧЕСКАЯ СОГЛАСОВАННОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ: СТАНДАРТЫ, МЕТАМОДЕЛИ И ТЕОРИИ СОВМЕСТИМОСТИ ЦИФРОВЫХ СРЕД

В статье рассматриваются проблемы интероперабельности и семантической согласованности строительных данных в условиях цифровой трансформации строительной отрасли. Проанализированы теоретические основы интероперабельности, роль семантической согласованности и метамодели в цифровой среде, а также международные и национальные стандарты обмена данными. Особое внимание уделено практическим аспектам применения технологий информационного моделирования в индивидуальном и малоэтажном строительстве. Доказано, что использование интероперабельных цифровых сред способствует снижению информационных потерь и повышению экономической эффективности на протяжении жизненного цикла объекта.

Ключевые слова: интероперабельность, семантическая согласованность, жизненный цикл здания, метамодели, стандарты, цифровые среды, индивидуальное жилищное строительство.

Цифровая трансформация строительной отрасли сопровождается активным внедрением технологий информационного моделирования зданий ориентированных на информационное сопровождение объектов на всех этапах жизненно-

го цикла. В этих условиях особую актуальность приобретают интероперабельность и семантическая согласованность строительных данных, определяющие возможность корректного обмена, интерпретации и повторного использования информации между участниками проекта и программными системами [1, с. 72-73].

Проблема семантической интероперабельности особенно присуща сегменту индивидуального и малоэтажного строительства. Как утверждает С.О. Евдокименко, недостаточная согласованность данных и отсутствие единой среды общих данных приводят к росту транзакционных издержек, информационным потерям и снижению управляемости проектов при переходе от проектирования к строительству и эксплуатации [2, с. 68]. Это ограничивает экономический эффект от внедрения BIM (**Building Information Model - информационная модель здания**) и снижает его практическую ценность.

Интероперабельность в строительстве понимается как способность информационных систем обмениваться данными и использовать их без искажения смысла. В BIM-среде это означает сохранение корректности информации на всех стадиях жизненного цикла объекта [3, с. 379].

Ключевым уровнем является семантическая интероперабельность, предполагающая единое понимание содержания данных. Отсутствие семантической согласованности между архитектурными, расчетными и сметными моделями затрудняет комплексную оптимизацию проектных решений. В работах посвященных оптимизации каркасных домов в сейсмически активных регионах, подчеркивается, что несогласованность данных снижает эффективность численного моделирования и принятия проектных решений [4, с. 576].

Важную роль в обеспечении интероперабельности играют метамоделли, представляющие собой формализованные схемы описания строительных объектов и их свойств. Использование метамоделей позволяет унифицировать данные, упростить интеграцию различных программных средств и создать основу для автоматизированного анализа. Практическая значимость данного подхода подтверждается исследованиями в области энергоэффективности каркасных домов, где показана необходимость согласованного описания конструктивных и теплотехнических параметров [5, с. 148].

Правовое регулирование семантической интероперабельности осуществляется как международными актами, так и нормами национального законодательства. Одним из важнейших международных стандартов обмена данными выступают формат IFC (**Industry Foundation Classes - отраслевые базовые классы**), обеспечивающий техническую и частично семантическую интероперабельность между BIM-приложениями. Существенную роль также играет серия стандартов ISO19650, регламентирующая управление информацией и формирование общей среды данных на протяжении жизненного цикла объекта [6, с. 215-216]. Также следует отметить концепцию OpenBIM, ориентированная на использование открытых форматов и снижение зависимости от конкретных программных решений. Реализация данных стандартов позволяет сократить информационные потери между стадиями проекта, что согласуется с позицией

ученых о необходимости повышения прозрачности и управляемости цифровых процессов в строительстве [7, с. 87].

В российской практике интероперабельность регламентируется системой ГОСТов и сводов правил, формирующих многоуровневую модель совместимости. Их значимость проявляется в сегменте индивидуального жилищного строительства (ИЖС), где требуется сочетание цифровизации, нормативной определенности и экономической устойчивости участников рынка [3, с. 380].

Современные BIM-метамоделли включают IFC определения представлений моделей, библиотеки данных и методологии описания процессов. Их совместное использование позволяет адаптировать информационную модель под расчетные, эксплуатационные и экономические задачи.

Эффективность данного подхода подтверждается при моделировании деревянных каркасных зданий в сейсмических зонах наибольший эффект достигается при использовании структурированных и семантически согласованных данных, применяемых в численных расчетах [8, с. 11-12].

Семантическая интеграция также осуществляется при моделировании энергетических систем зданий, поскольку корректность оптимизационных расчетов напрямую зависит от согласованности входных данных и их формализованного описания [9, с. 710].

Теоретические модели совместимости (LISI, SCOPE, трехуровневая модель интероперабельности) используются для оценки зрелости цифровых сред и определения требуемого уровня согласованности данных [10, с. 71].

Практика реализации строительных проектов показывает, что внедрение интероперабельных BIM-сред позволяет сократить сроки и затраты за счет выявления ошибок на ранних стадиях. Эти результаты свидетельствуют об экономической эффективности BIM, особенно в сегменте индивидуального и малоэтажного строительства [2, с. 71].

Таким образом, интероперабельность и семантическая согласованность строительных данных являются ключевыми условиями эффективного применения BIM-технологий. Современные стандарты и метамоделли формируют необходимую основу для совместимости цифровых сред, однако их практическая реализация требует комплексного подхода. Использование интероперабельных BIM-сред в индивидуальном и малоэтажном строительстве обеспечивает не только технические, но и экономические преимущества [2, с. 71]. Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием семантических технологий и адаптацией международных стандартов к национальным условиям, что позволит рассматривать BIM-модель как полноценный цифровой актив на всем протяжении жизненного цикла здания.

Список литературы

1. Пименов С.И. Строительная информационная модель // Construction and Geotechnics. Т. 13. № 3. 2022. С. 72-84.
2. Евдокименко, С. О. Оценка экономической эффективности применения технологии информационного моделирования зданий для управления полным циклом строительства индивидуального загородного жилья в Московском регионе / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 11. – С. 68-72.

3. Евдокименко, С. О. Исследование изменений рынка индивидуального жилищного строительства с введением эскроу-счетов на строительство загородных домов и оценка рисков для строительных компаний в сфере ИЖС / С. О. Евдокименко // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 11. – С. 377-381.

4. Евдокименко, С. О. Энергоэффективность и теплозащита каркасных домов в Московской области с учётом климатической зоны / С. О. Евдокименко // Экономика строительства. – 2025. – № 6. – С. 574-579.

5. Евдокименко, С. О. Интеграция возобновляемых источников энергии и систем аккумулирования в автономные загородные домохозяйства средней полосы России / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 8. – С. 148-157.

6. Макаренко С.И., Олейников А.Я., Черницкая Т.Е. Модели интероперабельности информационных систем // Системы управления, связи и безопасности. №. 4. 2019. С. 215-245.

7. Евдокименко, С. О. Исследование социально-экономических последствий развития агломераций загородного жилья в Подмосковье и их влияние на транспортную систему прилегающих территорий / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 10. – С. 86-89.

8. Евдокименко, С. О. Оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных загородных домов для условий повышенной сейсмической активности / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 7. – С. 10-15.

9. Евдокименко, С. О. Современные технологии строительства загородных домов / С. О. Евдокименко // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 709-713.

10. Нечаев А.А. Интероперабельность систем информационного моделирования зданий // Шаг в науку. №. 4. 2023. С. 70-78.

ЖИЛЯЕВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

(andreyzhilyaev@mail.ru)

УСИЛЕНИЕ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ АПК

В статье рассматриваются актуальные вопросы восстановления и усиления эксплуатируемых железобетонных конструкций объектов агропромышленного комплекса. Проанализированы факторы, влияющие на интенсивность физического износа железобетонных конструкций животноводческих помещений и наиболее перспективные направления по их усилению без ограничения эксплуатации. Определена эффективность и безопасность применения тканых композитных материалов на основе углеродного волокна для усиления железобетонных конструкций объектов агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, усиление, композитные материалы, внешнее армирование, армирующие элементы.

Железобетонные конструкции (ж/б конструкции) во всем мире признаны одними из самых надежных, долговечных и экологически чистых строительных материалов. В индустриально развитых странах [1] на одного жителя приходится до двух кубометров железобетона в год. Следовательно, в настоящее

время, ж/б конструкции составляют основную долю эксплуатируемых строительных конструкций.

Наиболее широкое применение железобетонных конструкций в России, в том числе при строительстве объектов агропромышленного комплекса (АПК) происходило во второй половине прошлого века (1950-1970 гг.). В этот период активно возводились коровники, свинарники, птичники, ремонтные мастерские и хранилища сельскохозяйственной продукции. Многолетние сроки службы (интенсивная эксплуатация более 40 лет), массовость применения, условия эксплуатации – обуславливают значительный объем повреждаемости ж/б конструкций объектов АПК. В большей степени подвержены износу ж/б конструкции объектов АПК из-за воздействия агрессивных сред (агрессивные газы, продукты жизнедеятельности животных и т.д.), климатических факторов (изменения температуры окружающей среды до 70 циклов в год при отсутствии системы отопления) и эксплуатационных воздействий.

В животноводческих помещениях (коровниках, свинарниках) ж/б элементы подвергаются воздействию агрессивных газов (сероводорода, углекислого газа и аммиака) и повышенной влажности (до 100 % особенно в зимний и переходный периоды) в результате чего как показано в [2] бетон быстро карбонизируется и теряет защитные свойства по отношению к стальной арматуре. Таким образом, эксплуатационная среда оказывает влияние на интенсивность физического износа ж/б конструкций объектов АПК, степень которого напрямую зависит не только от условий, но и от срока эксплуатации (рис. 1).

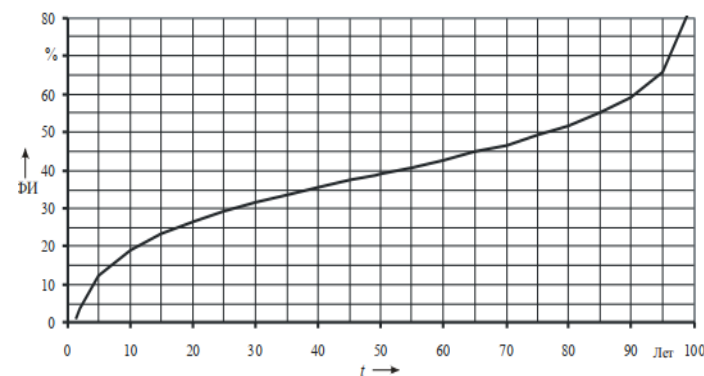


Рисунок 1 – Зависимость физического износа ж/б конструкций, % (ФИ) от срока эксплуатации, лет (t)

Как показал анализ [2-3] в защитном слое эксплуатируемых ж/б конструкций вышеперечисленных объектов имеются глубокие трещины, наблюдаются процессы коррозии стальной арматуры, что снижает надежность и долговечность конструкций (рис. 2).



Рисунок 2 – Повреждения эксплуатируемых железобетонных конструкций

Исходя из представленных в [2] данных с каждым годом число «великовозрастных» строительных объектов в агропромышленном секторе, нуждающихся в усилении и восстановлении ж/б конструкций с целью дальнейшей их безопасной эксплуатации, растет. При этом восстановление и усиление ж/б конструкций объектов АПК требует к себе особого подхода ввиду необходимости уделения внимания не только безопасности строительных материалов, которые должны отвечать всем действующим нормам и правилам, принятым в РФ, но и возможности их применения в достаточно агрессивной среде.

В настоящее время наиболее перспективным направлением в нашей стране является применение композитных материалов (композитов) для восстановления и усиления ж/б конструкций. Композит представляет собой, как правило, комбинацию двух или более компонентов с различными свойствами, в зависимости от применяемых связующих. Композиты, используемые для восстановления и усиления ж/б конструкций обладают свойствами, которые обеспечивают безопасность и экологичность. Композиты хорошо сопротивляются агрессивным средам, устойчивы к воздействию высоких температур (углеродные волокна окисляются при температуре 650°), не поддерживают горение, не содержат токсичных веществ, вредных примесей. В СП 164.1325800.2014 [4] приведены характеристики композитов с различными типами армирующих элементов: ленты, холсты, ткани из углеволокна и из стекловолокна, а также ламинаты, армированные углеродным волокном или стекловолокном. Анализ характеристик различных типов композитов в [4] показал преимущества тканых композитных материалов на основе углеродных волокон (углеволокна) имеющих, в том числе, более высокий модуль упругости и предел прочности при растяжении. Восстановление и усиление ж/б методом внешнего армирования ткаными композитами на основе углеродного волокна, при котором армирующие ткани или ламели наклеиваются с помощью эпоксидных клеев, позволяет существенно повысить их долговечность и несущую способность без утяжеления ж/б конструкции.

Основными преимуществами применения композитов при усилении ж/б конструкций объектов АПК являются: малый вес композита, высокие прочностные и деформационные характеристики, относительная простота производства ра-

бот, высокая адгезия клеящих составов, экологичность и безопасность. Важнейшей проблемой при этом, как показала практика применения пластинчатых армирующих элементов (ламинатов), является обеспечение совместной работы усиливающих элементов и восстанавливаемых конструкций. Для ее решения используют «мокрый» способ с применением холстов. В работах [5-7] отмечено, что усилить прочность сцепления армирующих элементов с поверхностью ж/б элементов помогает также установка бандажей и хомутов из холстов.

При проектировании усиления ж/б конструкций необходимо учитывать, что композит должен обладать как минимум такой же прочностью сцепления, как и бетон (возможное разрушение конструкции должно происходить по бетону). В исследованиях [5-7] элементы ж/б конструкций с наличием трещин шириной 0,2 мм усиленные ткаными углеродными композитами продемонстрировали не только восстановление прочности, но и рост жесткости и трещиностойкости. В настоящее время, эффективность применения композитов для усиления ж/б конструкций подтверждена [6] практикой применения более чем на 300 строительных объектах. Проведенные исследования практического применения композитов при усилении строительных конструкций методом внешнего армирования показали возможность их применения для восстановления и усиления ж/б конструкций объектов АПК в сравнительно сжатые сроки без ограничения эксплуатации.

Таким образом, современный уровень развития строительной отрасли, появление новых строительных материалов позволяют обеспечить надежность эксплуатируемых объектов АПК восстановления и усиления ж/б конструкций композитными материалами обеспечивая тем самым бесперебойную работу сельскохозяйственных предприятий.

Список литературы

1. Влияние агрессивной среды и температуры окружающей среды на огнестойкость железобетонных конструкций в АПК / А. П. Савельев, С. В. Глозов, И. А. Никифорова, А. Н. Глуханкина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 177-182.
2. Масенина, Е. В. Коррозия бетона в сельскохозяйственных зданиях / Е. В. Масенина // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: Материалы Шестнадцатой Международной научно-технической конференции, Саранск, 25–26 декабря 2017 года / Ответственный редактор В.Т. Ерофеев. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 301-307.
3. Оценка постоянной физической среды износа железобетонных элементов и конструкций для различной агрессивности эксплуатационной среды / А. А. Васильев, Д. А. Яньшина, Ю. К. Кабышева [и др.] // Наука, общество, образование в эпоху цифровизации и глобальных изменений: монография. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 94-108.
4. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2015. 50 с.
5. Помазкин, Е. Защита конструкций сельскохозяйственных сооружений / Е. Помазкин // Переработка молока. – 2017. – № 8(214). – С. 56-59.
6. Берлинов, М. В. Надежность железобетонных конструкций гражданских зданий при реконструкции / М. В. Берлинов, М. Н. Берлинова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2023. – № 2(1062). – С. 28-30.

7. Волгин, А. С. Применение композитных материалов при усилении железобетонных конструкций зданий и сооружений, эксплуатирующихся в агрессивных средах / А. С. Волгин, И. А. Иванов // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 9. – С. 130-133.

8. Нур, М. К. Современные подходы к усилению несущей способности железобетонных конструкций композитными материалами / М. К. Нур // Вестник науки. – 2025. – Т. 3, № 5(86). – С. 1767-1774.

9. Окладникова, Е. В. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами на основе углеродных волокон / Е. В. Окладникова, Д. Е. Синчугов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 162-167.

ЗОЛУХИН ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
ТАНЫГИН ОЛЕГ ФЕДОРОВИЧ, к.т.н., доцент
(e-mail: oftanygin@yandex.ru)

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ АПК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассмотрено использование отходов АПК (солома, лузга подсолнечника, рисовая шелуха, костная мука) в производстве строительных композитов. Описан химический состав растительных отходов и структурные особенности, обеспечивающие высокие теплоизоляционные свойства. Введение таких отходов снижает плотность материалов на 15-30%, но требует оптимизации состава из-за снижения прочности. Обоснована важность разработки нормативной базы для внедрения таких технологий в строительство.

Ключевые слова: строительные композиты, лузга подсолнечника, костная мука, целлюлоза, теплоизоляция, пористость, прочность на сжатие, гигроскопичность, биодеградация.

К вторичным материалам агропромышленного комплекса, пригодным для строительных целей, относятся преимущественно растительные и животные отходы [1]. К растительным отходам относят солому злаковых культур, лузгу подсолнечника и риса, обладающие выраженными структурными характеристиками. Животные отходы представлены преимущественно костной мукой, образующейся при переработке мясного сырья. Указанные материалы отличаются доступностью и значительными объемами образования в сельскохозяйственном производстве. Ключевыми критериями отбора отходов для строительных применений выступают структурная целостность, термическая стабильность и совместимость с вяжущими компонентами.

Целлюлозные отходы, такие как солома злаковых культур и лузга подсолнечника, характеризуются сложным химическим составом, определяющим их

строительные свойства. Основными компонентами являются целлюлоза (40-50%), гемицеллюлозы (20-30%) и лигнин (15-25%), образующие жесткий каркас растительных волокон. Минеральные включения, представленные преимущественно кремнеземом и карбонатами, составляют до 10% массы и влияют на огнестойкость и механическую прочность композитов. Внутренние области соломы ржи и льна по структуре схожи со структурой пенополистирола, при размере ячеек, меньшем в 1,5–2 раза, что объясняет высокие теплоизоляционные свойства полученного композита. Во внешней области стеблей размеры капилляров в поперечном сечении в 2–8 раз меньше размеров капилляров внутренней области, а толщина перегородок в 2–6 раз превышает размер перегородок внутренней области [2].

Костная мука как наполнитель строительных композитов демонстрирует уникальные физико-механические характеристики. Её плотность варьируется в диапазоне 1200-1500 кг/м³, а пористость достигает 30-40%, что обеспечивает улучшенные теплоизоляционные свойства конечного материала. Высокая адгезия к цементным матрицам обусловлена наличием коллагеновых волокон и минеральных компонентов, преимущественно гидроксипатита [3]. В производстве легких бетонов и стеновых блоков также активно применяются различные виды отходов растительного происхождения. Наиболее распространенными наполнителями служат солома злаковых культур, лузга подсолнечника и рисовая шелуха. Из прессованной соломы изготавливают строительные блоки. Для этих целей хорошо подходит солома ржи, льна или пшеницы, возможно также использование сена, камыша.

Введение отходов в состав бетонных смесей существенно влияет на физико-механические свойства композитов. Добавление растительных волокон снижает плотность материала на 15-30%, одновременно улучшая его теплоизоляционные характеристики. Однако повышение доли органических наполнителей выше 20% приводит к снижению прочности на сжатие, что требует оптимизации состава. Наилучшие результаты демонстрируют композиты с комбинированным использованием минеральных и органических компонентов.

Технологии переработки соломы, лузги подсолнечника и других отходов сельского хозяйства требуют меньших энергетических затрат по сравнению с производством цемента или керамики. Это позволяет формировать конкурентные цены на конечную продукцию при сохранении удовлетворительных эксплуатационных характеристик.

Недостаток регламентированных методов испытаний [4] приводит к неоднозначности оценки эксплуатационных характеристик продукции. Правовые барьеры проявляются в невозможности полноценного промышленного применения инновационных разработок. Производители сталкиваются с длительными процедурами согласования технических условий из-за отсутствия профильных нормативов. Такая ситуация сдерживает внедрение экологических альтернатив в массовое строительство.

Создание эффективных отраслевых регламентов требует комплексного подхода к стандартизации. Разработка отраслевых регламентов требует гармониза-

ции экологических норм и строительных нормативов с учетом специфики отходов [5].

Перспективным направлением преодоления технологических барьеров является применение композитных модификаторов на основе полимерных добавок, повышающих стабильность структуры материалов. Термохимическая обработка сырья методами карбонизации или гидротермального уплотнения позволяет улучшить влагостойкость и механическую прочность композитов [6]. Совершенствование параметров прессования и формования изделий обеспечивает воспроизводимость их эксплуатационных характеристик при масштабировании производства.

Список литературы

1. Прокопьев, А. А. Обзор свойств строительных материалов, изготовленных с применением различных отходов / А. А. Прокопьев, Р. В. Салимгареева // IV Международный Косыгинский Форум "Проблемы инженерных наук: формирование технологического суверенитета". Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума "Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики страны": Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики страны», Москва, 20–22 февраля 2024 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2024. – С. 256-259. – EDN KPWZV1.

2. Новые принципиальные подходы к решению эффективного использования растительного сырья и отходов производства / А. П. Пичугин, В. Ф. Хританков, О. Е. Смирнова, С. Е. Ткаченко // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды III всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Новокузнецк, 04–06 октября 2022 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2022. – С. 123-128. – EDN QEFLIS.

3. Авраменко, В.В. Легкие бетоны на основе растительного сырья и минеральных вяжущих для стеновых ограждений: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.23.05 / Авраменко Валерий Викторович; [Место защиты: Новосиб. гос. архитектур.- строит. ун-т]. – Новосибирск, 2010. – 17 с.

4. Пастушков, П. П. О проблемах определения теплопроводности строительных материалов / П. П. Пастушков // Строительные материалы. – 2019. – № 4. – С. 57-64. – DOI 10.31659/0585-430X-2019-769-4-57-63. – EDN SDSOJK.

5. Рыбаков, М. А. Экологические ограничения - правовые препятствия для осуществления строительства / М. А. Рыбаков // Аграрное и земельное право. – 2024. – № 1(229). – С. 104-106. – DOI 10.47643/1815-1329_2024_1_104. – EDN WMDPPW.

6. Влияние способа получения наполнителя из отходов производства риса на их состав, свойства и модифицирующее действие в эпоксидных композициях / Е. М. Готлиб, Л. А. Зенитова, А. Р. Гимранова, А. Г. Соколова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2023. – № 1(769). – С. 35-49. – DOI 10.32683/0536-1052-2023-769-1-35-49. – EDN IOFPOY.

КАСЬЯНОВ МИХАИЛ ЕВГЕНЬЕВИЧ, студент
ПРОХОДА АНАСТАСИЯ ВАЛЕРЬЕВНА, студент
ЕВСТРАТОВ СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ, студент

Научный руководитель -

НАУМОВА АННА АНАТОЛЬЕВНА, соискатель кафедры Гидравлика,
гидрология и управление водными ресурсами
Российский государственный аграрный университет —
МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия
(E-mail: prh.anastasia@yandex.ru)

КАНАЛ ИМЕНИ МОСКВЫ

В статье рассматривается северный участок Канала имени Москвы — одного из крупнейших гидротехнических сооружений России, соединяющего реку Волгу с Москвой-рекой. Описываются основные предпосылки строительства канала, его роль в системе водоснабжения столицы и значение для внутреннего судоходства. Особое внимание уделяется характеристикам Ивановского водохранилища, а также гидротехническим сооружениям начального участка канала, включая шлюзы и гидроузлы. Рассматриваются особенности их конструкции, принцип работы и значение для поддержания устойчивого водного режима. Также затрагиваются вопросы современного состояния канала, необходимости модернизации его сооружений и их влияния на экологическую обстановку. Работа связывает функционирование канала с вопросами экологической безопасности и обеспечения безопасности жизнедеятельности в сфере агропромышленного комплекса и промышленного и гражданского строительства.

Ключевые слова: Канал имени Москвы, гидротехнические сооружения, шлюзы, водоснабжение Москвы, Ивановское водохранилище, водные ресурсы, экологическая безопасность, безопасность жизнедеятельности.

Канал имени Москвы — это судоходный водный путь, соединяющий Москву с Волгой. Он строился как крупнейший стратегический проект СССР, призванный решить сразу несколько задач — водоснабженческие, транспортные, энергетические и оборонные. Он был построен в 1932–1937 годах и стал одним из важнейших гидротехнических сооружений страны [1].

На момент начала 1930-х годов Москва испытывала острый дефицит воды, при этом стремительно росло как ее население, так и потребление воды промышленностью.

После строительства Канал позволил подвести к столице огромные объёмы воды из Волги, создать цепочку водохранилищ и обеспечить город устойчивым и качественным водоснабжением. На сегодняшний день до 60–70% воды в Москве поступает через эту систему.

Сам канал имеет длину 128 км, имеет 8 гидроузлов и позволяет пропускать суда класса река-море из Волги в Москву. Средняя глубина составляет около

5,5 метров, а ширина 85-150 метров по поверхности и 40-80 по дну. Общий перепад высот (между Иваньковским водохранилищем и рекой Москвой) составляет 38 метров [2].

Современное состояние Канала имени Москвы обычно оценивают как стабильное, рабочее, но при этом требующее регулярной модернизации и ремонта, поскольку большая часть сооружений построена ещё в 1930-х. В последние годы активно обсуждается и частично реализуется программа комплексной реконструкции, включающая обновление гидроприводов и ворот шлюзов, модернизацию судоходного оборудования, ремонт плотин и водосливов, установку современных систем мониторинга. Так же есть проекты, направленные на улучшение экологической ситуации и качества воды в водохранилищах.

В данной работе мы более подробно рассмотрим самый северный участок Канала имени Москвы, проходящий от Иваньковского водохранилища на Волге до гидроузла Темпы. Это один из наиболее важных и интересных с инженерной точки зрения участков всего канала.

Данный участок расположен в Дмитровском районе Московской области и на небольшом протяжении граничит с Конаковским районом Тверской области. Территория характеризуется сложными природными условиями: здесь преобладают лесистые и болотистые ландшафты, встречаются участки с высоким уровнем грунтовых вод. Всё это значительно осложняло проведение строительных работ в 1930-е годы. Для возведения канала требовалось проводить масштабные земляные работы, создавать насыпи, укреплять берега и осушать заболоченные территории.



Рисунок 1 – Продольный профиль канала имени Москвы

Начало канал берёт в Иваньковском водохранилище, созданном при строительстве Иваньковской гидроэлектростанции, расположенной в городе Дубна. Это водохранилище образовано на реке Волге и является верхним бьефом канала. Его создание позволило аккумулировать большие объёмы воды и обеспечить стабильную подачу водных ресурсов в систему канала.

Иваньковская ГЭС фактически выполняет роль регулирующего узла, который отделяет естественное русло Волги от искусственного водного пути канала. Плотина гидроэлектростанции образует водную преграду, позволяющую управлять потоками воды и направлять их в сторону Москвы. Благодаря этому

вода из Волги может поступать в канал в необходимых объёмах, что обеспечивает устойчивую работу всей гидросистемы.

Далее вода поступает в начальный участок канала, где расположены первые гидротехнические сооружения, регулирующие уровень воды и обеспечивающие условия для судоходства. Здесь же находятся инженерные конструкции, предназначенные для защиты берегов от размыва и поддержания необходимой глубины фарватера [3].

На рассматриваемом участке канала расположены первые гидротехнические сооружения системы — шлюзы, предназначенные для обеспечения судоходства и регулирования уровней воды. Шлюзы позволяют судам преодолевать перепады высот между различными бьефами канала и поддерживать стабильный водный режим.

Первым на пути движения судов из Волги является **шлюз №1 Канала имени Москвы**, расположенный вблизи города Дубна. Он входит в состав Иваньковского гидроузла и является начальной точкой подъёма судов при движении из Волги в сторону Москвы. Конструктивно шлюз представляет собой однокамерное гидротехническое сооружение с массивными железобетонными стенами и воротами, которые перекрывают камеру с обеих сторон. Длина камеры составляет около 290 метров, а ширина — около 30 метров, что позволяет пропускать достаточно крупные речные суда и баржи.

Работа шлюза основана на принципе выравнивания уровней воды. После захода судна в камеру ворота закрываются, и через специальные водопропускные каналы начинается постепенное заполнение или опорожнение камеры водой. Таким образом судно либо поднимается, либо опускается до уровня следующего участка канала. Время прохождения шлюза обычно составляет от 15 до 25 минут в зависимости от типа судна и режима работы гидроузла.

После прохождения первого шлюза суда попадают на следующий участок канала, ведущий к **шлюзу №2**, который расположен в районе посёлка Темпы. Этот шлюз является частью гидроузла Темпы и выполняет аналогичную функцию — обеспечивает дальнейший подъём судов по направлению к Москве. Конструктивно он также выполнен в виде однокамерного шлюза и имеет схожие размеры с первым, что позволяет обеспечивать стабильную пропускную способность всей системы.

Шлюз №2 также оснащён массивными воротами, системой водопроводящих галерей и механизмами управления, которые регулируют поступление воды в камеру. Управление работой шлюза осуществляется из диспетчерского пункта, где контролируются уровни воды, движение судов и состояние оборудования.

Помимо основной функции обеспечения судоходства, шлюзы выполняют и ряд дополнительных задач. Они участвуют в регулировании водного баланса канала, позволяют поддерживать необходимые уровни воды в отдельных бьефах и предотвращают резкие колебания уровня воды. Кроме того, шлюзовые сооружения играют важную роль в обеспечении безопасности эксплуатации канала и защите берегов от размыва.

Следует отметить, что шлюзы Канала имени Москвы отличаются не только своей инженерной значимостью, но и архитектурным оформлением. Многие из них были построены в стиле монументальной советской архитектуры 1930-х годов и украшены декоративными элементами, барельефами и башнями. Благодаря этому шлюзы представляют интерес не только как инженерные объекты, но и как памятники истории и архитектуры [4].

Таким образом, система шлюзов на северном участке Канала имени Москвы обеспечивает возможность безопасного и эффективного судоходства, а также играет важную роль в регулировании водных ресурсов всей гидротехнической системы. Их надёжная работа является ключевым условием функционирования канала и обеспечения водоснабжения Москвы.

Особенностью данного участка является также наличие развитой системы водорегулирующих сооружений. Они позволяют контролировать уровень воды, предотвращать возможные переполнения и обеспечивать безопасную эксплуатацию канала. Помимо этого, на данном участке расположены служебные объекты — диспетчерские пункты, технические здания и сооружения, обеспечивающие функционирование всей системы.

Таким образом, северный участок Канала имени Москвы играет ключевую роль в функционировании всей водной системы. Именно здесь происходит забор воды из Волги и её дальнейшее распределение по каналу. Надёжность работы этого участка напрямую влияет как на водоснабжение столицы, так и на функционирование судоходного пути. Поэтому его изучение представляет большой интерес как с инженерной, так и с историко-технической точки зрения.

В заключение следует отметить, что изучение гидротехнических сооружений Канала имени Москвы имеет значение не только с инженерной и исторической точки зрения, но и в контексте экологических проблем и безопасности жизнедеятельности. Эксплуатация таких крупных водохозяйственных систем напрямую влияет на состояние окружающей среды, водных экосистем и прилегающих территорий. Поддержание устойчивого водного режима, контроль качества воды и предотвращение загрязнения водохранилищ являются важными задачами для обеспечения экологической безопасности региона [5, 6].

Кроме того, надёжное функционирование гидротехнических сооружений канала играет важную роль в обеспечении безопасности жизнедеятельности населения и инфраструктуры. Своевременное обслуживание шлюзов, плотин и водорегулирующих сооружений позволяет предотвращать аварийные ситуации, такие как подтопления, разрушение берегов или нарушения водоснабжения. Эти вопросы особенно актуальны для сфер **агропромышленного комплекса**, поскольку состояние водных ресурсов и гидротехнической инфраструктуры напрямую влияет на устойчивое развитие территорий, безопасность хозяйственной деятельности и качество жизни населения [7].

Список литературы

1. Канал имени Москвы. 1932–1937 : История строительства. — М. : Стройиздат, 1987. — 320 с.

2. Алексеев В. И., Иванов П. Н. Гидротехнические сооружения водных путей. — М. : Транспорт, 2004. — 368 с.
3. Карасёв Н. П. Водные пути России. — М. : Транспорт, 2003. — 256 с.
4. Гидротехнические сооружения : учебник для вузов / под ред. В. П. Недриги. — М. : АСВ, 2010. — 512 с.
5. Федеральное агентство морского и речного транспорта. Канал имени Москвы : современное состояние и перспективы развития. — М. : Росморречфлот, 2018. — 150 с.
6. Экологическая безопасность гидротехнических сооружений / под ред. А. М. Черняева. — М. : Инфра-М, 2016. — 280 с.
7. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под ред. С. В. Белова. — М. : Юрайт, 2014. — 680 с.

КАТЫХИН СЕРАФИМ СЕРГЕЕВИЧ, студент
ЕВСЮКОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
УВАРОВА АННА ГЕОРГИЕВНА, к.т.н., доцент
 Курский государственный аграрный университет, г. Курск, Россия
 (e-mail: uvarova@yandex.ru)

КАК УВЕЛИЧИТЬ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДОРОГ

В данной статье рассматриваются различные способы и материалы для улучшения качества дорожного покрытия для обеспечения безопасного и комфортного передвижения, увеличения межремонтного интервала, срока службы дорожного полотна.

Ключевые слова: качество покрытия дорог, геотекстиль, асфальт, битум, стирол-бутадиен-стирол

Экономика страны в значительной степени зависит от протяженности и состояния автодорожной сети. Объем автомобильных перевозок в России ежегодно растет. При этом драйверами роста коммерческих автоперевозок по итогам 2025 года, как отмечают аналитики, стали негабаритные и тяжеловесные грузы, а также стройматериалы. Повышенные нагрузки ведут к деградации эксплуатационного состояния дорожного покрытия, что негативно сказывается на безопасности дорожного движения, росте себестоимости доставок [1]. Дальнейший рост объемов перевозок автомобильным транспортом без изменения подходов к проектированию дорог несет риски. С ростом нагрузки на дорожную инфраструктуру на первый план выходят проблемы сокращения межремонтных интервалов и жизненного цикла дорог и, как следствие, растущих затрат на их эксплуатацию [2].

Сейчас действует национальный проект, в котором есть отдельные федеральные проекты, касающиеся дорог. В них определены задачи — привести в нормативное состояние 60% региональных дорог и сохранить на уровне не ниже 85% долю федеральных дорог в нормативном состоянии.

Главные задачи дорожной отрасли — улучшить качество покрытия дорог, обеспечить безопасное и комфортное передвижение, увеличить межремонтный интервал, экономическую эффективность [3].

Достичь этого без изменения подхода к дорожному строительству невозможно. И действительно, за последние 10 лет в отрасли произошли качественные изменения в подходах к проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог. И технологии, которые позволяют обеспечить качество, срок службы и безопасность трасс, в стране уже есть — во многом это связано с разработками синтетических материалов [4].

Долговечность дороги, как и здания, зависит от фундамента. От того, насколько правильно сконструированы слои «дорожного пирога», зависит правильность перераспределения нагрузки от движущегося транспорта, а значит — несущая способность и долговечность магистрали. Одними из передовых решений, применяемых в дорожном строительстве, сегодня являются геосинтетические материалы. Геотекстиль помогает избежать смешения материалов между слоями, обеспечивать дренаж. Георешетки позволяют разделять и армировать слои основания, а некоторые из них — возводить насыпи в условиях ограничений по габаритам и материалам. Кроме этого они помогают оптимизировать количество привозного щебня или щебеночно-песчаной смеси.

Для производства качественных геосинтетических материалов критически важно качество исходного сырья. Использование переработанных полимеров может нести определенные риски. Причина, по которой дорожники до сих пор используют такие материалы, кроется в отсутствии экспресс-методов входного контроля, а также в дефиците оснащенных лабораторий и дороговизне полного перечня испытаний [5]. При этом требования существующей нормативно-технической базы не делают отдельного акцента на различиях свойств готовых изделий из первичного и вторичного полимеров.

Это приводит к тому, что при недостаточном контроле недобросовестные поставщики геосинтетики экономят на сырье, не заботясь о последствиях. Назрела необходимость нормативного разграничения допустимых и недопустимых сфер применения переработанных материалов в геосинтетике и разработки методов контроля наличия вторичных полимеров в готовых изделиях. Отраслевые институты планируют разработать такие стандарты для контроля качества геосинтетики и битумов.

Дорога — не только асфальт, а весь комплекс инженерных сооружений. Основание, где может использоваться геосинтетика, дорожное покрытие, системы водоотведения, теплоизоляционные материалы, мачты освещения, элементы мостов, шумозащитные экраны, арматура, дорожная разметка [6]. Для всего этого сегодня есть эффективные полимерные решения.

К примеру, применение полимерных плит в регионах Крайнего Севера или вечной мерзлоты предотвращают растепление мерзлого грунта и позволяет, по нашим данным, экономить более 20% затрат при устройстве дорожных насыпей. А затраты на жизненный цикл (20 лет) 1 км асфальтобетонной дороги с использованием полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) по сравнению с традици-

онными решениями (на базе БНД) оказываются на 19% меньше. При этом такие дороги служат вдвое дольше.

Применение ПБВ при ремонте старых дорог дает возможность реже их ремонтировать. Высвободившиеся средства можно направить на строительство новых трасс. По данным из информационных систем Росавтодора и результатам мониторинга ФГБУ «Росдортехнология» и ФКУ, применение ПБВ и новых подходов к проектированию составов асфальтобетонов позволило за пять лет сократить количество отремонтированных участков с дефектами в 20 раз, с 80% в 2015–2020 годах до 5% в 2020–2025 годах. При этом интенсивность движения увеличилась в два раза [7].

В качестве модификатора битумов широко используется стирол-бутадиен-стирол (СБС) — термоэластопласт синтетического происхождения. Благодаря его применению расширяется температурный диапазон эксплуатации дороги. В жаркие летние месяцы СБС предотвращает пластические деформации асфальта, а зимой помогает сохранять упругость и снижать риск образования трещин дорожного покрытия.

Традиционно модифицированные битумы в основном применяют в асфальтобетонах верхних слоев, это позволило минимизировать количество пластических деформаций (колеи и сдвигов) [8]. Но полностью потенциал ПБВ можно раскрыть при использовании его и в нижних слоях конструкций из асфальтобетонов. Эту гипотезу подтверждают исследования производителей ПБВ, согласно которым асфальтобетон с его применением в пять раз лучше противостоит циклическим деформациям, чем асфальтобетон на основе БНД (битум нефтяной дорожный).

Такие технические решения уже есть. На отдельных участках трассы М-12 все три асфальтобетонных слоя уложены с применением модифицированных вяжущих. При переходе на применение битумных вяжущих по системе классификации битумных и полимерно-битумных вяжущих на основе их эксплуатационных характеристик) доля модифицированных вяжущих будет увеличиваться, особенно это актуально за Уралом, что обусловлено климатическими условиями регионов.

Отдельно стоит отметить, что благодаря работе межотраслевой группы в кратчайшие сроки были разработаны материалы для замещения зарубежных технических решений для вантовых мостов, что позволило в срок запустить движение по М-12.

Полимеры широко используются для нанесения горизонтальной и вертикальной дорожной разметки, для маркировки искусственных дорожных неровностей и играют важную роль в обеспечении безопасности дорожного движения.

Новые решения — среди них, например, и системы дорожного водоотведения вносятся в реестр новых и наилучших технологий РОСДОРНИИ, что способствует их применению при строительстве новых объектов.

Список литературы

1. Уварова, А. Г. Безопасность - важнейший показатель качества продукции / А. Г. Уварова, Н. В. Сариго // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 74-летию Курского ГАУ, Курск, 15 мая 2025 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 251-257. – EDN APJNMJ.
2. Семенов, Д. С. Обзор прогрессивных мировых технологий / Д. С. Семенов, А. Г. Уварова // 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, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 450-454. – EDN QXPVTA.
3. Уварова, А. Г. Методы оценки рисков при построении логистических связей в условиях повышенной опасности / А. Г. Уварова, Э. Э. Слепченко // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 458-460. – EDN SUBNAZ.
4. Галкин, А. И. транспортное обеспечение логистики / А. И. Галкин, А. Г. Уварова // Молодежь и системная модернизация страны : сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых : в 4 т., Курск, 15–16 мая 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 78-82. – EDN UCNBOA.
5. Уварова, А. Г. Цифровизация транспорта / А. Г. Уварова // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 361-365. – EDN JZIEYP.
6. Уварова, А. Г. Проблемы и перспективы развития сельской инфраструктуры / А. Г. Уварова // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 4-й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 сентября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 163-167. – EDN KZBABI.
7. Официальный сайт ФГБУ «Росдортехнология» <https://rosdt.ru/>
8. Позняк, А. Д. Детализированный подход к повышению качества продукции / А. Д. Позняк, А. Г. Уварова // Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 25 октября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 196-200. – EDN LPZPHD.

КОТОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент

(andrey2000sin@mail.ru)

САБЕЛЬНИКОВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., доцент

(sabelnikovborisl@mail.ru)

ШЛЕЕНКО АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, к.э.н., доцент

Заведующий кафедрой промышленное и гражданское строительство
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РЕЗКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СУЩЕСТВУЮЩИМИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТАМИ

В статье представлен комплексный анализ процесса резки строительных материалов с использованием современных промышленных роботов-манипуляторов. Рассмотрены кинематические особенности роботов, применяемых для операций резки бетона, кирпича, металлоконструкций и композитных материалов, а также основные алгоритмы траекторного планирования и управления инструментом. Проанализированы факторы влияния на точность и производительность: вибрации, тепловые деформации, абразивный износ режущего органа.

Ключевые слова: промышленные роботы, резка материалов, строительные конструкции, траекторное планирование, кинематика манипулятора, оптимизация процесса, абразивная обработка, автоматизация производства.

Процесс резки строительных материалов является одной из ключевых операций в современном строительстве, где переход к автоматизированным технологиям с использованием промышленных роботов позволяет существенно повысить производительность, точность и безопасность работ. Традиционные методы резки с применением ручного инструмента или полуавтоматических станков характеризуются низкой повторяемостью, высоким уровнем травматизма и значительными потерями материала из-за неточности. Внедрение роботов-манипуляторов, таких как шестиосевые модели KUKA KR QUANTEC или ABB IRB 6700, оснащенных режущими головками с ЧПУ, открывает новые возможности для высокоскоростной обработки бетона, армированных конструкций, кирпичных блоков, металлопроката и полимерных композитов. Анализ данного процесса требует комплексного подхода, включающего изучение кинематических параметров робота, динамики режущего процесса и алгоритмов управления [1].

Основные кинематические схемы промышленных роботов для резки материалов строятся на базе параллельных или последовательных манипуляторов с рабочим пространством до 3-4 метров и грузоподъемностью 100-1000 кг. Для операций резки бетона и камня применяются роботы с жесткой конструкцией запястья, способные выдерживать высокие крутящие моменты от режущих дисков диаметром 300-600 мм. Кинематика описывается прямой и обратной задачами: положение конечного эффектора $x=f(q)$ где q — вектор обобщенных

координат суставов. Траекторное планирование реализуется через полиномиальные интерполяции пятого порядка для обеспечения плавности движения и минимизации вибраций:

$$q_i(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5,$$

что позволяет поддерживать скорость резки до 2-5 м/мин при ускорении 1-2 м/с².

В процессе резки строительных материалов ключевыми факторами влияния выступают механические свойства обрабатываемого материала и динамика взаимодействия инструмента с заготовкой. Бетон класса В25-30 обладает прочностью на сжатие 25-30 МПа и абразивностью по шкале Мооса 5-7, что приводит к интенсивному износу режущих кромок алмазных дисков со скоростью 0,1-0,5 мм/ч. Для кирпичных блоков характерна пористая структура, вызывающая микровибрации с частотой 50-200 Гц, которые передаются на манипулятор и снижают точность позиционирования до 0,5-1 мм. Металлоконструкции требуют плазменной или лазерной резки с мощностью источника 5-20 кВт, где тепловые деформации корпуса робота достигают 0,2-0,5 мм при температурах до 1000°C. Композитные материалы, такие как стеклопластик или углепластик, обрабатываются с использованием фрезерных головок на скоростях 1000-5000 об/мин, но подвержены расслоению из-за локального нагрева.

Алгоритмы управления в системах резки интегрируют сенсорную обратную связь от лазерных дальнометров, акселерометров и камер машинного зрения. Адаптивное управление импедансом позволяет компенсировать возмущения:

$$M(q) + C(q) + g(q) = \tau + J^T F_{ext},$$

где F_{ext} – внешние силы от материала.

Для повышения точности применяется компенсация ошибок через модель Якоби:

$$\Delta x = J \Delta q.$$

В промышленных установках типа Fanuc ARC Mate используются нейросетевые регуляторы для предсказания траектории на основе данных о твердости материала, полученных спектрометрией.

Сравнительный анализ существующих роботов выявил преимущества моделей с расширенным рабочим пространством: ABB IRB 7600 превосходит конкурентов по жесткости на 30%, что критично для резки крупногабаритных балок. Ограничения связаны с динамическими ошибками на высоких скоростях (до 5%) и необходимостью калибровки под конкретный материал. Для композитных панелей оптимальны роботы с вакуумными фиксаторами, минимизирующими деформации.

Оптимизация процесса резки достигается через многоуровневый подход. На уровне планирования – генетические алгоритмы для поиска оптимальной траектории, минимизирующей время цикла:

$$t_{total} = \sum \Delta t_i \rightarrow \min.$$

На уровне управления – PID-регуляторы с предиктивным моделированием. Внедрение IoT-мониторинга позволяет прогнозировать износ инструмента с точностью 92%, снижая простои на 40%. Экономический эффект от автоматизации: окупаемость установки за 12-18 месяцев при производительности 500 м²/смену [2].

Безопасность обеспечивается коллизионным мониторингом и зонами ограничения скорости. Перспективы развития включают гибридные роботы с коллаборативными функциями для совместной работы с оператором и интеграцию ИИ для автономного выбора режимов резки на основе компьютерного зрения [3].

В заключение, анализ процесса резки строительных материалов промышленными роботами демонстрирует высокий потенциал автоматизации для повышения качества и эффективности производства. Полученные рекомендации по оптимизации кинематики, управления и инструментальной оснастки позволяют реализовать ресурсосберегающие технологии, соответствующие требованиям Industry 4.0. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку универсальных модулей для резки разнородных материалов с адаптивным обучением.

Статья подготовлена в рамках государственного задания на 2026 год №075-03-2026-489

Список литературы

1. Цзян, Д. Передовые способы автоматизации технологических процессов производства на предприятиях ремонтирующих подвижной состав / Д. Цзян // Теория и практика современной науки. – 2024. – № 7(109). – С. 79-85. – EDN NRIQAR.
2. Белайди И. Применение алгоритма NSGA-II для многоцелевой оптимизации режимов резания при фрезеровании концевой фрезой. Белайди И., Мохаммеди К., Брашеми Б. URL: <https://masters.donntu.ru/2011/fimm/okulik/library/article8/index.htm> (дата обращения 11.03.2026).
3. Mrigakshi Dixit. Giant robotic saw with 2,000 mm blades takes concrete cutting to next level. URL: https://interestingengineering.com/innovation/giant-robotic-saw-easily-slices-rock?utm_source=superhuman&utm_medium=referral&utm_campaign=robotics-special-waymo-eyes-the-big-apple. (дата обращения 11.03.2026).
4. Комарицкий, А. А. Экономическая выгода в строительстве каркасно-деревянных домов / А. А. Комарицкий, А. В. Козлов, М. С. Щелкунов // Строительство и управление недвижимостью: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2025. – С. 109-112. – EDN XBWUNA.
5. Комарицкий, А. А. Преимущество и недостатки древесины ели и сосны в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 397-401. – EDN GYXEDW.

КОТОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент

(andrey2000sin@mail.ru)

САБЕЛЬНИКОВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., доцент

(sabelnikovborisl@mail.ru)

ШЛЕЕНКО АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, к.э.н., доцент

Заведующий кафедрой промышленное и гражданское строительство
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ РЕЗКОЙ: ОБЗОР ПОДХОДОВ И АЛГОРИТМОВ

В статье представлен обзор современных подходы к адаптивному управлению процессом роботизированной резки строительных материалов. Рассмотрены алгоритмы на основе нейронных сетей, нечеткой логики и модельно-предиктивного управления, их преимущества и ограничения. Проанализированы экспериментальные данные по точности траекторий и качеству реза. Предложены рекомендации по интеграции ИИ для повышения эффективности промышленных роботов. Результаты позволяют оптимизировать производство в строительной отрасли.

Ключевые слова: адаптивное управление, роботизированная резка, алгоритмы управления, нейронные сети, модельно-предиктивное управление, строительные материалы, промышленные роботы.

Адаптивное управление в роботизированной резке представляет собой ключевой элемент повышения эффективности и качества обработки строительных материалов, таких как бетон, сталь, алюминиевые сплавы и полимерные композиты. В отличие от традиционных жестких систем, адаптивные алгоритмы динамически корректируют параметры резки – скорость перемещения инструмента, усилие подачи и ориентацию торча – в зависимости от изменяющихся условий: неоднородности материала, износа режущего кромки, внешних вибраций и тепловых деформаций. Обзор подходов основан на анализе публикаций 2018–2024 гг. [1].

Основные вызовы адаптивного управления обусловлены нелинейной динамикой процесса резки. Модель режущей силы описывается уравнением

$$F=K \cdot v_a \cdot h_b,$$

где K – коэффициент материала,

v – скорость резания,

h – глубина.

Для бетона $a \approx 0.8$, $b \approx 1.2$, что приводит к резким скачкам силы при встрече с арматурой (до 300%). Традиционные PID-регуляторы с фиксированными коэффициентами демонстрируют перерегулирование на 15–20%, в то время как адаптивные системы снижают ошибку позиционирования до 0.5 мм [2].

Первый класс подходов – модельно-предиктивное управление (MPC). Алгоритм MPC решает оптимизационную задачу на каждом шаге дискретизации:

$$\min \sum (y_k - r_k)^2 + \lambda u_k^2,$$

где y_k – предсказанное положение торча,

r_k – эталонная траектория,

u_k – управляющее воздействие.

В работах по резке стальных профилей MPC интегрируется с конечномерной моделью робота (6 звеньев), учитывающей инерцию и упругость. Эксперименты на Fanuc показали снижение времени стабилизации на 30% при скоростях 2 м/с. Недостаток – высокая вычислительная сложность ($O(n^3)$ на итерацию), решаемая аппроксимацией линейно-квадратичным регулятором (LQR).

Второй класс – экспертные системы на основе нечеткой логики (FL). Лингвистические переменные «низкая/средняя/высокая сила», «медленная/быстрая подача» позволяют кодировать знания технологов без точной модели. База знаний содержит 45 правил типа «если сила высокая и вибрация средняя, тогда уменьшить скорость на 20%». В системе для резки алюминиевых панелей FL сочетается с сенсорами силы (разрешение 0.1 Н), обеспечивая адаптацию за 50 мс. Тестирование на KUKA выявило повышение качества реза ($Ra < 3.2$ мкм) на 25%, но чувствительность к настройке членских функций.

Третий и наиболее перспективный класс – машинное обучение, в частности нейронные сети. Прямое нейронное управление (DNC) использует многослойный перцептрон (MLP 4-20-10-4) для аппроксимации нелинейного оператора «состояние → управление». Обучение на данных датчиков (сила, момент, ускорение) по алгоритму Levenberg-Marquardt дает ошибку предсказания $< 1\%$. Для резки композитов применяются рекуррентные сети LSTM, учитывающие историю: входной вектор $[F(t), v(t), \theta(t)]$, выход – $\Delta v, \Delta F$. В экспериментах с ABB IRB точность траектории достигла 0.2 мм при неоднородностях материала $\pm 15\%$.

Гибридные алгоритмы сочетают преимущества: MPC+FL для грубой адаптации и нейросети для тонкой. Пример – архитектура ADRC (активный контроль устранения помех), где расширенное состояние включает возмущения:

$$\dot{x} = A_x x + B_u u + E_d d,$$

с ESO (расширенный государственный наблюдатель) для оценки d . В резке бетона ADRC снижает колебания на 40% по сравнению с PID. Углубленные сети (CNN для анализа изображений реза) интегрируются с RL (обучение с подкреплением), где награда $Q = -$ (ошибка + энергозатраты). Симуляции в MATLAB/Gazebo демонстрируют обучение за 10^4 эпизодов с ростом производительности на 35%.

Сенсорная инфраструктура критически важна: 6-осевые динамометры (ATI Gamma, 0.01 Н), лазерные трекеры (Faro, 0.02 мм), акселерометры (IMU 100 Гц). Компьютерное зрение (OpenCV + YOLO) распознает дефекты материала в

реальном времени, корректируя траекторию. Интеграция с ROS2 обеспечивает масштабируемость [3].

В заключение, адаптивное управление эволюционирует от основанных на правилах и управляемых данными системам, обеспечивая переход к автономным фабрикам. Рекомендуется внедрение гибридов NN+ADRC для резки строительных материалов, с фокусом на мультиагентные системы для сложных поверхностей. Это позволит снизить брак на 50% и энергопотребление на 25%, способствуя устойчивому развитию отрасли.

Статья подготовлена в рамках государственного задания на 2026 год №075-03-2026-489

Список литературы

1. Мельников, С. В. Метод адаптивного программирования роботизированного технологического комплекса на основе данных, получаемых от систем технического зрения / С. В. Мельников, А. В. Вара, К. В. Змеу // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 12. – С. 7-11. – DOI 10.25728/avtprom.2024.12.01. – EDN UKVZGL.
2. Полянский, В. А. Модальные алгоритмы подавления упругих вибраций: ограничения и перспективы / В. А. Полянский, Н. А. Смирнова // Noise Theory and Practice. – 2023. – Т. 9, № 2(33). – С. 52-64. – EDN RQVDAW.
3. Кораблев, Ю. А. Прогнозирование остаточного срока полезного использования технологического оборудования методом глубокого обучения LSTM / Ю. А. Кораблев // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2025. – № 5(247). – С. 277-288. – DOI 10.18522/2311-3103-2025-5-277-288. – EDN TEZQHE.
4. Комарицкий, А. А. Преимущество и недостатки древесины ели и сосны в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 397-401. – EDN GYXEDW.
5. Комарицкий, А. А. Область применения композитной арматуры в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 401-405. – EDN WHLWVF.
6. Комарицкий, А. А. Анализ технологии подбетонного основания для асфальтового полотна / А. А. Комарицкий, М. С. Щелкунов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 288-291. – EDN DIOGSV.
7. Комарицкий, А. А. Уникальность композитной арматуры в строительстве / А. А. Комарицкий, М. С. Щелкунов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 285-288. – EDN TMBYCA.
8. Комарицкий, А. А. Воздействие стоков азотенка и активного ила очистных сооружений на образцы из цементного состава UNIS / А. А. Комарицкий, А. В. Шлеенко // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 2(1086). – С. 44-47. – EDN QPYYSW.

КОТОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент

(andrey2000sin@mail.ru)

САБЕЛЬНИКОВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(sabelnikovborisl@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

В данной статье проводится комплексный анализ основополагающих принципов, определяющих структуру и реализацию движений манипуляционных робототехнических систем. Рассматриваются кинематические и динамические аспекты управления, а также иерархическая организация процессов формирования траекторий. Особое внимание уделяется интеграции методов сенсорной обратной связи и алгоритмов оптимизации в контексте повышения точности и энергоэффективности функционирования роботов. Проведенное исследование позволяет систематизировать современные подходы к организации манипуляционных задач и выявить перспективные направления развития интеллектуальных систем управления.

Ключевые слова: манипуляционный робот, планирование движений, кинематика, динамика, управление роботами, иерархическая структура, алгоритмы управления, промышленная робототехника.

Современное развитие промышленной автоматизации и сервисной робототехники неразрывно связано с совершенствованием механизмов управления движением манипуляционных систем. Манипуляционный робот представляет собой сложную многозвенную механическую структуру, функционирование которой требует точной координации множества степеней свободы. Организация его движений – это многогранный процесс, объединяющий теоретическую механику, теорию автоматического управления и современные информационные технологии. Фундаментальной основой построения любого движения является математическое описание пространственного положения рабочих органов и звеньев манипулятора. Традиционно этот процесс начинается с анализа прямой и обратной задач кинематики. Прямая задача позволяет определить координаты и ориентацию схвата на основе известных углов поворота или линейных перемещений в сочленениях, в то время как обратная задача, являющаяся более сложной с вычислительной точки зрения, направлена на поиск конфигурации суставов, обеспечивающей достижение целевой точки в рабочем пространстве. Эффективность существующих принципов организации движения во многом зависит от способности алгоритмов разрешать избыточность степеней свободы, минимизировать сингулярные состояния и обеспечивать плавность переходов между ключевыми кадрами траектории [1, 2].

Важнейшим аспектом организации движений является иерархический подход к построению системы управления. На верхнем уровне иерархии осуществ-

ляется стратегическое планирование, определяющее последовательность действий для выполнения конкретной технологической операции. Здесь формируется геометрический путь, который робот должен пройти, исходя из ограничений рабочей зоны и наличия препятствий [3].

Средний уровень отвечает за генерацию траекторий, преобразуя геометрический путь в возрастающую последовательность временных параметров, таких как скорость и ускорение. На этом этапе критически важно соблюдать динамические ограничения приводов, чтобы избежать перегрузок и вибраций, которые могут негативно сказаться на точности позиционирования и долговечности механических узлов. Нижний уровень управления реализует непосредственное регулирование в приводах, используя законы следящего управления и корректируя отклонения от заданной траектории в реальном масштабе времени [4].

Одним из ключевых принципов, обеспечивающих адаптивность манипуляционных систем, является использование динамических моделей. В отличие от чисто кинематического подхода, учет динамики позволяет рассматривать силы и моменты, возникающие при движении звеньев, воздействие инерции, гравитации и сил трения. Это становится особенно актуальным при высокоскоростной обработке материалов или работе с объектами значительной массы. Современные системы управления стремятся к компенсации динамических возмущений путем внедрения алгоритмов упреждающего управления, которые вычисляют необходимые усилия в сочленениях еще до возникновения рассогласования. Такой подход значительно повышает динамическую точность робота и позволяет более эффективно использовать энергетический ресурс исполнительных механизмов.

С развитием вычислительных мощностей все большее значение приобретают оптимизационные принципы организации движений. Вместо поиска любого допустимого пути, современные системы нацелены на нахождение оптимальной траектории по критериям времени, энергозатрат или плавности изменения ускорения. Применение методов вариационного исчисления и динамического программирования позволяет формировать движения, которые минимизируют износ оборудования и максимизируют производительность труда. Кроме того, в условиях неопределенности внешней среды важную роль начинают играть принципы сенсорной коррекции. Интеграция систем технического зрения, силомоментных датчиков и лидаров позволяет роботу корректировать свои движения в процессе их выполнения, реагируя на изменение положения целевого объекта или возникновение внезапных препятствий. Это переводит манипуляционные системы из разряда жестко запрограммированных автоматов в класс интеллектуальных агентов, способных к автономному функционированию в неструктурированном пространстве [5].

Особое место в исследовании принципов организации движений занимает вопрос взаимодействия робота с человеком и окружающей средой. Коллаборативная робототехника накладывает жесткие ограничения на характер движений, требуя обеспечения безопасности при контакте. В связи с этим развиваются принципы управления импедансом и податливостью, когда робот изменяет

свою жесткость в зависимости от внешней нагрузки. Это позволяет манипулятору мягко реагировать на внешние воздействия, имитируя поведение человеческой конечности. Организация таких движений требует сложной корреляции между внутренними силами системы и внешними сигналами от датчиков касания.

В заключение следует отметить, что исследование принципов организации движений манипуляционных роботов демонстрирует устойчивую тенденцию к усложнению математического аппарата и усилению роли обратной связи. Переход от жестких кинематических схем к гибким динамическим моделям и интеллектуальному планированию позволяет значительно расширить область применения робототехники. Синтез классических методов механики с современными алгоритмами оптимизации и машинного обучения открывает новые горизонты в создании высокопроизводительных и безопасных манипуляционных систем, способных решать задачи любой степени сложности в автоматическом режиме. Дальнейшее развитие в этой области будет связано с развитием распределенных систем управления и повышением автономности принятия решений на всех уровнях иерархии управления движением. Систематизация существующих знаний позволяет не только эффективно эксплуатировать текущие решения, но и закладывает фундамент для проектирования роботов нового поколения, обладающих антропоморфной ловкостью и высокой адаптивной способностью к изменяющимся условиям эксплуатации.

Статья подготовлена в рамках государственного задания на 2026 год №075-03-2026-489

Список литературы

1. Гусев О.В. Решение прямой задачи кинематики для шестизвездного робота-манипулятора. Вестник кибернетики. 2024; 23 (2): 39-48. <https://doi.org/10.35266/1999-7604-2024-2-5>.
2. Нелаева Е.И., Челноков Ю.Н. Решение прямых и обратных задач кинематики роботов-манипуляторов с использованием дуальных матриц и бикватернионов на примере стэнфордского манипулятора. Часть 2. Мехатроника, автоматизация, управление. 2015;16(7):456-463. <https://doi.org/10.17587/mau.16.456-463>.
3. Альвардат, М. Интеллектуальные методы управления траекторией робота манипулятора с предотвращением сингулярностей / М. Альвардат, Х. М. Ал-Аражи // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2025. – № 10. – С. 115-128. – DOI 10.34031/2071-7318-2025-10-10-115-128. – EDN XUQLIJ.
4. Адаптивное ПИД-управление с компенсацией возмущений для траекторного следования в роботизированных манипуляторах / М. А. Лван, А. В. Цагин, М. М. М. Ла, М. Н. Аунг // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 4(124). – С. 349-358. – EDN PXTELM.
5. Ботов, М. Е. Исследование повышения точности робота с помощью оптической системы слежения / М. Е. Ботов // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2024. – № 13. – С. 16-19. – DOI 10.26160/2541-8637-2024-13-16-19. – EDN HSAVJR.
6. Комарицкий, А. А. Преимущество и недостатки древесины ели и сосны в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 397-401. – EDN GYXEDW.

КУЗНЕЦОВА МАЙЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент
ЗЕНЧЕНКОВА ДИАНА ВЕНИАМИНОВНА, к.т.н., доцент
 Петербургский государственный университет путей сообщения
 Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия
 (dvz2012@mail.ru)

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ — ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАСАДЫ

В данной статье рассматриваются динамические фасады как новый архитектурный тренд. Было дано описание их классификации, характеристик, примеров реализации, приведены их преимущества и ограничения. Уделено внимание особенностям проектирования и эксплуатации динамических фасадных систем в соответствии с требованиями к энергоэффективности и технологичности зданий.

Ключевые слова: динамические фасады, архитектурные решения, естественное освещение, микроклимат, энергоэффективность

При разработке архитектурных и конструктивных решений здания большую роль играют такие факторы как климатический район строительства, ориентация здания по сторонам света. Проект должен соответствовать требованиям к естественному освещению ряда помещений, в некоторых случаях обеспечивать требуемую инсоляцию, а также предотвращать избыточную инсоляцию. В связи с этим существуют некоторые ограничения в использовании художественно выразительных приемов. Тем не менее стремительное развитие новых технологий в сфере строительства и проектирования позволило воплотить в жизнь разнообразные архитектурные решения фасадов зданий. В настоящий момент у архитекторов есть возможность создавать уникальные объекты, которые будут сочетать в себе технологичность, эстетику, а также инженерную функциональность (тепловая защита и энергосбережение, естественное освещение, солнцезащита, вентиляция, звукоизоляция) при помощи динамических фасадов [1].

Динамический фасад — это внешняя система затенения, интегрируемая в ограждающую конструкцию здания, способная адаптироваться к изменяющимся граничным условиям в виде краткосрочных погодных изменений, суточных погодных циклов или сезонных погодных закономерностей [2]. Такие фасады дают возможность контролировать микроклимат в помещениях здания: устанавливать режим освещения, обеспечивать естественную вентиляцию, кондиционирование и другие факторы.

В зависимости от вида трансформации, динамические фасады классифицируются следующим образом [3]:

— фасады, имеющие подвижные части и меняющие свой внешний вид в результате изменения положения частей (Аль-Бахар, Абу-Даби, ОАЭ);

— псевдодинамические фасады, т.е. создающие иллюзию трансформации при смене точки и угла обзора (Sidney & Lois Eskenazi Hospital, Индианаполис, США);

— медийные фасады, меняющие облик здания за счет современных цифровых технологий: световых и цветowych панелей и экранов (Башня «Лидер», Санкт-Петербург, Россия).

В зависимости от функционального назначения динамические фасады могут менять физические условия внутренней среды (освещенность, температуру, влажность), решать проблемы ресурсосбережения и энергообеспечения, определять внешнюю выразительность сооружения и его эмоциональный образ [3].

Динамические фасады являются эффективным, технологичным и энергоэффективным архитектурным элементом, но при их строительстве и проектировании могут возникать определенные сложности. Стоимость таких фасадов значительно превышает стоимость обычных фасадов, так как для их реализации необходимы специальные материалы, механизмы и автоматизация. Также они несут высокие эксплуатационные расходы: механические части и покрытия подвержены износу, требуется их регулярное обслуживание и ремонт; возникают значительные затраты на электричество и энергопитание для автоматизированных систем. При дождливой, ветреной или пыльной погоде важно предусмотреть дополнительные меры защиты и обслуживания, возможны сбои в автоматике, что снижает эстетику и функционал. Для монтажа таких систем необходимы опытные специалисты и особые условия при установке.

Тем не менее в практике современного строительства и проектирования существует немало уникальных, с точки зрения конструктивных решений примеров использования динамических фасадов. Это говорит о успешности и перспективности данного архитектурного приема.

В качестве примера можно привести, фасады башен Аль-Бахар (Абу-Даби, ОАЭ, 2012), спроектированные архитектурным бюро «Aedas Architects». Они выполнены из двух «слоев», внутренний слой составляют тонированные стеклопанели, которые снижают эффект нагрева помещений от солнечного света. Вторым и главным защитным «слоем» является навесной модульный фасад, выполненный в виде «лепестков», которые способны раскрываться и закрываться в течение дня, создавая комфортный режим освещения внутри помещений, и добавляя внешнему облику здания художественной выразительности (рис. 1). Фасад включает в себя более тысячи модулей-решеток – зонтообразных элементов, равносторонних треугольников со стороной 4 метра [3].

Движение решеток происходит за счет энергии, получаемой от фотогальванических панелей, а регулируется программой из единого центра. Модули оплетают фасад здания со всех сторон, за исключением северной. В качестве интересной детали можно отметить, что форма модулей вдохновлена традиционным орнаментом машрабия, который использовался для оконных решеток в арабской архитектуре и выполнял функцию затенения и вентиляции.

а)

б)

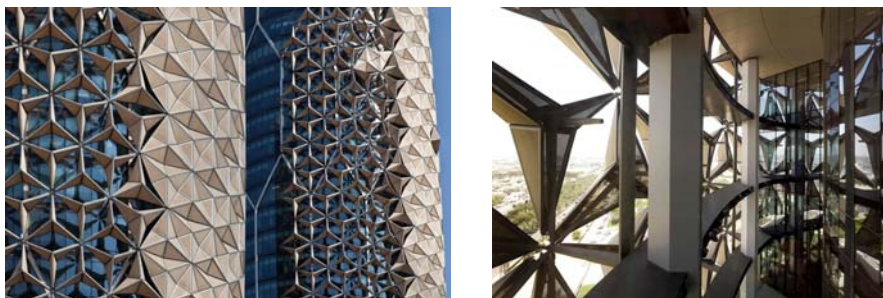


Рис. 1. Модульные панели башен Аль-Бахар, Абу-Даби, ОАЭ. а) фасады б) вид изнутри, [https://travelask.ru/system/images/files/001322/457/wysiwyg_jpg/25.jpg?1560139820, https://static.tildacdn.com/tild6633-3938-4966-b734-666134633264/5289e865-74bf-43d4-b.jpg]

Так же интересным примером динамических фасадов является Выставочный павильон One Ocean (г. Ёсу, Южная Корея), созданный компанией Soma для EXPO 2012. В настоящий момент павильон входит в состав морского парка в г. Ёсу. Здание гармонично сочетает в себе урбанистические и природные мотивы и является образцом направления эко-архитектуры (рис. 2).



Рис. 2. Выставочный павильон One Ocean, г. Ёсу, Южная Корея, [https://d1tm14lrsghf7q.cloudfront.net/public/media/10247/conversions/97751-cover.jpg]

Фасад павильона имеет длину 140 м с переменной высотой от 3 до 13 м и выполнен из 108 подвижных ламелей, подвешенный к верхней и нижней кромкам фасада [4]. Ламели изготовлены из армированного стекловолокном полимера, благодаря этому они имеют высокую прочность и эластичность, что позволяет им изгибаться и менять свою форму. Каждая ламель способна двигаться индивидуально в пределах своей траектории. Так же, как и башни Аль-Бахар электропитание фасада осуществляется благодаря солнечным батареям, а управление движением происходит посредством программы управления [5].

Помимо зданий с динамическими фасадами, регулирующими освещение в помещениях, существуют концепции, в которых фасад поможет регулировать воздухообмен. В проекте «The Gate Residence» (Каир, Египет), разработанном архитектурным бюро Vincent Callebaut Architectures, предлагается использовать «windcatchers» – устройства, которые будут распределять воздушные потоки в

необходимом направлении вместе с пассивными геотермальными установками, предназначенными для терморегуляции здания. Проект задуман как саморегулируемая экосистема, вдохновением для него послужила структура коралловых рифов (рис. 3)[1].



Рис. 3. «The Gate Residence» (проект), Каир, Египет, [https://www.archdaily.com/565550/vincent-callebaut-designs-sustainable-mixed-use-complex-for-cairo]

Существует также пример использования кинетического фасада для изменения конфигурации здания, что значительно расширяет его функциональное назначение. «Bund Finance Center» в Шанхае был спроектирован британскими бюро Heatherwick Studio и Foster + Partners. Фасад здания включает в себя три перекрывающихся слоя которые состоят из 675 отдельных вертикальных трубок (рис. 4). Материал трубок – магниевый сплав или алюминий, облицованный нержавеющей сталью. Поверхность покрашена в цвет «розового золота», при помощи метода вакуумного напыления с использованием нитрида титана. Движение слоев фасада происходит независимо друг от друга по направляющим рельсам. Фасад меняет свое положение несколько раз в день в течение примерно 10 минут и сопровождается музыкой. Движение фасада позволяет открывать балкон-сцену при проведении публичных выступлений, которые можно наблюдать с улицы, демонстрировать панорамные виды на Шанхай для посетителей, создавать требующуюся изоляцию для проведения частных мероприятий. Также с помощью данной системы контролируется освещение внутри выставочных залов. Дизайн фасада был вдохновлен занавесом традиционного китайского театра, выполняющим важную функцию при смене обстановки и декораций. К тому же при проектировании были учтены географические особенности региона, поэтому он обладает сейсмической устойчивостью.

Основные параметры проектирования динамических фасадов можно разделить на «внутренние» (геометрия фасада, материалы фасада, механика движения) и «внешние» или «граничные» (расположение здания, для которого проектируется динамический фасад, внутренняя планировка помещений здания, ориентация остекленной части фасада, назначение здания и др.) [2]. Для достижения наилучших параметров используется методика FDPI — Facade Daylighting Performance Indicator, которая дает возможность подобрать наиболее гармоничные геометрические характеристики динамических фасадов.



Рис. 4. «Bund Finance Center», Шанхай, Китай,
[\[https://www.architime.ru/specarch/norman_foster_1.jpg\]](https://www.architime.ru/specarch/norman_foster_1.jpg)
[\[https://www.architime.ru/specarch/norman_foster_9.jpg\]](https://www.architime.ru/specarch/norman_foster_9.jpg)

Суть FDPI-методики - сравнительный анализ светотехнических и климатических характеристик разработанного здания таких как естественная освещенность в помещении, с характеристиками ранее реализованных решений подобных фасадов. Анализ позволяет оценить эффективность фасада, определить факторы, влияющие на неё, и помогает смоделировать поведение системы в течении жизненного цикла здания.

Динамические фасады являются значительным шагом в развитии современной архитектуры. Они повышают экологичность, энергоэффективность, технологичность зданий, а также формируют уникальный визуальный стиль среды, благодаря эффектным и выразительным решениям. Это оказывает благоприятное влияние на эмоциональное состояние людей и способствует развитию города [6].

Список литературы

1. Шубин, И. Л. Здания с динамическими фасадами / И. Л. Шубин, А. В. Спиридонов, Р. В. Геращенко // Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения : Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Томск, 10–12 марта 2020 года / Под редакцией Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. Том Часть 1. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – С. 46-60.
2. Акимов, Л. И. Методика проектирования динамических фасадов с учётом светотехнических условий района строительства / Л. И. Акимов, Т. М. Бугаева, В. Л. Баденко // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/40SAVN624.pdf>
3. Кудряшова, О. С. Динамические фасады в современной архитектуре / О. С. Кудряшова, Н. В. Юдина // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ : Материалы международной научно-практической конференции. Сборник статей, Москва, 02–06 апреля 2018 года. – Москва: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2018. – С. 531-535.
4. Инновационные подходы к созданию многофункциональных динамических фасадов и зданий / А. Е. Рудая, Д. В. Черников, В. А. Внученкова, Т. А. Шипкова // Актуальные вопросы техники, науки, технологии : Сборник научных трудов национальной конференции, Брянск, 13–15 февраля 2025 года. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2025. – С. 549-553.

5. Сладченко, К. Н. Динамические фасады. Системы ВМУ / К. Н. Сладченко, Д. А. Кузнецов, Д. В. Кондрашов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2020. – № 2(40). – С. 15-21.

6. Флорандская, А. В. Динамические фасады зданий и сооружений - будущее архитектуры / А. В. Флорандская, И. С. Абоимова // Инновации. Наука. Образование. – 2022. – № 50. – С. 946-950.

МАЕНКО ИВАН ВИТАЛЬЕВИЧ, магистрант
ЯКОБИДЗЕ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
ЧУЕВСКИЙ ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ, магистрант
КАЛЕНИК ВЛАДИСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ, аспирант

e-mail: vladkalenik@mail.ru

Кубанский государственный аграрный
университет им. И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В данной статье рассматривается обобщённый алгоритм действий при выборе несущих конструкций зданий и сооружений. Также представлены основные программные комплексы, применяемые при расчете усилий в конструкциях и подсчете экономических характеристик.

Ключевые слова: несущие конструкции, сравнение, расчет, технико-экономическое обоснование, экономика, смета.

Обоснование выбора несущих конструкций зданий и сооружений — это неотъемлемая часть работы инженера-конструктора на этапе проектирования [1].

Данный пункт позволяет выбрать и применить наиболее рациональный набор конструкций, который будет экономически целесообразным, возможным к воплощению с точки зрения рассматриваемой подрядной организации, реализуемым в наиболее сжатые сроки и при всем этом соответствовать действующей нормативной документации.

Первым пунктом при проведении сравнения является подбор вариантов конструкций на этапе эскизного проектирования, основываясь на пожеланиях заказчика и архитектурной концепции.

Параллельно с этим проводятся необходимые инженерные изыскания, например инженерно-геологические, которые позволяют составить полное понимание физико-механических характеристик грунтов основания, которые будут применяться в последующем расчете [2].

Следующим шагом является сбор нагрузок на несущие конструкции здания и составление пространственной конечно-элементной модели. Она составляется в выбранном программном комплексе. Самыми распространенными программными комплексами являются «ЛИРА-САПР» и «SCAD Office», также для от-

дельного расчета основания и сложных геотехнических сооружений используют «Midas GTS NX» [3].

Нагрузки делятся на постоянные, временные и особые. К постоянным относят те нагрузки, которые неизменным на протяжении всего срока эксплуатации сооружения, например несущие конструкции, вес грунта или стационарного оборудования. Временные нагрузки делятся на длительные, например перегородки; кратковременные, например снеговая нагрузка; и особые. К особым нагрузкам относятся нагрузки, которые могут возникнуть в особых ситуациях, например сейсмические [4].

Для наглядного примера на рисунке 1 представлено трехмерное изображение здания в программном комплексе ЛИРА САПР.

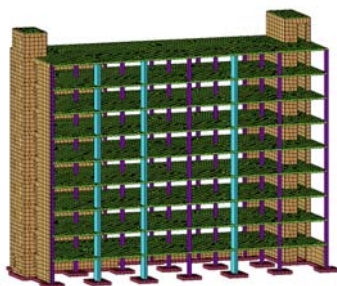


Рисунок 1 – Трехмерная модель здания в ПК ЛИРА САПР.

Таких моделей составляется несколько, в зависимости от количества вариантов, рассматриваемых в сравнении.

Список учтенных в рассматриваемом примере нагрузок показан на рисунке 2 в редакторе нагрузжений.

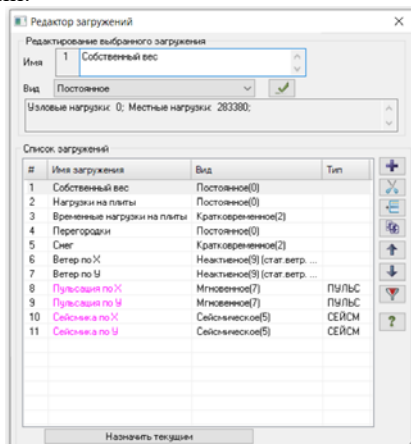


Рисунок 2 – Редактор нагрузжений

Затем проводится расчет несущих конструкций, результатом которого будут усилия, возникающие в конструкциях и их расчетные деформации. Анализ результатов расчетов позволяет сравнить техническую часть технико-экономического обоснования [5].

Следующим шагом производится расчет экономических характеристик, таких как общая стоимость, потребность в тех или иных машинах и механизмах и общая трудоёмкость, рассматриваемых вариантов.

Подсчет экономической стоимости проводится в программе «ГРАНД-Смета». Путем простого сопоставления итоговых цифр и выбирается наиболее экономически целесообразный вариант, при условии, что все рассматриваемые варианты показали свою состоятельность на стадии технического сравнения. Однако иногда в сравнение вмешиваются факторы предполагаемой подрядной организации, такие как техническая вооруженность и возможность производства тех или иных видов работ. Тогда при относительно равных вариантах могут выбрать не менее затратный, а тот который позволяет воплотить техническая вооруженность.

Таким образом, данный алгоритм действий позволяет сравнивать между собой любые несущие конструкции, начиная от фундаментов, заканчивая покрытие здания или сооружения.

Список литературы

1. Болгов, И. В. Особенности проектирования фундаментов резервуара вблизи котлована / И. В. Болгов // Фундаменты глубокого заложения и проблемы геотехники территорий: материалы II Всероссийской конференции с международным участием, Пермь, 26–28 мая 2021 года. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2021. – С. 100-116. – EDN KHGRIE.
2. Бабаян, А. В. Распространенные виды фундаментов в капитальном строительстве и методы их усиления / А. В. Бабаян, К. А. Гнедаш, К. Э. Коленченко // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 333-337. – EDN MNYJDR.
3. Маций, С. И. Защитные свайные сооружения опор эстакад, «обтекаемые» грунтом оползней / С. И. Маций, Д. В. Лейер, А. К. Рябухин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8. – № 4. – С. 15-24. – DOI 10.15593/2224-9826/2017.4.02 – EDN YLDAPD.
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. — М.: Минстрой России, 2016.
5. Лейер, Д. В. Экономические аспекты инновационных решений купольной системы ботанического сада / Д. В. Лейер, А. В. Бакулин // Вестник Академии знаний. – 2022. – № 53(6). – С. 168-172. – EDN RLMBDW.

РЕПРЫНЦЕВА ВАЛЕРИЯ ИГОРЕВНА, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: repryntsevav@bk.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Данная статья посвящена новым видам материалов в строительстве.

Ключевые слова: современное строительство, стекломagneвый лист, пенобетон, керамический блок, газобетон.

В современном мире конструкции и материалы, используемые в строительстве, достаточно легкие в использовании и устойчивы в эксплуатации. Что касается материалов, то люди только со временем сделали их более качественными. Изначально мы создавали керамические изделия из глины, а потом научились пользоваться металлами и изготавливать различные сплавы. Хотелось бы выделить несколько наиболее популярных в использовании материалов в наше время [1].

Первым стоит отметить стекломagneвый лист. Такой модернизированный вид материала довольно практичен в использовании, так как его относят к экологически чистым продуктам в строительной сфере. Также стекломagneвые листы имеют достаточно высокие противопожарные свойства, что позволяет повышать огнестойкость конструкций. Такой материал помогает сохранять тепло внутри здания, сохраняет свои прочностные характеристики, при замораживании не разрушается. Стеклomagневые листы можно использовать в помещениях с повышенной влажностью [2].

Вторым из современных строительных материалов стоит выделить пенобетон. Данная разновидность бетона ячеистого типа можно сделать путем создания в нем маленьких пор, то есть дырочек, заполненных воздухом особых растворов на основе вяжущих элементов, например: известкового, цементного, шлакового. Такой строительный материал состоит из воды, песка, особого вяжущего раствора, пенообразователя, и других различных продуктов, позволяющих сделать пенобетон плотным и прочным на сжатие. Пенобетон весит очень мало, но при этом обладает высокой прочностью, а также способностью легко выводить наружу избыток влаги путем пропускания ее через свои поры. Как раз из-за пористой структуры пенобетон имеет внутри достаточное количество места для воды, которая расширяется, когда замерзает, так что при промерзании стены не повреждаются [3].

Следующим материалом является керамический блок. Такой вид блоков используется в кладочных работах. В современном строительстве керамические блоки, которые производятся из красной или белой глины, заменяют пустотелые кирпичи, получаемые обжигом глины. Данный вид материала имеет высокую прочность и устойчивость к различным внешним факторам, которые могут негативно воздействовать на здание. Стоит отметить, что керамический блок

может включать разного рода добавки для повышения материала, и благодаря своей пористости снижается вес материала и увеличивается теплоизоляция. Созданные после 20-го века керамические блоки отлично заменяют классические кирпичи. Изначально они широко использовались только в Европе, но с развитием строительства появились и в России [4].

Последний современный материал, который мы рассмотрим в данной статье, будет газобетон — это достаточно легкий строительный компонент, он представляет собой бетон вместе с алюминиевой пудрой. Главное отличие от обычного бетона в том, что газобетон имеет множество разных воздушных пор, из-за которых понижается его плотность и теплопроводность. В 1929 году шведский инженер Бертиль Эдлин предложил свою технологию производства такого вида материала, и это позволило повысить легкость и теплоизоляционные свойства строительных конструкций [5, 6, 7]. Затем газобетон стал распространенным во многих странах, в том числе и в России, где его начали активно использовать в строительстве.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что строительство с применением современных технологий позволяет создавать уникальные здания, сооружения и их отдельные элементы с помощью применения недавно созданных строительных материалов. Перспективы развития конструкций зданий и сооружений также связаны с развитием наших технологий и использованием экологически чистых материалов.

Список литературы

1. Комарицкий, А. А. Уникальность композитной арматуры в строительстве / А. А. Комарицкий, М. С. Щелкунов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 285-288. – EDN TMBYCA.
2. Мищенко, Д. С. Энергоэффективные строительные конструкции и системы / Д. С. Мищенко // 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. 253-257. – EDN BXTHKH.
3. Мищенко, Д. С. Испытательные лаборатории как участники строительного контроля / Д. С. Мищенко, Н. Е. Толстых // 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. 110-112. – EDN DDKTRD.Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий, 2013 г. – 251 с.
4. Комарицкий, А. А. Преимущество и недостатки древесины ели и сосны в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 20–21 марта 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 397-401. – EDN GYXEDW.
5. Комарицкий, А. А. Область применения композитной арматуры в строительстве / А. А. Комарицкий // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 8-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 4-х томах, Курск,

6. Комарицкий, А. А. Анализ технологии подбетонного основания для асфальтового полотна / А. А. Комарицкий, М. С. Щелкунов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 288-291. – EDN DIOGSV.

7. Комарицкий, А. А. Воздействие стоков азотенка и активного ила очистных сооружений на образцы из цементного состава UNIS / А. А. Комарицкий, А. В. Шлеенко // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 2(1086). – С. 44-47. – EDN QPYYSW.

САМОНИНА МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА, независимый исследователь
г. Москва, Россия
(e-mail: samoninaa4@mail.ru)

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ГЕНЕРАТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ, КРИТЕРИИ ВАЛИДНОСТИ И ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассматриваются особенности алгоритмического и генеративного проектирования как современных методов формирования архитектурных и конструктивных решений в строительстве. Раскрываются принципы параметрического формообразования, методы оптимизации проектных решений и критерии их валидности. Определяются основные преимущества, ограничения и пределы применения данных подходов в практике современного строительства.

Ключевые слова: алгоритмическое планирование, генеративное проектирование, параметрическое моделирование, цифровые технологии, оптимизация.

Актуальность исследования состоит в том, что современный этап развития архитектурно-строительного проектирования характеризуется активным внедрением цифровых технологий, основанных на алгоритмической обработке данных и автоматизации проектных решений [1, с. 68]. В условиях роста сложности строительных объектов, повышения требований к энергоэффективности, устойчивости и экономической эффективности зданий традиционные методы проектирования постепенно дополняются вычислительными подходами [2, с. 574]. К числу наиболее значимых из них относятся алгоритмическое и генеративное проектирование, которые позволяют формировать архитектурные и конструктивные решения на основе формализованных правил, математических моделей и параметрических зависимостей.

Алгоритмическое проектирование представляет собой метод создания архитектурной формы посредством заранее заданного алгоритма, определяющего последовательность операций по формированию геометрии объекта [3]. В дан-

ном подходе архитектор или инженер формирует набор правил, параметров и математических зависимостей, которые управляют процессом формообразования. В результате создается параметрическая модель, позволяющая изменять отдельные характеристики проекта без необходимости полного пересоздания конструкции. Подобная гибкость особенно важна при разработке сложных инженерных систем и конструкций, где требуется учитывать множество факторов, включая:

- климатические условия;
- характеристики материалов;
- конструктивные ограничения.

Использование алгоритмических методов проектирования позволяет существенно повысить точность инженерных расчетов и оптимизировать конструктивные решения. Так, в исследованиях оптимизации каркасных конструкций загородных домов показано, что применение методов численного моделирования и параметрической оптимизации позволяет повысить сейсмическую устойчивость конструкций на 25-32% при одновременном снижении материалоемкости на 15-22% [4, с. 709]. Подобные результаты демонстрируют эффективность алгоритмических методов при решении задач конструктивной оптимизации и повышении надежности строительных объектов.

Генеративное проектирование является более сложным и многоуровневым подходом, основанным на автоматическом создании множества проектных решений с использованием алгоритмов поиска и оптимизации. В отличие от алгоритмического проектирования, где форма создается по заранее заданной логике, генеративные системы формируют варианты проектных решений на основе набора исходных параметров, ограничений и критериев эффективности [5, с. 10]. Проектировщик в данном случае определяет цели и условия задачи, а вычислительная система генерирует большое количество альтернативных конфигураций, среди которых выбираются наиболее эффективные.

Основу генеративного проектирования составляют методы многокритериальной оптимизации, эволюционных алгоритмов и имитационного моделирования. Подобные методы активно применяются в задачах проектирования энергетических систем. Так, при разработке гибридных энергосистем для автономных домохозяйств используется генетический алгоритм, позволяющий анализировать десятки тысяч возможных конфигураций оборудования и выбирать оптимальные решения по критериям стоимости, надежности и энергоэффективности [6, с. 86]. Такой подход демонстрирует потенциал генеративного проектирования в задачах комплексной оптимизации инженерных систем.

Существенную роль в алгоритмическом и генеративном проектировании играет принцип параметрического формообразования, при котором архитектурная форма рассматривается как результат взаимодействия множества переменных параметров [7]. Такие параметры могут включать климатические характеристики региона, функциональное назначение здания, конструктивные ограничения, требования энергоэффективности и экономические показатели проекта.

В этом контексте формообразование становится не статическим процессом, а динамической системой взаимосвязанных параметров.

Примером применения параметрических моделей является анализ теплофизических характеристик ограждающих конструкций. Исследования показывают, что использование компьютерного моделирования позволяет определить оптимальные конфигурации многослойных теплоизоляционных систем и снизить теплопотери зданий на 27-35% по сравнению с традиционными решениями [8, С. 148]. Подобные результаты подтверждают, что алгоритмические методы способны значительно повысить энергетическую эффективность зданий за счет точной настройки параметров конструктивных элементов.

Важным аспектом использования алгоритмических и генеративных методов является определение критериев валидности получаемых проектных решений. Ключевым условием корректности результатов выступает качество исходных данных, используемых в вычислительных моделях. Неполнота или неточность входных параметров может привести к искажению результатов оптимизации и снижению практической ценности полученных решений [1, с. 68].

Не менее важным критерием является соответствие проектных решений функциональным и нормативным требованиям. Любая архитектурная форма, полученная в результате алгоритмической генерации, должна быть проверена с точки зрения строительных норм, требований безопасности, эргономики и эксплуатационной надежности [9, с. 377]. Кроме того, важным условием является конструктивная реализуемость предлагаемых решений, поскольку сложные геометрические формы, создаваемые генеративными алгоритмами, не всегда могут быть реализованы существующими строительными технологиями.

Значительную роль при оценке проектных решений играет также их экономическая эффективность. Современные методы информационного моделирования зданий позволяют анализировать стоимость проекта на всех стадиях жизненного цикла объекта. Как отмечается в исследованиях экономической эффективности BIM-технологий, использование цифровых моделей обеспечивает снижение информационных потерь между стадиями проектирования и строительства, а также уменьшает риски перерасхода ресурсов и нарушения сроков реализации проекта [4, с. 710].

Несмотря на значительные преимущества алгоритмического и генеративного проектирования, данные методы имеют определенные пределы применимости. Одним из основных ограничений является высокая вычислительная сложность подобных систем, особенно при работе с большими массивами данных и множеством параметров оптимизации. Генерация и анализ большого числа вариантов проектных решений требует значительных вычислительных ресурсов и может занимать значительное время [4, с. 711].

Кроме того, не все аспекты архитектурного проектирования могут быть формализованы в виде алгоритмов. Эстетические характеристики архитектурной формы, культурный контекст и художественная выразительность здания зачастую остаются вне рамок формализованных вычислительных моделей. В связи с

этим окончательный выбор проектного решения по-прежнему требует участия архитектора и инженерного анализа [10].

Дополнительные ограничения связаны с институциональными и экономическими условиями развития строительной отрасли. Например, изменения в регулировании рынка индивидуального жилищного строительства, включая внедрение механизмов эскроу-счетов, оказывают влияние на структуру инвестиционных рисков и финансовую модель строительных проектов [9, с. 378]. Это означает, что даже наиболее оптимизированные алгоритмические решения должны учитывать реальные экономические и организационные условия функционирования строительного рынка.

Таким образом, алгоритмическое и генеративное проектирование представляет собой важные инструменты цифровой трансформации строительной отрасли. Они позволяют значительно расширить возможности архитектурного формообразования, повысить эффективность конструктивных решений и оптимизировать инженерные системы зданий. Однако их применение требует комплексного подхода, сочетающего вычислительные методы, инженерный анализ и профессиональное архитектурное суждение. Только при таком взаимодействии цифровых технологий и человеческого опыта возможно создание устойчивых, экономически эффективных и технологически реализуемых архитектурных решений.

Список литературы

1. Евдокименко, С. О. Оценка экономической эффективности применения технологии информационного моделирования зданий для управления полным циклом строительства индивидуального загородного жилья в Московском регионе / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 11. – С. 68-72.
2. Евдокименко, С. О. Энергоэффективность и теплозащита каркасных домов в Московской области с учётом климатической зоны / С. О. Евдокименко // Экономика строительства. – 2025. – № 6. – С. 574-579.
3. Алгоритмическое проектирование // URL: <https://psk-albus.ru/news/tpost/c698vza6a1-algoritmicheskoe-proektirovanie> (дата обращения 06.03.2026).
4. Евдокименко, С. О. Современные технологии строительства загородных домов / С. О. Евдокименко // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 709-713.
5. Евдокименко, С. О. Оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных загородных домов для условий повышенной сейсмической активности / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 7. – С. 10-15.
6. Евдокименко, С. О. Исследование социально-экономических последствий развития агломераций загородного жилья в Подмоскowie и их влияние на транспортную систему прилегающих территорий // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32. – № 10. – С. 86-89.
7. Принципы формообразования в виртуальной архитектуре // URL: <https://hsedesign.com/books/project/754a3530fa1a41899e590be048b863e3> (дата обращения: 06.03.2026).
8. Евдокименко, С. О. Интеграция возобновляемых источников энергии и систем аккумулирования в автономные загородные домохозяйства средней полосы России / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 8. – С. 148-157.
9. Евдокименко, С. О. Исследование изменений рынка индивидуального жилищного строительства с введением эскроу-счетов на строительство загородных домов и оценка рис-

ков для строительных компаний в сфере ИЖС / С. О. Евдокименко // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 11. – С. 377-381.

10. Архитектурное проектирование: что это, этапы и методы | Основы архитектуры проекта // URL: <https://geometrium.com/chto-takoye-arkhitekturnoye-proyektirovaniye/> (дата обращения: 06.03.2026).

САМОНИНА МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА, независимый исследователь
г. Москва, Россия
(e-mail: samoninaa4@mail.ru)

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РОБОТИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ИНТЕГРАЦИЯ ИОТ, СЕНСОРОВ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

В статье рассматриваются особенности киберфизических систем как технологической основы цифровой трансформации строительного производства. Раскрывается архитектура киберфизических систем, включающая физический, сенсорный, вычислительный и управленческий уровни, а также механизмы интеграции сенсорных сетей, роботизированной техники и алгоритмов обработки данных. Сделан вывод о значимости алгоритмического управления и роботизации для повышения эффективности, адаптивности и устойчивости строительных процессов в условиях парадигмы «Строительство 4.0».

Ключевые слова: киберфизические системы, роботизация строительства, сенсорные сети, алгоритмическое управление, строительство 4.0.

Актуальность цифровой трансформации строительной отрасли обусловлена ростом масштабов и сложности проектов, ужесточением нормативных требований, повышением требований к качеству и безопасности, а также усилением конкурентной борьбы. Современные инвестиционно-строительные проекты включают тысячи взаимосвязанных операций, значительный объем документации и большое количество участников, что делает традиционные методы управления недостаточно эффективными [1].

Как утверждает С.О. Евдокименко, информационная несогласованность стадий жизненного цикла объекта приводит к высоким информационным потерям между стадиями жизненного цикла и значительным непроизводительным затратам [2, с. 68]. Технологическое обновление отрасли становится ключевым условием повышения ее конкурентоспособности [3, с. 709].

Государственная политика также ориентирована на цифровизацию отрасли, стратегические документы предусматривают достижение «цифровой зрелости» строительного комплекса к 2030 году [4]. В этом контексте особое значение приобретает концепция Industry 4.0 (индустрия 4.0), предполагающая интеграцию киберфизических систем, искусственного интеллекта, аддитивных технологий и интернета вещей в производственные процессы. В строительстве данные принципы трансформируются в парадигму «Строительство 4.0», объединяющую автоматизацию, моделирование и цифровизацию [5, с. 886].

Однако внедрение цифровых решений носит фрагментарный характер. Как показывают исследования, отсутствие единой среды данных приводит к росту транзакционных издержек, рассогласованию проектной документации и повышению рисков перерасхода средств [2, с. 69].

Киберфизическая система (CPS - cyber-physical system) представляет собой интеграцию физической инфраструктуры и цифровых вычислительных модулей, обеспечивающих мониторинг и управление процессами в режиме реального времени. В строительстве CPS формируют замкнутый контур «объект-данные-анализ-управление».

Архитектура CPS включает четыре уровня:

1. Физический - техника, конструкции, инженерные системы и технологические процессы.
2. Сенсорный - датчики температуры, деформаций, вибраций, позиционирования.
3. Вычислительный - серверы, облачные платформы, алгоритмы обработки данных.
4. Управление - автоматизированные системы управления, интерфейсы операторов.

В отличие от традиционной автоматизации, CPS характеризуются адаптивностью и прогностической аналитикой. Они обеспечивают перенос выявления рисков на ранние стадии, что коррелирует с выводами о преимуществах BIM-подхода как единого источника достоверных данных на всех стадиях [2, с. 70].

Связь CPS с цифровыми двойниками проявляется в синхронизации физического объекта и его виртуальной модели. В исследованиях энергоэффективности каркасных домов показано, что компьютерное моделирование теплофизических процессов позволяет снизить теплопотери на 27-35% [6, с. 575]. Подобные методы формируют теоретическую основу цифровых двойников, функционирующих на базе CPS.

Ключевым элементом киберфизических систем является Internet of Things - интернет вещей (IoT), обеспечивающий непрерывный сбор и передачу данных о состоянии объектов и процессов. В строительстве IoT формирует сенсорный слой управления, создавая потоковые данные для анализа и алгоритмической корректировки операций [2, с. 70].

Эффективность CPS определяется интероперабельностью, несогласованность форматов и информационная асимметрия увеличивают издержки жизненного цикла. Следовательно, унификация протоколов и формирование единой среды данных являются необходимыми условиями интеграции.

Функционирование IoT описывается циклом: данные-анализ-управление-обратная связь, что обеспечивает переход от мониторинга к предиктивному управлению строительными процессами [7, с. 377].

Роботизация выступает исполнительным контуром CPS, обеспечивая реализацию управленческих решений в физической среде. Интеграция расчетных и цифровых моделей позволяет осуществлять адаптивную и предиктивную корректировку параметров в режиме реального времени [8, с. 148].

Алгоритмическое управление включает обработку сенсорных данных, прогнозирование и элементы машинного обучения. Замкнутый контур синхронизирует действия техники с цифровой моделью объекта, повышая точность и снижая производственные риски. Масштабирование требует распределенных архитектур координации гетерогенных устройств [9, с. 11].

Внедрение киберфизических систем трансформирует организационную структуру строительных компаний, усиливает роль данных и снижает транзакционные издержки жизненного цикла объекта. Одновременно возрастают требования к стандартизации, кибербезопасности и нормативной регламентации автономных систем [10, с. 86]. В этой связи, интеграция IoT и роботизации формирует основу перехода от автоматизации отдельных операций к системному алгоритмическому управлению строительным производством.

Таким образом, можно сделать вывод, что киберфизические системы и роботизация формируют теоретическую основу перехода строительной отрасли к парадигме цифровой интеграции. Интеграция IoT, сенсорных сетей и алгоритмов управления обеспечивает создание замкнутого контура «данные-анализ-управление-обратная связь», повышающего адаптивность и устойчивость строительного производства. Опора на результаты исследований в области оптимизации конструктивных решений, энергоэффективности, интеграции ВИЭ и экономической оценки BIM позволяет рассматривать CPS не как набор разрозненных технологий, а как системный инструмент повышения эффективности, безопасности и устойчивости строительства [6, с. 575-576]. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой метамоделей распределенного управления, формированием единых стандартов интероперабельности и интеграцией киберфизических систем в цифровые экосистемы полного жизненного цикла объекта.

Список литературы

1. Цифровизация строительной отрасли в России – 2025 // URL: <https://mk-pb.ru/digital> (дата обращения: 04.03.2026).
2. Евдокименко, С. О. Оценка экономической эффективности применения технологии информационного моделирования зданий для управления полным циклом строительства индивидуального загородного жилья в Московском регионе / С. О. Евдокименко // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32, № 11. – С. 68-72.
3. Евдокименко, С. О. Современные технологии строительства загородных домов / С. О. Евдокименко // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 7. – С. 709-713.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 02.03.2026 № 398-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года» // Официальный интернет-портал правовой информации. — 2026. — № 0001202603030012.
5. Гинзбург, А.В., Адамцевич Л.А., Адамцевич, А.О. Строительная отрасль и концепция «Индустрия 4.0»: обзор // Вестник МГСУ, Т. 16, №. 7, 2021, С. 885-911.
6. Евдокименко, С. О. Энергоэффективность и теплозащита каркасных домов в Московской области с учётом климатической зоны / С. О. Евдокименко // Экономика строительства. – 2025. – № 6. – С. 574-579.
7. Евдокименко, С. О. Исследование изменений рынка индивидуального жилищного строительства с введением эскроу-счетов на строительство загородных домов и оценка рис-

ков для строительных компаний в сфере ИЖС / С. О. Евдокименко // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 11. – С. 377-381.

8. Евдокименко, С. О. Интеграция возобновляемых источников энергии и систем аккумулирования в автономные загородные домохозяйства средней полосы России / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 8. – С. 148-157.

9. Евдокименко, С. О. Оптимизация конструктивных решений деревянных каркасных загородных домов для условий повышенной сейсмической активности / С. О. Евдокименко // Строительные и дорожные машины. – 2025. – № 7. – С. 10-15.

10. Евдокименко, С. О. Исследование социально-экономических последствий развития агломераций загородного жилья в Подмоскowie и их влияние на транспортную систему прилегающих территорий // Экономическое развитие России. – 2025. – Т. 32. – № 10. – С. 86-89.

ШЕРКУНОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: sherkunova.darya@mail.ru)

РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

В статье рассматривается роль предпринимательства в сфере недвижимости. Приведены преимущества и недостатки рынка недвижимости с точки зрения целесообразности предпринимательской деятельности. Вместе с тем проанализирована структура предпринимательской деятельности на рынке недвижимости, включая роли риэлторских, девелоперских и оценочных фирм, а также фирм по управлению, инвесторов и кредитных учреждений.

Ключевые слова: рынок недвижимости, предпринимательская деятельность, риэлтерская деятельность, девелопер

Возникновение предпринимательства в российской сфере недвижимости датируется началом 1990-х годов, одновременно с зарождением национального рынка имущества.

По мере эволюции данного рынка начала складываться все более детализированная система коммерческих отношений. Несмотря на то, что значительную долю участников по-прежнему представляют компании широкого профиля, осуществляющие разнообразные операции, тенденция к специализации уже стала заметным явлением [1]. Множество компаний организовали в своем составе отдельные направления, сфокусированные на различных категориях имущества или конкретных видах сделок. Рост разнообразия объектов, вовлекаемых в рыночные процессы, усложнение перечня совершаемых операций, а также зарождение новых форм бизнеса, соответствующих этим операциям, — все это указывает на постепенное движение рынка недвижимости к более зрелой стадии, свойственной странам с устоявшейся рыночной системой.

К преимуществам рынка недвижимости в контексте предпринимательской деятельности можно отнести:

1. Потенциал для извлечения повышенного дохода (в сравнении с иными секторами) на протяжении всего жизненного цикла имущественных активов.
2. Относительная стабильность покупательского интереса.
3. Меньшая зависимость от краткосрочных экономических колебаний.
4. Наличие естественной защиты от резких изменений рыночной ситуации благодаря длительным срокам аренды и продолжительному циклу создания новых конкурентных объектов.

Таблица

Структура предпринимательской деятельности на рынке недвижимости

Субъект предпринимательской деятельности	Предпринимательские функции субъекта	Объекты недвижимости
Риэлтерские фирмы	Осуществление операций с имущественными правами: посредничество при продаже, аренде, ипотеке, мене.	Земельный участок, жилая и коммерческая недвижимость
Девелоперские фирмы	Развитие и модернизация объекта: осуществление капитальных вложений для качественного преобразования недвижимости.	
Оценочные фирмы	Оценка недвижимости	
Фирмы по управлению	Управление объектом: обеспечение его экономически эффективного использования.	
Инвесторы, кредитные учреждения	Финансирование создания новых объектов недвижимости.	

К недостаткам относятся:

1. Высокая степень непрозрачности информации по сравнению, к примеру, с товарными рынками, что осложняет анализ для планирования инвестиций.
2. Незрелость законодательства в части обязательного раскрытия данных о совершаемых операциях.
3. Критическая зависимость от сведений о реально проводимых операциях, доступ к которым ограничен.
4. Сильная обусловленность внешними факторами: нормативами градостроительства, мощностями строительной отрасли и особенностями потребительских предпочтений [2].

5. Высокие транзакционные издержки, включая затраты на проверку юридической чистоты объекта, подготовку технических документов и процедуры регистрации.

В приведенной ниже таблицы представлена структура предпринимательской деятельности на рынке недвижимости.

Рынок первичной недвижимости формируется усилиями застройщиков (девелоперов), поставщиков материалов и подрядных организаций. Их работа по созданию объектов финансируется за счет инвестиций или кредитных средств [3]. На вторичном рынке операторами выступают риэлтерские компании, управляющие объектами и оценочные фирмы (рис.1).



Рис 1. Субъектная структура рынка недвижимости

Современные фирмы в этой сфере часто формируют в своей структуре специализированные подразделения. К ним относятся ипотечные брокеры, страховщики титула, консультанты по сделкам с недвижимостью и другие. Каждое такое подразделение решает свои задачи, при этом одна компания может совмещать несколько видов деятельности [4]. К примеру, девелопмент и управление объектами нередко объединяются, что особенно характерно для сегмента коммерческой недвижимости.

Однако считать рынок полностью укомплектованным профессионалами преждевременно. Стоит отметить, что большинство компаний работает в масштабах всего города, а выбор их расположения зависит от транспортной логистики и потоков населения. В развитых западных государствах фирмы, работающие с недвижимостью, как правило, концентрируют свою активность на определенных территориях.

Риэлтерская деятельность представляет собой деятельность, которую ведут компании или индивидуальные предприниматели, действуя по договору или доверенности от клиента. Они выполняют юридически значимые действия с недвижимостью и имущественными правами, представляя интересы доверителя и действуя от его имени либо от своего собственного, но исключительно в его интересах и за его счет.

Основные направления работы риэлторов включают в себя организацию и сопровождение сделок по приобретению, продаже, мене и дарению недвижимости, сдачу в аренду помещений, принадлежащих частным лицам и организациям, реализацию объектов недвижимости через аукционы и конкурсы и другое.

Девелопер представляет собой специалиста в предпринимательской сфере, который запускает и координирует выполнение оптимального плана по освоению имущественного актива, в том числе отвечая за привлечение финансовых средств [5].

Проведение работ по развитию объекта недвижимости застройщиком (девелопером) включает три основных этапа:

- 1) анализ экономической обоснованности и осуществимости проекта. На данном этапе формируется вывод о возможности его реализации;
- 2) установление наиболее выгодных параметров выполнения проекта и создание детализированной программы действий;
- 3) непосредственное воплощение проекта в жизнь.

Таким образом, несмотря на наличие объективных барьеров, таких как недостаточная прозрачность данных и значительные операционные затраты, предпринимательская активность в данной сфере демонстрирует устойчивый потенциал роста через развитие риэлторских, девелоперских и консалтинговых структур. Постепенная интеграция различных видов услуг в рамках единых бизнес-моделей и качественное усложнение процессов реализации проектов указывают на то, что рынок недвижимости трансформируется в зрелую систему, стремящуюся к мировым стандартам качества, где эффективное управление имуществом и стратегическое планирование становятся ключевыми факторами конкурентоспособности.

Список литературы

1. Эколого-экономическая оценка недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/67f/67f21d7c734995a66a1543765073e92f.pdf> - (Дата обращения 07.03.2026).
2. Асаул А.Н., Карасев А.В. Экономика недвижимости: Особенности и закономерности рынка недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m76/2_1.htm - (Дата обращения 07.03.2026).
3. Давиденко, Ю. В. Участники рынка недвижимости / Ю. В. Давиденко // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых, в 6-х томах, Курск, 19–20 мая 2020 года / Отв. ред. Горохов А.А.. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 172-173. – EDN MTBWUB.
4. 2.3. Предпринимательская деятельность в сфере недвижимости. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9311627/page:8/> - (Дата обращения 07.03.2026).

5. Шеркунова, Д. А. Оценка инвестиционной привлекательности объекта недвижимости / Д. А. Шеркунова // Строительство и управление недвижимостью: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2025. – С. 228-232. – EDN XFTRSA.

ШЕРКУНОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент
Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: sherkunova.darya@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIG DATA В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассматриваются ключевые аспекты цифровой трансформации в строительной сфере посредством внедрения технологий анализа больших данных (Big Data). Вместе с тем приведены преимущества использования предиктивной аналитики, включая повышение точности финансового планирования, оптимизацию логистики, минимизацию рисков и повышение качества управленческих решений. Особое внимание уделено интеграции инструментов больших данных с системами информационного моделирования (BIM). Проанализированы вызовы и ограничения, а также потенциал применения Big Data в строительстве.

Ключевые слова: строительство, BIG DATA, строительный менеджмент, цифровизация, информация, управление проектами

Парадигма современного строительного комплекса претерпевает фундаментальные изменения, движимые цифровизацией и повсеместным внедрением технологий анализа больших данных (Big Data). Эти процессы трансформируют отрасль на всех этапах жизненного цикла объекта — от концептуального моделирования до эксплуатации и утилизации. Большие данные перестают быть вспомогательным инструментом, становясь критически важным активом, определяющим эффективность, безопасность и экономическую целесообразность проектов.

Большие данные представляют собой значительные массивы информации, обработка которых неосуществима обычными ручными способами или классическими программными средствами [1]. Сведения обо всех государственных контрактах региона в строительной сфере, динамика цен на металл, геологические особенности свободных земель в округе — всё это примеры таких данных.

Инструменты Big Data применяются на каждом этапе существования строительного объекта: от первоначального изучения возможности до ввода в эксплуатацию и дальнейшей реализации. Ведущие компании в отрасли всё чаще обращаются к этим технологиям для разработки концепций, определения временных рамок и бюджета, анализа результативности и управления объектами после завершения [2].

Организация и изучение информации с помощью технологий больших данных дают возможность:

- 1) управлять крупными объёмами данных из проектной, финансовой и производственной деятельности;
- 2) создать общую цифровую среду для взаимодействия удалённых рабочих групп, в том числе с участием экспертов из разных географических точек;
- 3) формировать более точные финансовые прогнозы и отслеживать их соблюдение в процессе работы;
- 4) обнаруживать и минимизировать возможные угрозы ещё в начале проекта;
- 5) оценивать состояние рынка, действия конкурентов и другие внешние обстоятельства, которые воздействуют на успешность и прибыльность строительных объектов.

Использование Big Data превращается в ключевой компонент цифровизации строительства и фундаментом для внедрения более стабильных, открытых и выгодных моделей управления проектами. Информация из проектно-сметных документов, включая индексы и расценки, регулярно интегрируется в аналитические системы.

Анализ больших объемов информации открывает для строительного бизнеса следующее [3]:

1. Точное планирование ресурсов

Специализированные программы, изучив информацию по всем завершенным проектам компании, способны определить необходимые объемы финансирования, техники и рабочей силы для нового объекта. Алгоритмы также рассчитывают потребность в материалах, сопоставляя эти данные с актуальными рыночными ценами. Данный подход представляет собой предиктивную аналитику: формирование автоматизированных прогнозов, опирающихся на накопленный опыт.

Еще в 2016 году исследователи разработали и апробировали на основе 200 000 записей с 900 объектов методологию прогнозирования объемов строительного мусора.

2. Снижение количества недочетов

Мониторинг информации в режиме реального времени помогает вовремя обнаружить отклонения и выявить возникающие в ходе работ сложности. Например, в Сингапуре застройщики должны внедрять биометрические системы учета и ежемесячно отчитываться перед государственными органами о задействованной рабочей силе. Эти сведения позволяют контролирующим службам отслеживать ситуацию на площадках, а также проводить сравнительный анализ производительности труда между различными предприятиями.

3. Повышение качества управленческих решений

Исследования свидетельствуют, что использование больших данных на 69% увеличивает вероятность принятия оптимальных стратегических решений в строительстве. Управление, основанное на данных, способствует выстраиванию более рациональных логистических цепочек, сокращению энергопотребления на объектах и оптимизации использования оборудования и кадров. Такой под-

ход также именуется бизнес-аналитикой (BI). Многие крупные российские компании уже в той или иной форме применяют BI-системы.

Интеграция методов анализа больших данных с системами цифрового моделирования объектов строительства (3D/4D BIM) создает качественно иную ступень контроля над проектами. Данный комплексный метод дает возможность:

- обнаруживать неточности в проектной документации до начала основных работ;
- формировать детализированные прогнозы по технологическим показателям и будущим эксплуатационным качествам сооружения;
- налаживать эффективное взаимодействие между участниками проекта, географически удаленными друг от друга;
- вести постоянное наблюдение за этапами строительства в реальном времени и оперативно вносить изменения в графики.

Таблица

Преимущества и вызовы и ограничения применения Big Data в строительстве	
Преимущества применения	Вызовы и ограничения
Повышение скорости обработки и получения доступа к ключевым сведениям (геологическим изысканиям, проектным материалам, правовым документам)	Качество информации. Недостовверные, ошибочные или устаревшие сведения становятся причиной неверных решений
Снижение доли бумажного документооборота	Совместимость с текущими ИТ-решениями. Большинство компаний в строительной сфере уже используют различные программные комплексы для учета и администрирования. Соединение новых аналитических платформ с этими системами зачастую представляет собой сложную задачу
Уменьшение времени, необходимого на согласование, строительство и запуск объектов	Квалификация и обучение сотрудников. Подготовка работников и ИТ-специалистов к взаимодействию с Big Data является важным условием для эффективного использования технологий
Улучшение контроля над процессами и сокращение бюджетных перерасходов	Вопросы защиты данных. Накопление, хранение и анализ значительных объемов информации сопряжены с рисками для безопасности и приватности

Внедрение Big Data в строительный менеджмент ведет к ускорению завершения объектов, уменьшению затрат и росту открытости процессов. Это поднимает деловую активность на более высокую ступень, гарантирует адаптивность руководства проектами различной масштабности и усиливает рыночные

позиции. Наиболее результативно данное сочетание при выполнении сложных комплексных проектов, включая изыскательскую деятельность, где требуется постоянный мониторинг информации по сводной смете и фактическому прогрессу работ [4].

В приведенной ниже таблицы представлены достоинства, а также вызовы и ограничения применения Big Data в строительной отрасли.

Сфера строительства, подобно другим отраслям, нестабильна и зависит от множества условий. На динамику спроса и объемы реализации напрямую воздействуют сезонные факторы, экономическая ситуация, правовые поправки и иные обстоятельства [5].

В этом контексте ключевую роль играют технологии больших данных. Изучая обширные информационные потоки — от показателей реализации до активности в соцсетях и новостных публикаций — современные аналитические платформы на основе Big Data могут с высокой долей вероятности спрогнозировать сдвиги в потребительских запросах. Ценность подобных решений проявляется в нескольких аспектах:

1) корректировка товарного портфеля. Выявление актуальных запросов клиентской аудитории дает возможность оперативно вносить изменения в номенклатуру товаров, фокусируясь на наименованиях с наибольшим потенциалом сбыта;

2) эффективность логистики и выпуска. Заблаговременная оценка будущего спроса способствует грамотному калькулированию производственных мощностей, что сокращает затраты и предотвращает как излишки запасов, так и их недостаток;

3) формирование долгосрочной стратегии. Изучение информации о потребительской активности и фактических продажах служит весомым основанием для выработки управленческих решений высшего порядка, позволяя предприятию заранее моделировать и гибко реагировать на предстоящие рыночные трансформации.

Таким образом, большие данные становятся каркасом цифровой трансформации строительной отрасли. Они обеспечивают сквозную аналитику на всем жизненном цикле актива, переводя управление проектами из плоскости субъективного опыта в плоскость объективных, количественно измеримых показателей. Успех в новой технологической реальности будет определяться способностью компаний не только внедрять инструменты анализа, но и формировать культуру, в которой решения, основанные на данных, являются системообразующим принципом. Это путь к строительству, которое является более быстрым, безопасным, экономичным и ответственным как перед инвесторами, так и перед обществом.

Список литературы

1. Основные направления использования геоинформационных систем в землеустройстве и земельном кадастре / С. В. Шайтура, В. Ф. Гранкин, А. В. Коломейцев [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 165-171. – EDN FKSMBP.

2. Big Data в строительстве: роль и практическое применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gk-infostroy.ru/aboutus/articles/novosti_457.html - (Дата обращения 09.03.2026)..

3. Как работает аналитика больших данных в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://academy.tsus.ru/kak-rabotaet-analiz-bolshih-dannyh-v-stroitelstve-i-zhkh-zhivyh-primerov/> - (Дата обращения 09.03.2026).

4. Балаболкина, А. Я. Организация производства в условиях внедрения гибких производственных систем / А. Я. Балаболкина, В. Ф. Гранкин // Наука молодых - будущее России : Сборник научных статей 10-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 6-х томах, Курск, 16 декабря 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 14-16. – EDN HTDQHY.

5. Big Data в строительстве: примеры проектов с применением больших данных — «DecoSystems» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.decosystems.ru/big-data-v-stroitelstve/> - (Дата обращения 09.03.2026).

Экологические проблемы и безопасность жизнедеятельности в АПК и ПГС**АЛЕШИЧЕВ СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ**, к.т.н., доцент**ГАРНИЦКАЯ АННА СЕРГЕЕВНА**, аспирант**НЕКИПЕЛОВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ**, аспирантГатчинский государственный университет, г. Гатчина, Россия
(gva2003@mail.ru)**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

В данной статье рассматриваются перспективные направления создания безреагентных средств для очистки жира или маслосодержащих сточных вод. Отсутствие химикатов переводящих загрязняющие вещества из растворённых форм в нерастворимые, позволят исключить дополнительные затраты при удалении таких загрязнений с возможным вторичным использованием их в виде вспомогательных технических материалов, например различных смазок.

Ключевые слова: безреагентные средства, очистка, жиросодержание, сточные воды.

Использование при очистке сточных вод специальных химикатов переводящих загрязняющие вещества из растворённых форм в нерастворимые приводят к необходимости удаления их из зоны контакта с оборудованием или со дна резервуаров. Это требует специализированной техники и специалистов, что приводит к дополнительным затратам. Биологические методы достаточно эффективно очищают стоки от органических загрязнений, но не могут с должной эффективностью работать, например, с нефтяными включениями. Кроме того, большинство таких методов требует утилизации химических агломератов, получаемых при очистке стоков.

Вышеизложенное обуславливает актуальность разработки систем очистки отработанной воды от включений углеводов, которые экономически более выгодны и эффективно функционируют при одновременном использовании удаляемых включений в качестве дополнительного вторичного сырья. Трудности разработки таких средств очистки заключаются в дополнительном теоретическом и экспериментальном обосновании имеющихся возможностей. Степень разработанности процесса такого рода водоочистки не высока. Выводы, сформулированные на основании выполненных работ, как правило, не могут быть применены на практике для решения указанной проблемы, поскольку являются высокочрезвычайными и экономически неприемлемыми [1-3]. Дополнительными причинами низкой привлекательности является то, что имеющиеся средства очистки сточных вод, не решают вопросов утилизации самих отходов. Безреагентный подход создания таких средств обеспечивает возможность дальнейшей переработки удаляемых включений.

В процессе проведения исследований в сформулированном направлении необходимо проведение сравнительного анализа аналогичных разработок используемых в Российской Федерации и использование его результатов в конструкторской работе. Этот процесс также предполагает выполнения опытных образцов на основании расчётной модели перемещении реологически сложных сред и методику определения оптимальных параметров разделения воды и масло-жиродержащих включений.

Экспериментально построенные регрессионные модели механо-гидравлического процесса фильтрации неньютоновской жидкости в реальных интервалах варьирования технологических параметров позволит предложить конструкцию устройства, реализующего оптимальные режимы процесса очистки воды от загрязнений. Завершение таких исследований должно привести к разработке машинно-аппаратурной схемы процесса очистки технологических и промывных вод.

Разработанная комплексная система должна обеспечить отделение загрязняющих фракций и снижении количества вредных веществ в воде, возвращаемой в систему оборотного водоснабжения.

Помимо этого такого рода система позволит успешно противодействовать природным опасностям для производственных объектов малого и среднего бизнеса, обеспечив необходимыми потребительскими качествами очищенной воды благодаря:

1) применению нового подхода механо-гидравлического удаления загрязняющих воду нефтепродуктов и масло-жировых включений, в значительных количествах попадающих в природные водоёмы,

2) организации вторичного использования удалённого материала для обеспечения нужд сервисных услуг в виде различного рода смазок для промышленных и бытовых нужд.

Важность решения обозначенной проблемы состоит в том, что оно обеспечит рациональное природопользование [4-6].

Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности использования предприятиями может послужить широкому оборотному водоснабжению. Оно представит собой замкнутую систему, в которой можно повторно использовать воду, поступившую с предприятия и уже очищенную на очистных сооружениях. При такой системе частично или полностью отсутствуют сточные воды, сбрасываемые в канализационные стоки или близлежащие водоёмы. Организация такого водоснабжения с применением специального оборудования быстро окупит затраты, поскольку благодаря значительным преимуществам оборотного водоснабжения:

- снизится водопотребление до 90%;
- будут обеспечены возможности извлечения ценных компонентов сточных вод предприятий и направление их обратно в производство или на дальнейшую обработку;
- появится экономия средств, благодаря отсутствию платы и штрафов за сброс сточных вод в близлежащие водоёмы.

Одновременно станет возможной дальнейшая переработка очищенной воды и не нужно будет дополнительно перерабатывать удаленные коагулированные осадки.

Поставленную цель предполагается достичь следующим путём:

- изучить схемы работы наиболее распространённых видов очистительных станций с оборотным водоснабжением;
- исследовать влияние динамики изменения состава сточных вод на окружающую среду;
- разработать механо-гидравлическую систему очистки сточных вод и сравнить её модель с уже существующей на рынке системой очистки сточных вод, предназначенных для аналогичных предприятий;
- изготовить макет новой системы очистки воды от масло-жировых включений и нефтепродуктов для проведения лабораторных испытаний;
- спланировать и провести полупромышленные испытания разработанной системы на одном из промышленных предприятий;
- откорректировать разработанную систему и подготовить комплект технической документации для её конструирования и изготовления.

В процессе проведения исследований предполагается провести сравнительный анализ соответствующего оборудования используемого в Российской Федерации по исследованию возможностей очистки сточных вод промышленных предприятий [7-9].

В настоящее время в промышленности появляются новые технологии, которые используют фильтрационные способы разделения. Эффективность и надёжная санитарная обработка делают возможным использование подобных технологий и в других областях, обычно использующих сепараторы и вакуумные фильтры. Одна из разновидностей фильтрационных технологий – мембранная – облегчает разработку новых товаров, отвечающих потребностям рынка. Для успешного использования современных технологий необходимо проанализировать современные достижения в области фильтрования [10-12].

Предлагаемые методы и подходы при выполнении практических исследований должны включать разработку расчётно-теоретических моделей и эксперименты на созданных системах очистки воды для оборотного водоснабжения, а также распространить опыт использования таких систем на рынке технологий и оборудования промышленных предприятий.

Список литературы

1. Deng S. Yu G., Ting Y. Production of bioflocculant and its application in dyeremoval. Colloids Surf. B: Biointerface. 2005. V. 44. No 4, p. 179–186
2. Пат. 8007665 США. МПК В01D. Усовершенствованное устройство для очистки сточных вод. Опубл. 30.08.2011
3. Панова И.М., Найберт И. Флотационная очистка сточных вод, загрязненных нефтепродуктами // Экология производства, 2011. – No 10. – С. 70–72
4. Anlage zur Aufbereitung von Emulsionen aus Dieselmotoren // F und S: Filtr. und Separ. 2014, No 4, p. 28

5. Пат. 7282144 США. МПК В01D. Очистка сточных вод в процессе флотации. Опубл.16.10.200

6. Kann zwei Filter ersetzen // AGT. – 2005. – No 4. – S. 32

7. Vliesfilter von Knoll mit vielen Vorteilen //Produktion. – 2005. – No 40. – p. 46

8. Алексеев Г.В., Головацкий Г.А., Краснов И.В. Некоторые направления повышения эффективности технологического оборудования для переработки пищевого сырья, Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 52.

9. Алексеев Г.В., Гришанова (Даниленко) Е.А., Кондратов А.В., Гончаров М.В. Возможности реализации эффектов кавитации для измельчения пищевого сырья. Вестник Международной академии холода. 2012. № 3. С. 45-47.

10. Гарницкая А.С., Ключников С.В., Алексеев Г.В. Цифровизация процесса обучения для креативной разработки инновационного объекта. В сборнике: Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты. Сборник научных статей 15-й Всероссийской научно-практической конференции. В 2-х томах. Курск, 2025. С. 113-117.

11. Алексеев Г.В., Гарницкая А.С., Смирнова А.А., Садыкова Г.И. Возможности цифровизации менеджмента кейтеринговых услуг. В сборнике: ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2025. С. 56-59.

12. Савельев А.П., Гарницкая А.С., Алексеев Г.В. Совершенствование 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.

ГЛАЗУНОВА ИРИНА ВИКТОРОВНА, к.т.н., доцент,
СОКОЛОВА СВЕТЛАНА АНАТОЛЬЕВНА, к.т.н., доцент,
ФРОЛИНА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА, магистрант
 Российский государственный аграрный университет –
 МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
 (e-mail: sokolovasvetlana@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ НАПЛАВНЫХ БИОПЛАТО НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕКРЕАЦИОННУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В данной статье рассмотрены особенности устройства наплавных биоплато на малых водных объектах, а также их влияние на эколого-эстетическое состояние и рекреационную привлекательность водоемов. Приведены природоприближенные подходы при создании сооружений данного типа. Выполнен анализ основных функций наплавных биоплато и их влияние на формирование новых условий для повышения эффективности процессов самоочищения и самовосстановления водных объектов. Разработана классификация факторов, влияющих на качество работы наплавных биоплато при их размещении в акватории.

Ключевые слова: наплавное биоплато, самоочищение, восстановление, высшие водные растения, дизайн сооружения, рекреационная привлекательность.

В условиях нарастающего антропогенного воздействия на природные экосистемы особую актуальность приобретает проблема деградации поверхностных водных объектов, которые испытывают значительную нагрузку со стороны коммунально-бытовых и ливневых стоков, сельскохозяйственного производства, а также рекреационной деятельности [1-3]. В результате нарушаются процессы естественного самоочищения, изменяется гидрохимический режим. Подобные изменения негативно отражаются не только на экологическом состоянии водоемов, но и на их рекреационной ценности, что особенно заметно в границах населенных пунктов и зон массового отдыха населения.

В последние десятилетия все большее распространение получают природоподобные технологии восстановления водных экосистем, основанные на использовании биологических механизмов очистки воды [4]. Общей особенностью природоподобных технологий является их ориентация на долгосрочную устойчивость, минимальное вмешательство в природные процессы и возможность интеграции в ландшафт без существенного нарушения естественного облика водных объектов, что делает их особенно востребованными.

Одним из самых распространенных решений являются наплавные биоплато, представляющие собой искусственно созданные плавающие конструкции с высшей водной растительностью, корневая система которой погружена в водную толщу (рисунок 1). По своей функциональной сути биоплато близки к природным прибрежно-болотным экосистемам, однако могут размещаться в тех частях водоема, где формирование естественной растительности затруднено или невозможно. В научной литературе подобные системы также рассматриваются как разновидность искусственных водно-болотных угодий или плавающих фитосооружений, предназначенных для биологической очистки и стабилизации водных экосистем [5].



Рисунок 1 – Наплавное биоплато

Экологический эффект наплавных биоплато обусловлен совокупностью физико-химических и биологических процессов, протекающих в зоне взаимодействия растительности, воды и микробных сообществ. Корневые системы макрофитов создают развитую поверхность для колонизации микроорганизмов, участвующих в трансформации и утилизации органических и неорганических загрязняющих веществ.

Установка наплавных фитосооружений позволяет снизить концентрацию биогенных элементов в воде на 30...60% в зависимости от типа водоема и интенсивности водообмена. Таким образом, биоплато выступают в роли своеобразного буфера.

Помимо экологических эффектов, использование наплавных биоплато оказывает существенное влияние на рекреационную привлекательность водных объектов. В условиях развития территорий качество водной среды является одним из ключевых факторов, определяющих возможность использования водоема для отдыха, прогулок и спортивной активности. Улучшение прозрачности воды, снижение интенсивности цветения и устранение неприятных запахов повышают субъективную оценку водоёма со стороны населения [6]. В ряде исследований по экологической социологии и ландшафтному планированию отмечается, что наличие элементов природной растительности в акватории воспринимается как признак «живого» и ухоженного водного пространства.

Дополнительным аспектом рекреационной ценности биоплато является их роль в формировании благоприятного микроклимата прибрежных зон. Растительность способствует снижению температуры поверхности воды в летний период, уменьшает отражение солнечного света и смягчает тепловой режим прилегающих территорий. Это особенно важно для малых водоемов, которые часто перегреваются и становятся источником дискомфорта для отдыхающих. Кроме того, биоплато могут выполнять пылеулавливающую функцию, что повышает комфортность пребывания людей вблизи воды.

Следует отметить, что эффективность наплавных биоплато во многом зависит от корректного проектирования и выбора растительных видов. Использование местных, экологически адаптированных макрофитов позволяет избежать риска биологической инвазии и обеспечивает устойчивость системы в долгосрочной перспективе. В научных работах подчёркивается необходимость регулярного мониторинга состояния биоплато, включая оценку роста растительности, накопления биомассы и изменения гидрохимических показателей воды. В противном случае фитосооружения могут утратить свою функциональность или даже стать дополнительным источником органического загрязнения [7-8].

Факторы, влияющие на эффективность работы наплавных биоплато:

- 1) подбор растений (поглощающая способность, адаптивность, видовое разнообразие);
- 2) конструкция сооружения, дизайн (площадь, глубина, покрытие растениями, степень плавучести, гидатофитность, гидрофитность);
- 3) климатические условия (температура в течение года);
- 4) аэрация (поглощение органического вещества, биоупленка);

5) уход за растениями (посадка, укосы, удаление отцветившей биомассы);

6) эксплуатация сооружения (стабильность обслуживания).

Рекреационная привлекательность водных объектов в условиях внедрения наплавных биоплато существенно возрастает за счёт улучшения экологических и эколого-эстетических характеристик акватории. Наличие живой водной растительности в акватории воспринимается населением как признак экологического благополучия и естественности ландшафта, повышая эмоциональную ценность территории и качество водной среды.

Таким образом, наплавные биоплато являются эффективным инструментом экологической реабилитации водных объектов и повышения их рекреационной привлекательности.

Список литературы

1. Маркин, В. Н. Комплексное использование водных ресурсов и охрана водных объектов / В. Н. Маркин, Л. Д. Раткович, С. А. Соколова. – Москва : ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 312 с. – EDN KBSSPX.

2. Соколова, С. А. Комплексная оценка экологического состояния реки Москвы / С. А. Соколова, С. А. Мухамедзянова // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 375-379. – EDN SVCМНА.

3. Beglyarova, S. Change of Indicators of Pollution of Surface Drain of Urban Territories when Carrying Out Construction Work on the Example of the Private Reservoirs of Rivers Likhoborka and Zhabenka / S. Beglyarova, S. A. Sokolova, A. M. Bakshtanin // Power Technology and Engineering. – 2021. – Vol. 55, No. 1. – P. 35-39. – DOI 10.1007/s10749-021-01316-0. – EDN FPENOM.

4. Глазунова, И. В. Наплавные биоплато прудов городского и сельского назначения / И. В. Глазунова, Е. А. Фролина // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок, Курск, 01 декабря 2025 года. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 8-10. – EDN YIMJUR.

5. Глазунова, И. В. Ассимиляционная способность элементов мелиорированных агроландшафтов при создании биоплато / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, В. М. Яшин // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 108-127. – DOI 10.31774/2712-9357-2024-14-2-108-127. – EDN BEJQHN.

6. Стрижков, Д. А. Принципы восстановления эвтрофированных водоемов на городских территориях / Д. А. Стрижков, С. А. Соколова // 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. 361-365. – EDN OHFLFW.

7. Глазунова, И. В. Технические решения при проектировании биоинженерных сооружений для улучшения качества вод / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, Л. Д. Раткович. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2024. – 87 с. – ISBN 978-5-907884-28-1. – DOI 10.47581/2024.Glazunova-Sokolova-01. – EDN UFHGGO.

8. Glazunova, I. Local Structures in the River Catchment Area to Improve Water Use Efficiency / I. Glazunova, S. Sokolova, K. Hala // III International Conference "Sustainable Development: Agriculture, Energy and Ecology" (VMAEE-III-2024) : AIP Conference Proceedings, Karshi, 26–28 февраля 2024 года. Vol. 3184. – Melville: AIP PUBLISHING, 2024. – P. 20043. – DOI 10.1063/5.0212130. – EDN KYZNVD.

КОСТЫЛЕВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ, кандидат юридических наук, доцент, старший преподаватель кафедры деятельности органов внутренних дел в особых условиях

ПОТАПКИН НИКИТА АЛЕКСАНДРОВИЧ, заместитель командира взвода, сержант полиции

ИВАНЕНКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, курсант, рядовой полиции

САМОЙЛОВ АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, курсант, рядовой полиции

Московский ордена Почета университет Министерства внутренних дел

Российской Федерации имени В.Я. Кикотя

(e-mail: supportmosu@mvd.ru)

ОРГАНИЗАЦИЯ ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ АПК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ

В статье рассматриваются особенности организации тактико-специальных действий при ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах агропромышленного комплекса с применением беспилотных воздушных систем. На основе анализа пожаров 2023–2025 гг. выявлены организационные и нормативные проблемы применения БВС, предложена модель интеграции беспилотных систем в контур оперативного управления с учетом участия органов внутренних дел. Обоснована научная новизна системного включения аэроразведки в процесс принятия тактических решений.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, чрезвычайная ситуация, тактико-специальная подготовка, органы внутренних дел, беспилотные воздушные системы, пожарная безопасность, оперативное управление.

Современный агропромышленный комплекс Российской Федерации представляет собой распределенную систему производственных, складских и перерабатывающих объектов, многие из которых характеризуются высокой пожарной нагрузкой и удаленностью от подразделений постоянной готовности. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства и увеличения объемов хранения зерна и кормов возрастает потенциальный масштаб чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

В соответствии с Федеральным законом № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» чрезвычайная ситуация определяется как обстановка, сложившаяся в результате аварии либо опасного природного явления, повлекшая ущерб и нарушение условий жизнедеятельности населения [1]. В рамках ликвидации последствий таких ситуаций органы внутренних дел участвуют в ограничении доступа к опасным зонам, регулировании транспортных потоков, предотвращении панических проявлений и обеспечении безопасности личного состава других служб.

По данным официальных сводок МЧС России, в 2023-2025 гг. сохранялась устойчивая тенденция возникновения крупных пожаров на объектах хранения сельхозпродукции [4]. Так, в июле 2023 года в Ростовской области произошел пожар на элеваторном комплексе в г. Зернограде, где огнем были охвачены складские помещения и транспортные галереи [5]. В 2024 году в Алтайском крае зафиксирован крупный пожар на зерноскладе в г. Рубцовске, сопровождавшийся обрушением кровельных конструкций. В марте 2025 года в Воронежской области произошло возгорание в сушильном отделении агропредприятия, где имело место интенсивное тление зерновой массы внутри силоса.

Анализ указанных случаев показывает характерную проблему: на начальном этапе ликвидации чрезвычайной ситуации отсутствует целостное представление о динамике распространения огня. В условиях сложной архитектуры элеваторных комплексов, наличия закрытых галерей и высотных силосов традиционная наземная разведка оказывается недостаточной. Руководитель тушения пожара принимает решение в условиях дефицита объективной информации, что увеличивает вероятность нерационального распределения сил и средств. Для органов внутренних дел подобная неопределенность означает необходимость введения ограничительных мер без точного понимания границ зоны потенциальной опасности.

Как отмечается в учебной литературе по пожарной тактике, «успешность тушения пожара во многом определяется своевременностью и полнотой разведки» [3, с. 120]. Особую сложность представляют скрытые очаги горения в зерновой массе. Тление внутри силоса может продолжаться длительное время без выраженных внешних признаков, при этом существует риск взрыва пылевоздушной смеси [3, с. 214].

В этих условиях применение беспилотных воздушных систем приобретает не вспомогательное, а системообразующее значение. Формирование в структуре МЧС России подразделений беспилотной авиации в 2022-2025 гг. стало ответом на объективную потребность в повышении информированности оперативных штабов. Использование беспилотных авиационных систем позволяет получать объективные данные о масштабах пожара и корректировать действия подразделений в режиме реального времени [4]. Одновременно получаемая информация может использоваться органами внутренних дел для уточнения границ оцепления, организации безопасных маршрутов движения и перераспределения нарядов.

Однако проведенный анализ практики реагирования на пожары в АПК позволяет утверждать, что потенциал БВС используется фрагментарно. В большинстве случаев беспилотник применяется как средство визуальной фиксации, тогда как данные аэроразведки не интегрируются полноценно в алгоритм тактического управления и межведомственного взаимодействия. Отсутствует регламентированная процедура передачи тепловизионной информации в штаб, не разработаны единые стандарты нанесения очагов горения на цифровые планы объектов, а представители служб, включая органы внутренних дел, не всегда включены в единый информационный контур.

Проблематика усугубляется нормативными аспектами. Использование беспилотных воздушных судов регулируется положениями Воздушного кодекса Российской Федерации [2], что в отдельных случаях требует согласования воздушного пространства даже при локальных чрезвычайных ситуациях.

Рассматривая пожар на элеваторе в Ростовской области в 2023 году, можно отметить, что применение БВС позволило выявить распространение огня по кровельным перекрытиям и определить направление теплового потока. Однако тепловизионная съемка была начата спустя значительное время после прибытия подразделений, что ограничило ее превентивный эффект. В аналогичном случае в Алтайском крае в 2024 году использование беспилотника на раннем этапе позволило своевременно обнаружить скрытые очаги на верхних ярусах складских помещений, что сократило время локализации пожара и обеспечило более обоснованное введение ограничительных мер.

Эти примеры свидетельствуют о необходимости перехода от эпизодического к системному применению БВС в структуре тактико-специальных действий. Научная новизна предлагаемого подхода заключается в формировании модели управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций на объектах АПК. В рамках данной модели БВС рассматривается как первичный источник оперативной информации, определяющий конфигурацию сил и средств различных ведомств, включая органы внутренних дел.

Суть модели заключается во включении оператора БВС в состав оперативного штаба с момента прибытия на место ЧС, обязательном проведении первичного облета в течение первых минут развертывания и последующей непрерывной тепловизионной коррекции тактических действий. Информация, полученная с воздуха, наносится на цифровую схему объекта и используется как подразделениями пожарной охраны, так и органами внутренних дел для принятия решений о расстановке сил, введении ограничений и обеспечении безопасности периметра.

Дополнительным элементом научной новизны является предложение о создании типовых цифровых моделей наиболее распространенных объектов АПК с возможностью наложения тепловых карт. Такая интеграция технологий трехмерного моделирования и оперативной аэроразведки минимизирует временной разрыв между разведкой и принятием решения и формирует единый межведомственный информационный контур.

Таким образом, анализ практики 2023-2025 гг. показывает, что агропромышленный комплекс остается зоной повышенного риска возникновения крупных пожаров и техногенных аварий. Беспилотные воздушные системы способны качественно изменить характер тактико-специальных действий и повысить обоснованность решений как пожарных подразделений, так и органов внутренних дел. Реализация предложенной модели позволит повысить эффективность реагирования, обеспечить безопасность личного состава и укрепить межведомственную координацию в условиях чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. 2025 г.).
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. 2025 г.).
3. Теребнев В.В., Подгрушный А.Н. Пожарная тактика: учебник для вузов МЧС России. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. - 384 с.
4. Применение беспилотных авиационных систем при ликвидации чрезвычайных ситуаций // Официальный сайт МЧС России. - URL: <https://www.mchs.gov.ru>
5. В Ростовской области ликвидирован пожар на элеваторе // ТАСС. - 2023. - URL: <https://tass.ru>
6. Кузнецов В.С., Лобанов И.П. Применение беспилотных летательных аппаратов при мониторинге пожаров // Пожарная безопасность. - 2022. - № 4. - С. 115-121.
7. Глушенко В.В. Организация управления силами и средствами при тушении крупных пожаров. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. - 256 с.

КОСТЫЛЕВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ, кандидат юридических наук, доцент, старший преподаватель кафедры деятельности органов внутренних дел в особых условиях

ПТИЦЫН ИГОРЬ ДМИТРИЕВИЧ, курсант, рядовой полиции

ЕРШОВ ДМИТРИЙ ВИКТОРОВИЧ, курсант, рядовой полиции

ЦУРКАНУ МАКСИМ ВАСИЛЬЕВИЧ, курсант, рядовой полиции

Московский орден Почета университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.Я. Кикотя

(e-mail: supportmosu@mvd.ru)

ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ В СИСТЕМУ ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК И ПГС С УЧАСТИЕМ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

В статье рассматриваются организационные и методические аспекты включения данных беспилотных воздушных систем в процесс тактико-специального планирования мероприятий по экологической безопасности объектов агропромышленного комплекса и промышленно-гражданского строительства. На основе анализа практики 2023-2025 гг. выявлены проблемы использования дистанционного мониторинга и предложен механизм их системной интеграции в управленческий контур с учетом участия органов внутренних дел. Обоснована необходимость перехода от реактивной модели экологического реагирования к превентивной.

Ключевые слова: экологическая безопасность, АПК, ПГС, органы внутренних дел, беспилотные воздушные системы, дистанционный мониторинг, тактико-специальное планирование, управление рисками.

Проблематика экологической безопасности объектов агропромышленного комплекса и промышленно-гражданского строительства в последние годы при-

обретает устойчиво прикладной характер и затрагивает не только хозяйствующие субъекты, но и органы публичной власти, включая органы внутренних дел. В условиях чрезвычайных ситуаций именно межведомственная координация определяет эффективность предупреждения и минимизации экологического ущерба.

Речь идет не только о соблюдении природоохранных нормативов, но и о способности организаций и государственных структур прогнозировать и предотвращать негативные последствия хозяйственной деятельности. Масштабные хранилища удобрений, животноводческие комплексы, склады сельскохозяйственной продукции, строительные площадки с большим объемом инертных материалов формируют потенциальные источники воздействия на почву, водные объекты и атмосферный воздух. При возникновении аварийной ситуации к ликвидации последствий привлекаются различные ведомства, в том числе органы внутренних дел, обеспечивающие режим безопасности, ограничение доступа и поддержание общественного порядка.

Законодательная база Российской Федерации закрепляет приоритет предупреждения экологических нарушений. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» устанавливает обязанность хозяйствующих субъектов предотвращать негативное воздействие на окружающую среду [1]. Одновременно Федеральный закон № 68-ФЗ подчеркивает необходимость предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [3]. Таким образом, правовая логика выстраивается вокруг превентивности.

Анализ практики 2023-2025 гг. демонстрирует разрыв между нормативными установками и фактическими управленческими механизмами. В 2023 году в Белгородской области произошел разлив жидких отходов животноводческого комплекса, приведший к загрязнению прилегающих территорий. В 2024 году в Краснодарском крае зафиксировано локальное загрязнение почвы вследствие нарушения герметичности хранилища минеральных удобрений. В 2025 году в Центральном федеральном округе выброс продуктов горения при пожаре на складе сельхозпродукции оказал влияние на экологическое состояние близлежащей территории. Подобные инциденты отражались в официальных материалах МЧС России [4].

Объединяющим элементом указанных случаев является то, что выявление нарушения происходило уже после развития негативного процесса. Планирование мероприятий по экологической безопасности в большинстве организаций по-прежнему строится на основе регламентных проверок и отчетных показателей. Пространственная динамика изменений состояния территории, как правило, не анализируется системно. В результате органы внутренних дел привлекаются к обеспечению режима безопасности в условиях ограниченной информации о фактических границах зоны воздействия.

Современный уровень развития беспилотных воздушных систем позволяет получать объективную и оперативную информацию о состоянии объектов и прилегающих территорий. Тепловизионные и мультиспектральные датчики способны фиксировать перегрев оборудования, зоны переувлажнения, измене-

ния растительного покрова и признаки накопления отходов. В научной литературе отмечается, что дистанционные методы мониторинга существенно повышают эффективность выявления очагов потенциального загрязнения на ранней стадии [5, с. 118].

Несмотря на технологические возможности, данные БВС в большинстве случаев используются ситуативно - при уже возникших пожарах, разливах или авариях. Их включение в систему тактико-специального планирования мероприятий по экологической безопасности остается фрагментарным. Возникает управленческий вакуум, как бы информация существует, но не встроена в алгоритм принятия решений как хозяйствующих субъектов, так и органов внутренних дел, привлекаемых к обеспечению режима безопасности.

Дополнительную сложность представляет нормативное регулирование использования воздушного пространства, закрепленное Воздушным кодексом Российской Федерации [2]. Формально правовые основания для применения БВС имеются, однако отсутствует четко закрепленный порядок регулярного использования получаемых данных в системе межведомственного взаимодействия. Для органов внутренних дел это означает необходимость принимать решения о введении ограничительных мер без достаточной пространственной детализации.

Решение обозначенной проблемы целесообразно рассматривать через создание единой управленческой модели интеграции данных БВС в систему тактико-специального планирования. Результаты воздушного обследования должны получить статус обязательного источника информации при разработке планов мероприятий по экологической безопасности. Их включение в систему межведомственного взаимодействия позволит органам внутренних дел своевременно корректировать дислокацию нарядов, определять границы зон ограничения и обеспечивать защиту населения.

Формирование регулярного мониторингового цикла с учетом сезонной специфики и технологической нагрузки объекта обеспечивает сопоставимость данных во времени. Интеграция результатов аэроразведки с геоинформационными системами позволяет выявлять зоны повышенного риска и прогнозировать направления возможного распространения загрязнения. Полученные сведения становятся основанием для корректировки как хозяйственных решений, так и мер по обеспечению общественной безопасности.

Управленческие решения должны приниматься не постфактум, а на основе выявленных отклонений. Для органов внутренних дел это означает возможность своевременно вводить ограничительные меры, перераспределять силы и средства, минимизировать риски для личного состава и обеспечивать законность принимаемых решений.

Научная новизна предлагаемого подхода заключается в переосмыслении роли беспилотных воздушных систем как постоянного элемента информационно-обеспечения управленческого цикла. Интеграция мониторинга, анализа и планирования формирует замкнутый контур превентивного управления эколо-

гическими рисками с активным участием органов внутренних дел в рамках межведомственного взаимодействия.

Практическая реализация данной модели возможна в пилотном формате на крупных объектах АПК и ПГС с повышенной экологической нагрузкой. Последующая оценка эффективности позволит уточнить регламенты применения БВС и определить оптимальную периодичность обследований.

Таким образом, переход к системной интеграции данных беспилотных воздушных систем в процесс тактико-специального планирования мероприятий по экологической безопасности позволяет существенно повысить устойчивость функционирования объектов и обеспечить обоснованность решений органов внутренних дел в экологически осложненной обстановке. Предложенная модель ориентирована на предупреждение негативных последствий и развитие межведомственного взаимодействия, соответствуя требованиям природоохранного законодательства и современным принципам управления рисками.

Список литературы

1. Об охране окружающей среды: федеральный закон РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. 2025 г.).
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. 2025 г.).
3. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. 2025 г.).
4. Официальные материалы МЧС России о ликвидации экологических инцидентов 2023-2025 гг. - URL: <https://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 01.03.2026).
5. Кузнецов В.С., Лобанов И.П. Применение беспилотных летательных аппаратов при экологическом мониторинге // Пожарная безопасность. - 2022. - № 4. - С. 115-121.
6. Глуценко В.В. Организация управления силами и средствами при ликвидации чрезвычайных ситуаций. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. - 256 с.

КОСТЫЛЕВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ, кандидат юридических наук, доцент, старший преподаватель кафедры деятельности органов внутренних дел в особых условиях

УКОЛОВ ФИЛИПП РУСЛАНОВИЧ, курсант, рядовой полиции

ПТАХИН АРСЕНИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, курсант, рядовой полиции

ТРОШИН ПАВЕЛ ЮРЬЕВИЧ, курсант, рядовой полиции

Московский ордена Почета университет Министерства внутренних дел

Российской Федерации имени В.Я. Кикотя

(e-mail: supportmosu@mvd.ru)

ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ

В статье рассматриваются особенности тактико-специального планирования деятельности органов внутренних дел при обеспечении экологической безопасности объектов агропромышленного комплекса в условиях чрезвычайных ситуаций. На основе анализа практики 2023-2025 гг. обосновывается необходимость интеграции беспилотных воздушных систем в контур планирования и реагирования. Предлагается концептуальная модель информационного обеспечения решений ОВД в экологически осложненной обстановке.

Ключевые слова: органы внутренних дел, экологическая безопасность, чрезвычайная ситуация, АПК, тактико-специальное планирование, беспилотные воздушные системы.

В августе 2024 года в Пензенской области произошло возгорание на территории крупного агропромышленного комплекса по хранению комбикормов. Пожар сопровождался плотным задымлением и распространением продуктов горения за пределы производственной площадки. По информации регионального управления МЧС России, возникла необходимость ограничения движения на прилегающей автодороге и выставления постов полиции для недопущения граждан в опасную зону [4]. Уже в первые часы ликвидации стало очевидно, что точные границы зоны воздействия определить затруднительно: направление распространения дыма менялось в зависимости от погодных условий, а плотность задымления не позволяла визуально оценить глубину загрязнения.

Схожая по характеру ситуация имела место в 2025 году в Самарской области, где в результате аварии на навозохранилище произошло подтопление и загрязнение прилегающего земельного участка. Органы внутренних дел обеспечивали охрану территории, регулировали доступ к зоне происшествия и претовращали несанкционированное проникновение граждан и представителей СМИ. Вместе с тем первоначальная оценка масштаба загрязнения осуществлялась на основании визуального осмотра и данных администрации объекта, что не позво-

ляло своевременно определить возможные направления распространения загрязняющих веществ.

Указанные примеры демонстрируют, что экологическая составляющая чрезвычайных ситуаций на объектах АПК существенно усложняет деятельность органов внутренних дел. Их задачи включают не только охрану общественного порядка, но и участие в ограничении негативного воздействия на население, обеспечение режима безопасности, содействие эвакуации и поддержание устойчивости функционирования территории.

Правовые основания деятельности закреплены в Федеральном законе № 68-ФЗ [1], а также в законодательстве об охране окружающей среды [2]. Однако нормативные положения определяют общие принципы и полномочия, не конкретизируя механизмы информационного обеспечения принимаемых решений. На практике тактико-специальное планирование часто носит шаблонный характер и ориентировано на типовые сценарии, без учета пространственной специфики конкретных объектов АПК.

Особенность агропромышленных объектов заключается в их значительной площади, открытых складских зонах, наличии технологических площадок и коммуникаций. В условиях чрезвычайной ситуации это создает сложную конфигурацию зоны риска, которая динамически изменяется. При отсутствии достоверных данных решения о перекрытии дорог, размещении постов полиции и маршрутах эвакуации принимаются с определенной долей неопределенности.

Именно в этой точке возникает необходимость системного применения беспилотных воздушных систем. БВС позволяют получать панорамные изображения территории, фиксировать очаги возгорания, определять направление распространения дыма, а при наличии специализированных датчиков - выявлять участки возможного загрязнения. В научных исследованиях подчеркивается, что использование беспилотных летательных аппаратов значительно повышает качество мониторинга чрезвычайных ситуаций и сокращает временные издержки управленческого цикла [5, с. 116].

Тем не менее анализ правоприменительной практики показывает, что беспилотные системы чаще задействуются подразделениями МЧС, тогда как органы внутренних дел используют полученную информацию опосредованно. Отсутствует единый алгоритм включения данных аэроразведки в процесс тактико-специального планирования ОВД.

Представляется целесообразным рассматривать интеграцию БВС как часть модернизации управленческой модели деятельности органов внутренних дел. Речь идет о переходе от статических планов к адаптивной системе, основанной на актуализируемых пространственных данных.

В практическом аспекте это предполагает предварительное формирование цифровых профилей потенциально опасных объектов АПК. Совместно с администрацией предприятий и подразделениями МЧС могут проводиться плановые воздушные обследования, результаты которых включаются в тактико-специальные планы ОВД. Такие материалы содержат сведения о расположении

складов, технологических зон, подъездных путей, возможных маршрутах эвакуации и участках повышенного риска.

В условиях реальной чрезвычайной ситуации беспилотная система используется для уточнения текущей обстановки. Сопоставление полученных данных с заранее подготовленной цифровой моделью позволяет оперативно корректировать расстановку нарядов полиции, определять границы ограничения доступа и предотвращать скопление граждан в потенциально опасных зонах.

Не менее важным является постинцидентный анализ. Материалы аэроразведки дают возможность оценить адекватность принятых решений, выявить недостатки в организации взаимодействия и скорректировать планы реагирования. Таким образом формируется замкнутый цикл: подготовка - реагирование - анализ - корректировка.

Отдельного внимания заслуживает вопрос подготовки кадров. Практика ликвидации чрезвычайных ситуаций показывает, что сотрудники органов внутренних дел нередко сталкиваются с необходимостью оценки обстановки на основании визуальных данных и информации, поступающей из различных источников. Работа с материалами разведки воздушного пространства требует умения сопоставлять тепловизионные изображения с планами объекта, определять фактические границы опасной зоны и учитывать возможную динамику распространения огня или задымления. В этой связи целесообразно предусмотреть в программах тактико-специальной подготовки отдельные занятия, направленные на формирование навыков анализа данных БВС в реальных сценариях чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, интеграция беспилотных воздушных систем в процесс тактико-специального планирования деятельности органов внутренних дел при чрезвычайных ситуациях на объектах АПК представляет собой логичный этап развития системы обеспечения экологической безопасности. Использование актуальных пространственных данных позволяет повысить обоснованность управленческих решений, сократить время реагирования и минимизировать риски для населения и личного состава.

В условиях цифровизации государственного управления подобная трансформация становится не просто инновацией, а необходимым условием повышения эффективности деятельности органов внутренних дел в сфере экологической безопасности.

Список литературы

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. 2025 г.).
2. Об охране окружающей среды: федеральный закон РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. 2025 г.).
3. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. 2025 г.).
4. Официальные материалы МЧС России о ликвидации пожара на объекте АПК в Пензенской области (2024 г.) и аварии на навозохранилище в Самарской области (2025 г.). - URL: <https://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 03.03.2026).
5. Кузнецов В.С., Лобанов И.П. Применение беспилотных летательных аппаратов при мониторинге чрезвычайных ситуаций // Пожарная безопасность. - 2022. - № 4. - С. 115-121.

6. Глушенко В.В. Организация управления силами и средствами при ликвидации чрезвычайных ситуаций. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. - 256 с.

7. Акимов В.А., Воробьев Ю.Л. Безопасность жизнедеятельности и защита в чрезвычайных ситуациях. - М.: Академия, 2021. - 384 с.

КРАВЦОВА ЕВГЕНИЯ ВЛАДИМИРОВНА, к.т.н., доцент
ГАРНИЦКАЯ АННА СЕРГЕЕВНА, аспирант
НЕКИПЕЛОВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ, аспирант
 Гатчинский государственный университет, г. Гатчина, Россия
 (gva2003@mail.ru)

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В данной статье рассматриваются возможности очистки сточных вод в открытых отстойниках с большими площадями открытых рабочих поверхностей для повторного использования в производственных циклах предприятий сбрасывающих отработанные технологические воды со значительным количеством жиросодержащих жидких включений.

Ключевые слова: сточные воды, повторное использование, жиросодержащие отходы.

Рассматриваемый вариант комплектации устройства относится к оборудованию замкнутых водооборотных систем используемых на предприятиях размещенных в районах с ограниченными водными ресурсами. Такое оборудование, позволяет одновременно решать проблемы водообеспечения и охраны окружающей среды, например, для объектов пищевой промышленности, при разделении отработанных жидкостей по плотности при повышении концентрации жиросодержащих эмульсий.

Основной задачей, для решения которой предлагается описываемое устройство для очистки сточных вод является повышение эффективности разделения промышленных стоков с жиросодержащими эмульсиями за счет более полного использования свойств используемой для сборки жировых включений упругой пористой ленты и обеспечение устойчивой работы оборудования на открытых поверхностях водоотстойников [1-3].

Для решения такой задачи устройство для очистки сточных вод, выполнено в виде корпуса из соединенных между собой стоек, в котором размещены отжимные и транспортирующие валки, из которых транспортирующие валки выполнены обогреваемыми, а отжимные полыми и перфорированными. Для реализации предусмотренного сбора включений верхняя группа валков размещена выше поверхности очищаемых сточных вод, а нижняя группа установлена с частичным погружением в очищаемые сточные воды в точке касания транспортирующих и отжимных валков с сжимаемой упругой пористой лентой. При этом транспортирующие валки нижней группы шарнирно, закреплены на ниж-

ней стойке, выполненной в виде стержня, размещенного параллельно уровню очищаемых сточных вод, на равном расстоянии от вертикальной стойки. Каждый из них опирается так же как и в верхней группе валков на отжимные валки, а сами отжимные и транспортирующие валки верхней группы установлены на вертикальной стойке. Обязательным условием является отсутствие касания транспортирующих валков с поверхностью очищаемых сточных вод, при этом внутри них должны быть размещены наклонные сточные желоба [4-6].

Основная идея предлагаемого оборудования состоит в том, что транспортирующие валки нижней группы, размещенные на равном расстоянии от вертикальной стойки, позволяющие за счет своей плавучести обеспечить устойчивую автономную работу устройства на любом участке водоотстойных хранилищ с достаточно большими площадями поверхностей. Шарнирное закрепление их на нижней стойке, выполненной в виде стержня, который размещен параллельно уровню собираемой жировой эмульсии обеспечивает возможность контакта валков для сжатия упругой пористой ленты непосредственно

на участке входа ее в разделяемую жидкость. Выполнение обеих пар валков нижней группы, как отжимных так и транспортирующих закрепленных на вертикальной стойке по линии контакта поверхности сточных вод позволяет более эффективно использовать упругие свойства пористого материала собирая большее количество жировых или масляных включений, выдавливая находящиеся в ткани пузырьки воздуха через перфорацию отжимных валков.

Это повышенное количество загрязнений в верхней группе валков беспрепятственно удаляется через размещенные внутри полых перфорированных отжимных валков верхней группы установленные в них наклонные сточные желоба.

На рисунке показан вертикальный разрез устройства. Оно содержит полые перфорированные отжимные валки 1 нижней группы и обогреваемые транспортирующие валки 2 нижней группы, установленные соприкасающимися между собой по линии касания с поверхностью очищаемых сточных вод и упругой пористой лентой 3. При этом валки 2 установлены шарнирно на стержне перпендикулярном стойке 6 корпуса на которой неподвижно закреплены обогреваемые транспортирующие валки 5 верхней группы, опирающиеся на полые перфорированные отжимные валки 7 верхней группы, которые снабжены сливными желобами 4.

Приходя, по мере перемещения, в соприкосновение с подпружиненными обогреваемым транспортирующим валком 5 и отжимным перфорированным валком 7 пористая лента 3 деформируется, освобождая поры от собранной с поверхности сточных вод жиросодержащей фракции, которая стекает по желобу 4. Далее процесс повторяется на симметричной правой стороне устройства с удалением очередной дозы загрязняющих веществ по аналогичному желобу 4 верхней группы обогреваемого транспортирующего валка 5 и отжимного перфорированного валка 7.

Двойной цикл периодического сжатия пористой ленты 3 способствует более полному выходу пузырьков воздуха из структуры ленты, а симметричное раз-

мещение транспортирующих валков 2 расширяет технологические возможности устройства, позволяя ему автономно работать в условиях больших площадей поверхностей водоотстойников не опасаясь его переворачивания при воздействии, например, ветровой нагрузки.

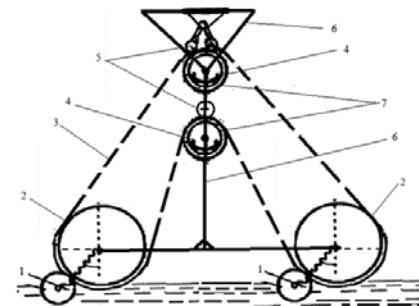


Рисунок – Принципиальная схема устройства для очистки сточных вод

Список литературы

1. А.с. СССР №552212, МПК В29G 7/00, Алексеев Г.В. Устройство для пропитки рулонных материалов, БИ, №12, 1977
2. Управление инновациями для повышения конкурентоспособности компании Чумаков В.Н., Моштаков А.А., Тестина Я.С., Гарницкая А.С., Алексеев Г.В. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025688991, 23.10.2025. Заявка № 2025688113 от 14.10.2025.
3. Патент РФ №2239485, МПК В01D 17/00, Алексеев Г.В. Устройство для разделения жидкостей, 10.11.2004
4. Совершенствования процесса дозирования неньютоновских сред для кондитерских производств. Савельев А.П., Гарницкая А.С., Алексеев Г.В. В сборнике: Молодежь и XXI век - 2025. сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2025. С. 25-28.
5. Алексеев Г.В. Устройство для разделения содержащих эмульсий по патенту РФ на полезную модель №142481, МПК В01D 17/00, опубл. 27.06.2014, БИ №18
6. Некоторые направления повышения эффективности технологического оборудования для переработки пищевого сырья Алексеев Г.В., Головацкий Г.А., Краснов И.В. Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 52.

УДК 627.8

МИТРОФАНОВА ДАРЬЯ МИХАЙЛОВНА, студент

Научный руководитель –

ГЛАЗУНОВА ИРИНА ВИКТОРОВНА, к.т.н., доцент

dvtm678999@mail.ru, ivglazunova@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДООХРАННОЙ ЗОНЫ
МАЛОЙ РЕКИ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ**

В статье автор рассматривает современное состояние водоохранной зоны малой реки Жабенка. С помощью визуального обследования делается характеристика состояния прибрежной территории реки: эрозия береговой линии, цветение воды, наличие аварийного древостоя. Поводится анализ состояния существующих берегоукрепительных сооружений и текущих мероприятий по содержанию территории. Делается вывод о необходимости разработки водоохранных мероприятий для данного участка реки.

Ключевые слова: малые реки, водоохранная зона, антропогенная нагрузка, эрозия берегов, рекреационная деградация

Малые реки выполняют важнейшие средообразующие функции, однако их экосистемы отличаются низкой устойчивостью к внешним воздействиям. Малая река, протекающая в условиях сложившейся застройки, может выступать индикатором экологического благополучия прилегающих территорий [1,2,3]. С целью оценки современного состояния водного объекта и разработки рекомендаций по его оздоровлению было проведено визуальное обследование. В ходе мониторинга основное внимание уделялось состоянию береговой линии, а также процессам, влияющим на качество воды и санитарный режим водотока [4,5]. Результаты обследования, представленные в данной работе, выявили некоторые нарушения, требующие разработки комплекса водоохранных мероприятий. Проведенное визуальное обследование позволило выявить ряд нарушений и проблемных зон.

1. Состояние береговой линии и инженерных сооружений.

На ряде участков, наблюдается активная эрозия берегов. Существующие берегоукрепительные сооружения, на многих отрезках находятся в неудовлетворительном состоянии: отмечаются разрушения, проседания и недостаточная высота креплений.

2. Скопления органического детрита и цветение воды

Основное влияние на гидрологический и санитарный режим стока в настоящее время оказывают скопления органического детрита (полностью или частично разложившиеся стволы деревьев, ветви и водная растительность). Их активное разложение является доминирующим фактором, формирующим специфический запах в прибрежной зоне, что свидетельствует о протекании анаэроб-

ных процессов с выделением летучих соединений. Дополнительным фактором риска является наличие аварийного древостоя. Падение крупных деревьев в русло или на склоны не только засоряет реку, но и провоцирует новые участки размыва, изменяя направление потока.

Для стабилизации и улучшения экологической ситуации можно рекомендовать следующие водоохранные мероприятия:

Инвентаризация и техническая реабилитация:

-Проведение оценки состояния всех берегоукрепительных сооружений. Благоустройство эрозионно-опасных склонов методами биологической мелиорации [3,4].

Управление древостоем:

-Проведение оценки состояния деревьев в непосредственной близости от уреза воды с целью удаления аварийных экземпляров.

Удаление избыточной биомассы:

-Проведение работ по механической очистке русла от древесного детрита (топляка) и укос водной растительности в меженный период для снижения внутренней биогенной нагрузки [5].

Экореабилитация (дноуглубление):

-Очистка донных отложений, являющихся основным резервуаром накопленных загрязняющих веществ и питательных солей, провоцирующих цветение.



а) Неудовлетворительное состояние коллектора реки Жабенка. б) Цветение реки и высокая степень зарастания береговой линии. в) Эрозия береговой линии. г) Падение крупных деревьев в русло реки и деградация берегоукрепительных сооружений.

Проведенное обследование реки Жабенки подтверждает тенденцию деградации малых водотоков в условиях урбанизации. Выявлен комплекс проблем: эрозия берегов, неудовлетворительное состояние берегоукрепительных сооружений и критическое накопление органического детрита. Последний является основным фактором вторичного загрязнения и развития анаэробных процессов. Установленные факторы обуславливают необходимость реализации комплексных мероприятий по стабилизации экологической ситуации: реабилитации берегов, расчистки русла и удаления донных отложений. Реализация данных мер направлена на снижение антропогенной нагрузки и сохранение реки как элемента природного каркаса территории.

Список литературы

1. Мухаммадиев Мурадулла Мухаммадиевич, Насрулин Айдар Булатович Использование методики гидроэкологического мониторинга при анализе гидроэнергетических и ирригационных сооружений Узбекистана // Экология и строительство. 2017. №3.
2. Наумова Т. В. Проблема заиления водохранилищ гидроузлов ирригационного назначения и обеспечение их безопасности / Т. В. Наумова // Мелиорация и окружающая среда : Юбилейный сборник научных трудов. В 2 томах / Российская академия сельскохозяйственных наук, Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства, Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова; Главный редактор: Б.М. Кизяев. Том 2. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2004. – С. 124-128. – EDN LVSGCF.
3. Карпенко, Н. П. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности природоохранных мероприятий / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 102-108. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-4-102-108. – EDN YXWIGK.
4. Глазунова, И. В. Устойчивое развитие и научная обоснованность интегрированного использования водных ресурсов на основе европейского опыта / И. В. Глазунова, Н. П. Карпенко // Вестник Научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. – 2019. – № 14. – С. 17-26. – EDN TULJIG.
5. Гидромелиорация земель и водное хозяйство / Х. А. Абдулмажидов, Н. А. Александров, М. С. Али [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 358 с. – ISBN 978-5-6049409-4-5. – EDN HNSMXI.

ПЕТРЕНКО АННА ПЕТРОВНА, аспирант, ст. преподаватель
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец, Россия
(e-mail: evty98@mail.ru)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АГРОХИМИКАТОВ И ПЕСТИЦИДОВ

Современное сельское хозяйство, стремясь к максимальной урожайности, активно использует агрохимикаты и пестициды, которые стали неотъемлемой частью продовольственного производства. Эти вещества, призванные бороться с вредителями, болезнями и сорняками, а также повышать плодородие почв, несут в себе значительные экологические риски. Данная статья рассматривает различия между агрохимикатами и пестицидами, подробно описывает их негативное воздействие на почву, водные ресурсы, воздух, биоразнообразие и здоровье человека, а также подчеркивает необходимость постоянного экологического мониторинга и оценки рисков для обеспечения устойчивого будущего.

Ключевые слова: агрохимикаты, пестициды, экологические риски, загрязнение, экологический мониторинг, оценка рисков, сельское хозяйство.

Современное сельское хозяйство активно использует агрохимикаты и пестициды, так как его главной задачей является достижение максимальной урожайности. Эти вещества стали неотъемлемой частью продовольственного производства, помогая бороться с вредителями, болезнями растений и сорняками, а также повышая плодородие почв. Однако, за кажущейся пользой скрывается целый спектр экологических рисков, которые должны постоянно отслеживаться и оцениваться, чтобы обеспечить устойчивое будущее для планеты.

Если говорить конкретно что такое агрохимикаты и пестициды, то важно указать, чем они различаются. Агрохимикаты – это широкий спектр веществ, используемых для улучшения роста растений и повышения урожайности. Сюда входят удобрения, регуляторы роста, стимуляторы и другие добавки. В то время пестициды – это более специфическая группа химических веществ, предназначенных для уничтожения или контроля вредных организмов. Основная проблема заключается в том, что эти вещества, будучи эффективными против целевых организмов, могут оказывать негативное воздействие на нецелевые виды и экосистемы в целом. Их применение не ограничивается полями, они могут распространяться далеко за их пределы, попадая в почву, воду и воздух.

Стоит обозначить экологические риски, которые связаны с применением агрохимикатов и пестицидов. И первое, что страдает это конечно почва и воды. Вещества накапливаются в почве, так как многие из них имеют медленный период разложения. Это может привести к снижению ее плодородия, изменению микрофлоры и фауны, а также к попаданию вредных веществ в грунтовые воды. Также, смываемые дождем или поливом, химикаты попадают в реки, озера, мо-

ря, что приводит к эвтрофикации, гибели водных организмов, нарушению пищевых цепей и ухудшению качества питьевой воды. [2]

От химии также происходит загрязнение воздуха. Это происходит из-за способа внесения, так как одним из самых распространенным является распыление. При нем часть пестицидов может уноситься ветром на значительные расстояния, загрязняя воздух и попадая на соседние территории, в том числе жилые зоны. Помимо способа внесения, загрязнение происходит из-за выделения газов. Особенно это распространено среди азотных удобрений. Они выделяют в атмосферу парниковые газы, такие как закись азота, способствуя изменению климата.

Другая опасность, которую представляют агрохимикаты и пестициды является угроза биоразнообразию. В первую очередь могут пострадать полезные насекомые, так как вещества не всегда избирательны. Они могут уничтожить не только вредителей, но и полезных насекомых, таких как пчел и шмелей, которые являются главными опылителями многих культур. Это ставит под угрозу не только урожайность, но и существование целых экосистем.

Помимо насекомых, химикаты могут навредить птицам и животным. Они могут погибнуть, если будут питаться отравленными семенами или насекомыми, пить из расположенных вблизи водоемов. [1]

Постоянное применение одних и тех же пестицидов приводит к тому, что вредители вырабатывают устойчивость к ним. Это требует увеличение дозировок или перехода к более токсичным веществам, создавая замкнутый круг.

Человек также страдает от таких загрязнений. Несмотря на нормы и правила, остатки пестицидов могут присутствовать в сельскохозяйственной продукции, попадая в наш организм с пищей. Опасности подвергаются и работники, которые непосредственно контактируют с агрохимикатами и пестицидами, подвергаются повышенному риску отравлений и хронических заболеваний. [3]

Для того, чтобы уменьшить нагрузку на окружающую среду, сохранить здоровье населения, необходимо проводить экологический мониторинг и по его итогу оценку экологических рисков. Она является сложной, но важный процесс, который включает в себя несколько пунктов:

1) Идентификация опасностей. Определение потенциальных негативных последствий применения конкретных агрохимикатов и пестицидов для различных компонентов окружающей среды и живых организмов. Это включает изучение их токсичности, стойкости, способности к биоаккумуляции и путей миграции.

2) Оценку экспозиции. Анализ того, как и в каких количествах организмы (включая человека) и экосистемы подвергаются воздействию этих веществ и других факторов.

3) Характеристика риска. Сопоставление информации об опасностях и экспозиции для определения вероятности возникновения негативных последствий и их масштаба. Это позволяет ранжировать риски и определить приоритеты для принятия мер по их снижению.

4) Разработка мер по снижению рисков. На основе оценки рисков разрабатываются стратегии и конкретные мероприятия, направленные на минимизацию негативного воздействия. [4]

Благодаря оценке экологических рисков были разработаны пути снижения экологических рисков, которые включают:

1) Переход к интегрированным системам защиты растений. Этот подход сочетает в себе различные методы борьбы с вредителями и болезнями, включая биологические, агрохимические и химические. Химические пестициды используются только в крайних случаях и в минимально необходимых дозах.

2) Использование биопестицидов. Эти препараты основаны на природных компонентах, таких как бактерии, грибы, вирусы или растительные экстракты, и обладают более избирательным действием, оказывая меньшее негативное влияние на нецелевые организмы.

3) Разработка и применение более безопасных агрохимикатов. Научные исследования направлены на создание веществ с меньшей токсичностью, более быстрым разложением и меньшей способностью к накоплению в окружающей среде.

4) Точное земледелие. Использование современных технологий, таких как GPS-навигация, датчики и дроны, позволяет применять агрохимикаты только там, где это действительно необходимо, и в оптимальных количествах, снижая общую нагрузку на окружающую среду.

5) Соблюдение норм и правил применения. Строгое следование инструкциям по дозировке, срокам внесения и мерам предосторожности при работе с агрохимикатами и пестицидами является критически важным.

6) Мониторинг окружающей среды. Регулярный контроль за содержанием агрохимикатов и пестицидов в почве, воде и воздухе позволяет своевременно выявлять проблемы и корректировать применяемые меры.

7) Экологическое просвещение. Повышение осведомленности фермеров, потребителей и общественности о рисках, связанных с применением агрохимикатов, способствует формированию более ответственного подхода к сельскому хозяйству. [5]

Агрохимикаты и пестициды играют значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности человечества. Однако, игнорировать их экологические риски – значит ставить под угрозу здоровье нашей планеты и будущих поколений. Комплексная оценка этих рисков и активное внедрение устойчивых практик в сельском хозяйстве является не просто желательной мерой, а жизненной необходимостью. Только так человечество сможет найти баланс между его потребностями и сохранением хрупкой гармонии природы.

Список литературы

1. Коробова, А. А. Оценка экологических рисков применения в практике сельского хозяйства системных фунгицидов группы азолов / А. А. Коробова // Студент - Исследователь - Учитель : Тезисы докладов 27-й межвузовской студенческой научной конференции, Санкт-Петербург, 07–18 апреля 2025 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2025. – С. 52-53.

2. Мартынюк, О. В. Изучение микробиологической активности почвы при воздействии пестицидов / О. В. Мартынюк, А. Н. Рожкова // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых : сборник материалов научно-практических конференций, Владимир, 17 марта – 04 2025 года. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2025. – С. 1304-1308.

3. Нежметдинова, Ф. Т. Биоэтическая экспертиза последствий и рисков современных технологий в АПК / Ф. Т. Нежметдинова, А. Тайоши, Р. Сальвадор // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы : Труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 410-415.

4. Проблемы загрязнения объектов окружающей среды тяжелыми металлами : труды международной конференции, Тула, 28–30 сентября 2022 года. – Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2022. – 345 с.

5. Садыгзаде, У. А. Исследование антропогенных химических источников опасности для здоровья населения / У. А. Садыгзаде // Актуальные вопросы медико-биологической и экологической защиты : сборник трудов (секция № 2) XXXV Международной научно-практической конференции, Химки, 26 февраля 2025 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2025. – С. 66-70.

ПЕТУХОВ ЕГОР АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
ТЕМАСОВА ГАЛИНА НИКОЛАЕВНА, д.т.н., доцент
 Российский государственный аграрный университет-
 МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
 (temasova@rgau-msha.ru)

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ РЕМОНТНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК, КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССОВ

В данной статье рассматриваются современные экологические мероприятия, направленные на снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду, применяемые на ремонтных предприятиях АПК.

Ключевые слова: экология, ремонтные предприятия, агропромышленный комплекс, загрязнение окружающей среды.

В структуре агропромышленного комплекса ремонтные предприятия выполняют ключевую функцию по обеспечению работоспособности машинно-тракторного парка [1-6]. Однако в процессе ремонта и восстановления образуются различные загрязняющие вещества, которые оказывают техногенное воздействие на компоненты природной среды. В условиях усиления антропогенной нагрузки и ужесточения природоохранного законодательства, минимизация сбросов загрязняющих веществ с территорий ремонтных предприятий приобретает приоритетный характер экологической и хозяйственной задачи.

Технологический процесс очистки агрегатов на предприятии невозможен без использования струйной мойки и выварочных ванн, что в свою очередь, сопровождается повышением показателя влажности в помещении [7-10]. Помимо этого, перед проведением моечных работ производится слив масел из картеров двигателей в специальную емкость, что также сопровождается загрязнением окружающей среды из-за не полного его стекания.

Ввиду значительной токсичности, а также потенциальной горючести и взрывоопасности щелочных и кислотных растворов, растворителей, эмульсий, в настоящее время наблюдается тенденция к их замещению более безопасными альтернативами в области моющих средств.

Сбрасывать отработанный раствор в общегородскую канализационную систему – недопустимо, поскольку это может нарушить естественные процессы биоразложения органических веществ. В связи с этим, на ряде производственных объектов применяется практика сбора данного раствора в специальные накопительные емкости, которые затем накрываются плитами, формирующими напольное покрытие цеха. Испаряющиеся с поверхности раствора летучие компоненты проникают через зазоры в напольном покрытии в рабочую зону, представляя угрозу для органов дыхания персонала, выполняющего моечные работы.

В процессе забора отработанного моечного раствора из специальной накопительной емкости, цех загрязняется. Для предотвращения данного явления необходимо обеспечить их герметичность, а также вынести заборный сток за пределы ремонтного предприятия.



Рисунок 1 – Схема процесса мойки агрегатов и восстановления моющего раствора

По завершению процесса промывки двигателя, рабочая жидкость направляется в многосекционную ванну, оснащенную сетчатыми фильтрами. В каждом из этих отсеков предусмотрены индивидуальные поддоны для сбора образующегося осадка.

Повышение концентрации загрязнений в мощном растворе снижает его эффективность, вызывая засоры в душевых системах моечных машин. Это, в свою очередь, уменьшает подачу раствора к поверхностям и ухудшает качество очистки. Следовательно, критически важно усовершенствовать методы восстановления моющих жидкостей (Рисунок 1).

В настоящее время моющие растворы восстанавливают естественным отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием, коагуляцией.

Таким образом, экологические мероприятия на ремонтных предприятиях АПК представляют собой неотъемлемый элемент производственной инфраструктуры, обеспечивающий снижение техногенной нагрузки на окружающую среду. Комплексный подход, сочетающий инженерные методы очистки, ресурсосберегающие технологии и соблюдение нормативной базы, является необходимым условием для сохранения окружающей среды и устойчивого развития агропромышленного сектора в целом.

Список литературы

1. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 32-38. – DOI 10.24412/1993-8780-2021-2-32-38. – EDN GPREFD.
2. Теория и практика оценки рисков процессов контроля на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба, О. А. Леонов [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 11. – С. 29-30. – DOI 10.47336/0131-7393-2021-11-29-30-32. – EDN ZANNKS.
3. Комаров, В. А. Исследование работоспособности зерноуборочных комбайнов в гарантийный период / В. А. Комаров, М. И. Курашкин // Инженерные технологии и системы. – 2021. – Т. 31, № 2. – С. 188-206. – DOI 10.15507/2658-4123.031.202102.188-206. – EDN MZGHJX.
4. Леонов, О. А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной техники / О. А. Леонов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2010. – № 2(41). – С. 106-109. – EDN NGFBHR.
5. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "ОнтоПринт", 2020. – 89 с. – ISBN 978-5-6042437-5-6. – DOI 10.37738/VNPIGIM.2020.43.25.001. – EDN YAVLTP.
6. Научные основы организации системы менеджмента качества на предприятиях ТС в АПК / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, В. В. Карпузов [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 176 с. – ISBN 978-5-907258-89-1. – EDN PPMQOQ.
7. Анализ способов очистки и мойки поверхностей деталей в процессе ремонта агрегатов автотракторной техники / И. В. Фадеев, Е. И. Степанова, В. П. Воронов, С. Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 183-192. – DOI 10.36508/RSATU.2022.54.2.022. – EDN IUZZQM.
8. Зависимость степени очистки поверхностей деталей агрегатов автотракторной техники от продолжительности мойки с активацией моющего раствора центрифугой / И. В. Фадеев, Е. И. Степанова, А. С. Казарин, В. П. Воронов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 130-138. – DOI 10.36508/RSATU.2022.90.53.015. – EDN TXCMPI.

9. Бутаков, С. В. Ремонт поверхности кузовных деталей сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации / С. В. Бутаков, В. А. Александров // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2020. – № 1(6). – С. 4-11. – EDN EZPAAW.

10. Очистка поверхностей деталей при их восстановлении / И. Н. Кравченко, А. Ф. Сливов, В. М. Корнеев, Ю. В. Катаев // Сельский механизатор. – 2019. – № 8. – С. 38-40. – EDN UTRAGQ.

САВЧУК ЯНА СЕРГЕЕВНА, студент
СМИРНОВ МАКСИМ МАКСИМОВИЧ, студент
ИЛЬЯШЕНКО АННА ВЛАДИМИРОВНА, студент

Научный руководитель –

БОЕВ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, к.э.н., доцент
Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск, Россия
(Savchukyana2004@gmail.com)

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЖИВОТНЫХ ПРОДУКТОВ

В статье рассматриваются современные методы и технологии очистки и утилизации отходов, образующихся на предприятиях по переработке животных продуктов. Анализируются экологические и технологические аспекты обращения с отходами, выделяются перспективные подходы к их переработке с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду и повышения экономической эффективности производства.

Ключевые слова: переработка животных продуктов, технология очистки, предприятия, переработка, методы, обработка отходов.

Переработка животных продуктов связана с образованием значительных объемов отходов, которые требуют своевременной и эффективной обработки. Неправильное обращение с отходами приводит к загрязнению окружающей среды, распространению болезней и увеличению экологического следа производства.

Современные требования к перерабатывающей промышленности подразумевают применение комплексных технологий для очистки и утилизации отходов, минимизацию вредных воздействий и получение дополнительных ресурсов – например, биогаза, удобрений или кормовых добавок. Дальнейшее развитие этой отрасли требует внедрения инновационных технологий и усовершенствования существующих методов обращения с отходами [1].

Отходы включают в себя: остатки мяса и кости, кровяные и жировые отходы, пищевые остатки и отбросы, кровь и внутренние органы при неудовлетворительном их использовании.

Химический состав и объемы отходов зависят от типа перерабатываемой продукции и технологического процесса. Эти отходы характеризуются высо-

ким биологическим и химическим потенциалом, что создает угрозу экологическим рискам.

Отходы мясной промышленности - ценное сырьё для кормопроизводства. Из них производят, например, кровяную, костную, рогакопытную и мясокостную муку, заменитель цельного молока, белковые добавки в корма.

Биологическая очистка и компостирование отходов животноводства позволяют превратить опасные источники загрязнения в ценное сырьё для получения удобрений, кормов и горючих материалов.

Компостирование - способ разложения и преобразования органических продуктов при помощи микроорганизмов [2]. Главная цель процесса - переработка отходов в удобрение и их обеззараживание. Технологии биологической очистки и компостирования: биогазовые установки (представляют собой комплекс по переработке навоза, помёта и навозной жижи); применение биоактиваторов (способствует снижению затрат на откачку и/или перемешивание навоза, сокращению сроков его обеззараживания и созревания в хранилищах, улучшению усвоения питательных веществ растениями); вермикомпостирование (заключается в переработке органических отходов при помощи дождевых червей).

Технология анаэробного сбраживания отходов животноводства позволяет получать биогаз — газообразный продукт, полученный в результате брожения органической биомассы без доступа кислорода. Для переработки подходят: навоз крупного рогатого скота, куриный помёт. Образование биогаза происходит при работе трёх разных видов бактерий: гидролизных, кислотообразующих и метанообразующих, каждая из которых питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих.

Биогаз, получаемый путём анаэробного сбраживания отходов животноводства, используют для: получения тепловой и электрической энергии; очистка до метана; остаточная жидкость после переработки отходов в биореакторе – эффлюент - используется как органическое удобрение, которое можно сразу внести на поля [3].

Микробиологическая ферментация позволяет использовать в качестве кормов малоценное растительное сырьё и отходы пищевых производств. В процессе ферментации разрушается клетчатка и другие полисахариды, наращивается микробный белок, перевариваемость которого намного выше, чем у других видов белков растительного происхождения. Преимущества технологии: экологическая чистота; обогащение корма; увеличение белковой составляющей; снижение себестоимости.

Термическая обработка и пиролиз - технологии, которые используются на производствах продуктов животного происхождения для переработки отходов. Они позволяют обезвреживать отходы, уменьшать их объём и массу, а также получать полезные продукты.

Термическая обработка (проварка) применяется для мясных, рыбных и молочных отходов. Технология: измельчение + проварка при 100°C не менее 2 часов (согласно ветеринарным правилам). Уничтожает патогены, сохраняя белок.

Получаемый продукт: влажные корма для свиней и птицы (срок использования — 12 часов после приготовления).

Пиролиз - процесс термического разложения органических отходов под действием высокой температуры (обычно 400–800°C) в бескислородной или кислорододефицитной среде. Основные выходные продукты: пиролизный газ (синтез-газ), пиролизное масло (жидкость) и твёрдый углеродсодержащий остаток (кокс, зола) [4].

Внедрение комплексных модульных систем на производствах продуктов питания животного происхождения, объединяющих несколько методов обработки, позволяет повысить эффективность утилизации и снизить затраты за счёт интеграции технологий анаэробного брожения и биопротекции, а также автоматизации процессов. Это связано с тем, что анаэробное брожение и биопротекция — перспективные направления в биотехнологии, которые позволяют перерабатывать органические отходы и формировать функциональные свойства продуктов. Анаэробное сбраживание - процесс биологического разложения органических веществ с выделением свободного метана под воздействием микроорганизмов в условиях отсутствия кислорода. Биопротекция - направление биотехнологии, которое позволяет формировать функциональные свойства продуктов питания - создавать продукты с антимуtagenными свойствами.

Концепция создания комплексных модульных систем предполагает, что методы анаэробного брожения и биопротекции интегрируются в систему производства. Задачи комплексных модульных систем -повысить эффективность утилизации отходов, рационально использовать энергетический потенциал отходов и формировать продукты с заданными свойствами.

Автоматизация технологических процессов на производствах продуктов питания животного происхождения позволяет: увеличить скорость операций; обеспечить стабильность качества; минимизировать влияние человеческого фактора; снизить потери сырья; собрать и проанализировать данные [5].

На производствах продуктов питания животного происхождения используются наноматериалы и ферменты с повышенной активностью, которые помогают улучшать процессы обработки сырья, улучшать качество продукции и интенсифицировать технологические процессы.

Перспективы использования наноматериалов — разработка новых функциональных компонентов, совершенствование качества продукции и повышение биодоступности питательных веществ и добавок.

Ферментные препараты применяют в производстве продуктов питания животного происхождения для улучшения консистенции мяса, ускорения технологических процессов и вовлечения в процесс нетрадиционного сырья.

Современные системы предусматривают полное замкнутое использование отходов — их переработку в энергию, удобрения и вторичные материалы внутри одного технологического комплекса [6].

Продукты питания животного происхождения оказывают существенное влияние на экологию — как в процессе производства, так и на этапе утилизации отходов. Эффективное управление отходами животноводства не только снижает

экологический ущерб, но и создаёт экономическую выгоду; снижение издержек; дополнительный доход; улучшение репутации; доступ к рынкам.

Динамика развития технологий очистки и утилизации отходов представлена на рисунке 1.

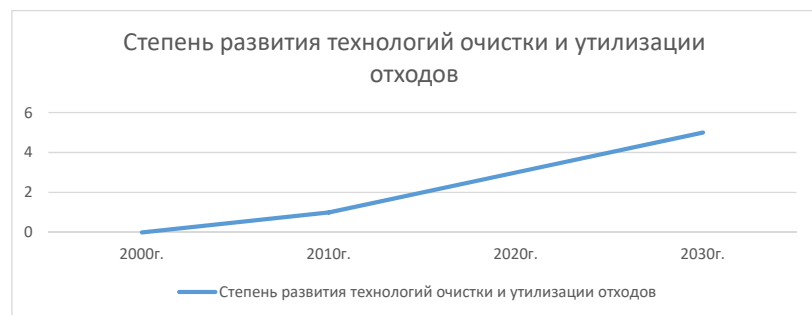


Рисунок 1 – Степень развития технологий очистки и утилизации отходов

Обеспечение экологически безопасных и эффективных технологий обработки отходов в перерабатывающих предприятиях животных продуктов – важнейший аспект современного развития отрасли. Перспективные направления включают развитие анаэробных технологий, ферментации, использования нанотехнологий и интеграции систем циркулярной экономики. Внедрение таких решений способствует не только снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и возможности получения дополнительных ресурсов и доходов, что важно для устойчивого развития отрасли.

Список литературы

1. Иванов А. И., Петров В. В. Современные технологии обращения с отходами животноводства // Вестник сельскохозяйственной науки, 2021.
2. Инновационный подход при разработке продуктов питания: монография / А. Г. Беляев, С. Г. Боев, О. В. Евдокимова [и др.]. - Курск: Университетская книга, 2024. - 203 с.: ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-00261-015-0: 500 экз.
3. Смирнова Е. А., Лебедев А. М. Биотехнологии в переработке отходов животноводства // Журнал «Пищевые технологии», 2022.
4. Васильев В. К., Бороздин А. Ю. Инновационные методы утилизации производственных отходов в агропромышленном комплексе. М.: Агрэкспорт, 2023.
5. Технический регламент по обращению с биологическими отходами. Федеральный закон №123-ФЗ, 2020.
6. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. (2023). Комплексные планы развития сельского хозяйства и животноводства в регионах. М.: Минсельхоз.

САДОВА ВЛАДЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА, магистрант

Научный руководитель –

ЖУКОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА, старший преподаватель

Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Vkamushkina22@mail.ru

ЗАЩИТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В АПК

Статья посвящена анализу факторов, угрожающих целостности и функциональности гидротехнических сооружений, а также разработка эффективных методов и технологий их защиты.

Ключевые слова: методы защиты, техногенных и природных воздействий, гидротехнические сооружения, мониторинг, экосистема.

Гидротехнические сооружения играют ключевую роль в обеспечении водоснабжения, регулировании водных ресурсов, предотвращении наводнений и поддержании экосистем. Они представляют собой сложные инженерные конструкции, которые подвержены различным воздействиям как природного, так и техногенного характера. В условиях современного мира, где урбанизация, индустриализация и изменения климата становятся все более актуальными, защита этих сооружений от негативных факторов приобретает особую значимость [1].

Техногенные воздействия на гидротехнические сооружения представляют собой одну из наиболее актуальных и сложных проблем в области проектирования, эксплуатации и защиты таких объектов. Гидротехнические сооружения, включая плотины, каналы, водохранилища и насосные станции, играют ключевую роль в обеспечении водоснабжения, орошении сельскохозяйственных угодий, производстве электроэнергии и регулировании водных ресурсов. Однако, с учетом стремительного развития технологий и увеличения антропогенной нагрузки на природные ресурсы, эти сооружения становятся уязвимыми к различным техногенным воздействиям, которые могут привести к их повреждению или даже разрушению.

Одним из основных факторов техногенного воздействия является строительство и эксплуатация промышленных объектов, расположенных вблизи гидротехнических сооружений. Это может включать в себя как крупные промышленные предприятия, так и мелкие производства, которые могут оказывать негативное влияние на окружающую среду. Например, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы, шум и вибрация от работы машин и оборудования, а также изменение гидрологического режима в результате откачки воды или сброса сточных вод могут существенно изменить условия эксплуатации гидротехнических сооружений. В результате этого могут возникать проблемы с

качеством воды, что в свою очередь может привести к ухудшению состояния водных экосистем и снижению их устойчивости.

Кроме того, необходимо учитывать влияние транспортной инфраструктуры, такой как дороги и железные дороги, на гидротехнические сооружения. Строительство и эксплуатация таких объектов могут привести к изменению гидрологических условий, увеличению нагрузки на грунты и, как следствие, к деформациям и повреждениям самих сооружений. Например, вибрация от проезжающих автомобилей или поездов может вызвать ослабление грунтовых оснований, что в свою очередь может привести к осадке или даже разрушению плотин и других сооружений. Также следует отметить, что увеличение транспортных потоков может привести к росту вероятности аварий и катастроф, таких как разливы нефтепродуктов или другие химические загрязнения, которые могут оказать серьезное воздействие на состояние водоемов и прилегающих территорий [2-4].

Не менее важным аспектом является воздействие на гидротехнические сооружения со стороны городской застройки. Увеличение плотности застройки и изменение ландшафта могут привести к изменению водного баланса территории, что, в свою очередь, может вызвать увеличение стока поверхностных вод и, как следствие, повысить риск затоплений. В условиях интенсивной застройки часто происходит ухудшение состояния дренажных систем, что также может способствовать увеличению нагрузки на гидротехнические сооружения.

Техногенные воздействия также могут проявляться в виде аварийных ситуаций, связанных с нарушением работы гидротехнических сооружений. Например, повреждение оборудования, связанного с насосами, системами управления и контроля, может привести к сбоям в работе всего комплекса. В таких случаях необходимо иметь четкие планы действий по ликвидации последствий аварий и восстановлению нормального функционирования гидротехнических сооружений. Важно также учитывать, что такие аварийные ситуации могут возникать не только в результате техногенных факторов, но и в результате природных явлений, таких как наводнения или землетрясения, что делает задачу защиты гидротехнических сооружений еще более сложной.

В условиях изменения климата, которое в значительной степени обусловлено человеческой деятельностью, необходимо учитывать и влияние глобальных климатических изменений на гидрологический режим. Изменения температуры, увеличение частоты и интенсивности осадков, а также колебания уровня воды в реках и водоемах могут оказать значительное влияние на эксплуатацию гидротехнических сооружений. Например, повышение уровня моря может привести к увеличению вероятности затоплений прибрежных районов, в то время как изменения в режиме осадков могут вызвать как засухи, так и наводнения, что также требует адаптации существующих гидротехнических сооружений к новым условиям [5].

Природные воздействия, с другой стороны, включают в себя широкий спектр факторов, таких как наводнения, землетрясения, ураганы, ледяные явления и другие стихийные бедствия. Эти факторы могут оказывать разрушительное

влияние на гидротехнические сооружения, вызывая их повреждение или даже полное разрушение. Например, сильные наводнения могут привести к переполнению водоемов и затоплению окружающей территории, что создаст угрозу для жизни людей и инфраструктуры. Землетрясения могут вызвать смещение грунтов, что может привести к трещинам в конструкции и ее разрушению. Ураганы могут создавать сильные ветровые нагрузки, которые также могут негативно сказаться на состоянии сооружений.

Методы защиты гидротехнических сооружений от техногенных воздействий включают в себя как профилактические меры, так и активные методы защиты. К профилактическим мерам можно отнести регулярные проверки состояния сооружений, мониторинг окружающей среды и внедрение современных технологий, позволяющих выявлять потенциальные угрозы на ранних стадиях. Активные методы защиты могут включать в себя использование специальных защитных покрытий, которые препятствуют коррозии и разрушению материалов, а также применение современных систем мониторинга, которые позволяют в реальном времени отслеживать изменения в состоянии сооружений.

Современные технологии и инновации в области защиты гидротехнических сооружений также играют важную роль в обеспечении их устойчивости. Разработка новых материалов, обладающих высокой прочностью и долговечностью, позволяет создавать конструкции, которые могут противостоять как техногенным, так и природным воздействиям. Внедрение технологий дистанционного зондирования и мониторинга позволяет оперативно получать информацию о состоянии сооружений и принимать меры по их защите. Использование компьютерного моделирования для прогнозирования поведения сооружений в различных условиях также стало важным инструментом в проектировании и эксплуатации гидротехнических объектов.

Таким образом, защита гидротехнических сооружений от техногенных и природных воздействий является многогранной задачей, требующей комплексного подхода. Необходимо учитывать не только текущие условия эксплуатации, но и прогнозировать потенциальные угрозы, а также разрабатывать и внедрять современные технологии, которые могут повысить уровень безопасности и надежности этих объектов. Важно также отметить, что эффективная защита гидротехнических сооружений требует взаимодействия различных специалистов, включая инженеров, экологов, геологов и других экспертов, что подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода к решению данной проблемы.

Список литературы

1. Жукова, Т.Ю. Инженерно-экологические аспекты строительства объектов природообустройства / Т.Ю. Жукова, А.М. Бакштанин // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства: Материалы III международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. – С. 172-173.

2. Атабиев, И. Ж. Влияние природных условий на развитие оползневых процессов / И. Ж. Атабиев, А. М. Бакштанин, Т. Ю. Жукова // Вестник Научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. – 2021. – № 21. – С. 42-46.

3. Садова, В.А. Экологические аспекты эксплуатации гидротехнических сооружений / В.А. Садова, Т. Ю. Жукова // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых: Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок, Курск, 01 декабря 2025 года. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 52-54.

4. Садова, В.А. Особенности проектирования и развития гидротехнических сооружений и зданий в АПК / В.А. Садова, Т.Ю. Жукова // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2025: Сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 13–14 ноября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 501-504.

5. Жукова, Т.Ю. Инновационные берегоукрепительные сооружения водных объектов / Т.Ю. Жукова // Молодые ученые в аграрной науке: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Луганск, 17–18 апреля 2024 года. – Луганск: Луганский государственный аграрный университет им. К.Е. Ворошилова, 2024. – С. 181-183.

ТУТОВ ОЛЕГ ЕВГЕНЬЕВИЧ, студент

МОРОЗОВА ВИКТОРИЯ ВИКТОРОВНА, к.п.н., доцент

Курский государственный аграрный университет, г. Курск, Россия

АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В АПК И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В статье рассматриваются актуальные экологические проблемы, возникающие в результате деятельности агропромышленного комплекса и сферы природообустройства. Анализируются основные источники загрязнения (почвы, воды, воздуха). Особое внимание уделено современным методам минимизации вреда и внедрению риск-ориентированных подходов для устойчивого развития отрасли.

Ключевые слова: экологическая безопасность, агропромышленный комплекс (АПК), антропогенное воздействие, утилизация отходов, мелиорация.

Современный агропромышленный комплекс оказывает многогранное воздействие на окружающую среду. Интенсификация сельскохозяйственного производства, направленная на обеспечение продовольственной безопасности, неизбежно сопровождается ростом техногенной нагрузки на экосистемы.

Основными источниками экологических проблем выступают: интенсивное земледелие [1], животноводческие комплексы, машинно-тракторный парк, мелиорация.

Наиболее масштабной проблемой является разрушение почвенного покрова. По данным экспертов, Россия ежегодно теряет около 1,5 млрд тонн плодородного слоя почвы. Основные причины — эрозия, дегумификация (снижение содержания органического вещества) и физическая деградация из-за применения тяжелой техники.

Нерациональное применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений приводит к деградации почв, снижению их плодородия, загрязнению грунтовых вод нитратами и фосфатами. Сельхозработники подвергаются прямому токсическому воздействию, а потребители сталкиваются с проблемой остаточных количеств пестицидов в продуктах питания.

В России, в отличие от многих западных стран, где в центре внимания находится метановый след от крупного рогатого скота, ключевая экологическая тема — это утилизация навоза и помета. Эта проблема касается огромных объемов биоотходов, которые при неправильном хранении становятся источником загрязнения почв, водоемов и воздуха. Основная сложность заключается в несовершенстве законодательства и высокой стоимости модернизации систем хранения на существующих комплексах.

Эксплуатация сельскохозяйственной техники сопряжена с выбросами отработавших газов, проливами ГСМ и уплотнением почвы, что нарушает её структуру и водный режим.

Несоблюдение норм при орошении может вызвать вторичное засоление почв, а нерегулируемый водозабор — истощение водных ресурсов и нарушение гидрологического режима территорий.

Как отмечается в научных исследованиях, для предотвращения деградации сельскохозяйственных земель необходим переход к природоподобным технологиям, которые имитируют естественные процессы и вписываются в существующие биогеохимические циклы [2].

Решение экологических проблем в отрасли требует внедрения системных мер и инновационных подходов, таких как: цифровизация экологического контроля, переработка и утилизация отходов, биологизация земледелия.[3]

Использование спутникового мониторинга и БПЛА (дронов) для контроля за состоянием посевов, выявления очагов эрозии, несанкционированных свалок и оценки качества рекультивации земель.

Развитие безотходных технологий, строительство биогазовых установок для переработки навоза и растительных остатков с получением энергии и органических удобрений.[4]

Снижение пестицидной нагрузки за счет внедрения биологических методов защиты растений, использования сидератов и ресурсосберегающих технологий обработки почвы, что способствует сохранению её биоценоза.

Современное сельскохозяйственное производство должно функционировать в строгом соответствии с экологическими нормативами. Эксперты отмечают, что необходима разработка закона о сохранении почв, создание единых национальных методик учета выбросов парниковых газов в АПК. [5]

Эффективность природоохранных мероприятий напрямую зависит от синхронизации технологических процессов. Например, строительство современных животноводческих комплексов обязательно должно включать в себя высокотехнологичные системы очистки и утилизации стоков. А при проектировании мелиоративных систем приоритет отдается капельному орошению и другим водосберегающим технологиям, что снижает нагрузку на водные источники [6].

Перспективы решения экологических проблем лежат в плоскости конвергенции аграрной науки и передовых технологий. Использование ГИС-технологий для мониторинга полей, переход на замкнутые циклы водоснабжения, агролесомелиорация и развитие рынка вторичных ресурсов из отходов сельхозпроизводства — это не просто абстрактные пути решения, а уже существующие и доказавшие свою эффективность инструменты. Главный вывод работы заключается в том, что экологизация АПК сегодня — это не дополнительное бремя для производителя, а главное условие его конкурентоспособности и долгосрочного процветания на внутреннем и мировом рынках.

Список литературы

1. Пашков Н. В. Влияние технологий точного земледелия на уровень экологической нагрузки почв Курской области / Н. В. Пашков, М. И. Пашкова // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей 3-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, 2025. – С. 85-87. – EDN ZJJPVC.
2. Технологии и технические средства повышения продуктивности сельскохозяйственных земель комплексными мелиорациями: / Л. В. Кирейчева, И. Ф. Юрченко, Н. П. Карпенко [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. – 218 с. – ISBN 978-5-907464-18-6. – DOI 10.37738/VNIIGIM.2022.68.94.001. – EDN DLVYUG.
3. Федоренко В.Ф. О концептуальных принципах развития природоподобных технологий, предотвращения деградации сельскохозяйственных земель и повышения плодородия почв / В. Ф. Федоренко, V. F. Fedorenko // АгроЭкоИнженерия. — 2024. — № 2 (119). — С. 4-18. — ISSN 2713-2641. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/364886> (дата обращения: 02.03.2026)
4. Технологии и технические средства повышения продуктивности сельскохозяйственных земель комплексными мелиорациями: / Л. В. Кирейчева, И. Ф. Юрченко, Н. П. Карпенко [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. – 218 с. – ISBN 978-5-907464-18-6. – DOI 10.37738/VNIIGIM.2022.68.94.001. – EDN DLVYUG.
5. Воронкина А. Н. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы / А. Н. Воронкина, В. В. Морозова // 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. 312-315. – EDN EPBCXS.
6. Волкова С. Н. Цели экологической стандартизации / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 300-304. – EDN QHGSOQ.
6. Проблемы защиты окружающей среды при производстве сахарной свеклы и ее переработке на сахарных заводах / Ю. И. Болохонцева, И. В. Ишков, И. Я. Пигорев, И. П. Салтык // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 28-31. – EDN XQPIOX.

УДК 628.168

ФРОЛИНА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент

fffrolina@mail.ru

Научный руководитель -

ГЛАЗУНОВА ИРИНА ВИКТОРОВНА, доцент

ivglazunova@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН МАЛЫХ РЕК В РАЗНЫХ ПРИРОДНО- КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

В данной статье рассматриваются актуальные вопросы сохранения и восстановления водоохраных зон малых рек, выполнен анализ основных водохозяйственных и экологических проблем в водоохраных зонах для различных природно-климатических зон и их систематизация, рекомендованы некоторые природоохранные мероприятия.

Ключевые слова: водоохраные зоны, природно-климатические зоны, деградации прибрежных территорий, водоохраный режим

Малые реки являются наиболее уязвимым элементом речной сети и одновременно одним из важнейших составляющих природных и водохозяйственных систем. Они являются основой гидрографической сети территорий, перераспределения поверхностного и подземного стока, на них базируется водоснабжение населённых пунктов и водозабор для орошения сельскохозяйственных земель. Одной из главных функций малых рек является сохранение биологического разнообразия и условий устойчивого равновесия водной экосистемы [1]. В условиях интенсивной нагрузки именно малые реки первыми реагируют на изменения землепользования на водосборной территории, что делает проблему сохранения водоохраных зон прибрежных защитных полос особенно важной [2].

Основная функция водоохраных зон рек - это защита водотока от истощения и загрязнения, ограничивая негативное влияние хозяйственной деятельности со стороны прилегающих территорий. На практике состояние водоохраных зон малых рек во многих регионах России остаётся неудовлетворительным [3]. Причинами этого являются: нарушение установленного режима использования прибрежных территорий; деградации берегов; разрушение растительного покрова, что, в свою очередь ведет к ухудшению гидрохимических и гидробиологических показателей речной воды. В научных исследованиях подчёркивается, что именно состояние водоохраных зон во многом определяет устойчивость малых рек и их способность к самоочищению [3,4].

Характер и степень деградации водоохраных зон существенно различаются в зависимости от природной зоны. Климатические условия, типы почв, особен-

ности растительности и структура землепользования формируют различные виды и причины воздействия на прибрежные территории малых рек. Так, в степной зоне основным фактором трансформации водоохранных зон является сельскохозяйственное освоение земель и эрозия почв. Распашка склонов и пойм, сокращение площади естественной растительности и приближение пашни к урезу воды приводят к активации эрозионных процессов. В условиях недостаточного растительного покрова поверхностный сток усиливается, что способствует смыву почвенных частиц и их поступлению в русла малых рек. Исследования показывают, что в степных районах интенсивность водной эрозии достигает максимальных значений, а заиление русел становится одной из ключевых причин снижения проточности и обмеления водотоков [5,6].

Дополнительным фактором деградации водоохранных зон в степной зоне является выпас скота. Вытаптывание травяного покрова в поймах и прибрежных полосах приводит к разрушению дернины, уплотнению почвы и формированию участков с оголённой поверхностью. В период паводков такие участки становятся очагами активного размыва, что ускоряет разрушение берегов и способствует боковой эрозии. В ряде регионов фиксируются случаи формирования обрывистых берегов и сокращения площади водоохранных зон, что ухудшает экологическое состояние рек и прилегающих территорий [6].

В лесостепной зоне процессы деградации водоохранных зон имеют схожий характер, проявляются менее резко. Более развитый растительный покров и наличие лесных массивов повышают устойчивость ландшафтов к эрозии, однако интенсивное сельскохозяйственное использование и здесь оказывает значительное воздействие. Распашка склонов, использование прибрежных территорий под сенокосы и пастбища, а также нарушение пойменных экосистем приводят к увеличению поверхностного стока и поступлению загрязняющих веществ в водотоки. При этом сочетание сельскохозяйственной нагрузки и локальной застройки снижает защитный потенциал водоохранных зон.

Значительное влияние на состояние водоохранных зон в лесной зоне оказывает рекреационная нагрузка. Малые реки используются населением как места отдыха, что сопровождается вытаптыванием растительности, разведением костров и накоплением бытовых отходов. Несмотря на то что подобные воздействия часто носят локальный характер, их регулярность приводит к устойчивой деградации прибрежных территорий. Вблизи населённых пунктов формируются устойчивые очаги нарушения водоохранного режима, которые со временем расширяются и охватывают всё большие участки береговой линии [4,6].

Особое место в анализе состояния водоохранных зон занимают северные регионы России, включая территорию Карелии. Здесь природные условия длительное время обеспечивали относительную сохранность прибрежных экосистем, однако в последние десятилетия ситуация меняется [4,6]. Дополнительным фактором, влияющим на состояние водоохранных зон в северных регионах, становятся изменения климатических условий. Увеличение частоты экстремальных осадков и колебаний уровня воды усиливает размыв берегов и способствует разрушению прибрежных экосистем.

Таким образом, анализ состояния водоохранных зон малых рек в различных природных зонах России показывает, что при всей региональной специфике проблемы носят системный характер. Эрозия почв, утрата растительного покрова, выпас скота, застройка, рекреационная нагрузка и слабый контроль за соблюдением водоохранного режима остаются основными факторами деградации прибрежных территорий. Современные исследования подчёркивают необходимость особого подхода к сохранению и восстановлению водоохранных зон, включающего природоохранные мероприятия, совершенствование системы управления и экологический мониторинг. Без реализации таких мер устойчивое функционирование малых рек и связанных с ними экосистем в долгосрочной перспективе остаётся под угрозой.

Список литературы

1. «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана» — сборник материалов II-й Всероссийской школы-конференции, 18–22 ноября 2014 года.
2. Крылов А. В., Бобров А. А., Папченков В. Г., Цельмович О. Л., Отюкова Н. Г. Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. Издательство: КМК, 2007, 378 С.
3. Соколова, С. А. Комплексная оценка экологического состояния реки Москвы / С. А. Соколова, С. А. Мухамедзянова // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 375–379. – EDN SVCМНА.
4. Дмитриева, А. В. Основы проектирования водоохранных зон и прибрежных защитных полос : учебное пособие / А. В. Дмитриева, С. А. Соколова, И. В. Глазунова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 70 с. – EDN ULQTGY.
5. Глазунова И. В. Технические решения при проектировании биоинженерных сооружений для улучшения качества вод / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, Л. Д. Раткович. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2024. – 87 с. – ISBN 978-5-907884-28-1. – DOI 10.47581/2024.Glazunova-Sokolova-01. – EDN UFHGGO.
6. Glazunova, I. V. Analysis of the reclamation measures efficiency within watershed and their impact on the water bodies / I. V. Glazunova, N. P. Karpenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 9, Orenburg, 07–11 июня 2021 года. – Orenburg, 2021. – P. 012035. – DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012035. – EDN KIDVRG.

ЯРЫГИНА ИРИНА ВИКТОРОВНА, к.с.-х.н., доцент

ГАЛКИН АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, магистрант

БУЛГАКОВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ, студент

Курский государственный аграрный университет, г.Курск, Россия

(e-mail: yarygina-irina@rambler.ru)

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ НА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Управление отходами на пищевых предприятиях является ключевым аспектом современного производственного процесса. Эффективное обращение с отходами не только способствует уменьшению воздействия на окружающую среду, но и повышает экономическую эффективность производства.

Ключевые слова: утилизация, отходы, пищевое производство, управление отходами.

На любом пищевом предприятии в процессе производства пищевого продукта образуются отходы, которые являются источником потенциального загрязнения, если не предпринимать соответствующих мер по их удалению из производственной зоны и с предприятия, т.е. грамотно обращаться с отходами [1]. Управление отходами – важное направление работы пищевых предприятий. Залегавшиеся отходы привлекают насекомых и грызунов, неправильная утилизация может привести к загрязнению окружающей среды, а невыполнение санитарных требований грозит крупными штрафами. При этом эффективная переработка отходов может снизить затраты на утилизацию и даже принести прибыль.

Управление отходами на пищевом предприятии - это комплекс мер, направленных на сокращение, переработку и утилизацию отходов, образующихся в процессе производства и переработки продуктов питания. Эффективное управление отходами снижает негативное воздействие на окружающую среду и позволяет извлекать ценные ресурсы из отходов, повышая экономическую эффективность предприятий [2].

Некоторые стратегии управления отходами:

- Минимизация отходов на этапе производства - оптимизация производственных процессов, использование эффективного оборудования и сырья, обучение персонала.

- Переработка и повторное использование отходов - например, переработка органических отходов в биогаз, компост или корм для животных.

- Утилизация и обезвреживание отходов - несмотря на усилия по минимизации и переработке, некоторые отходы всё же требуют утилизации.

На пищевых предприятиях образуются различные виды отходов, каждый из которых требует специфического подхода к обращению и переработке. Некоторые категории:

- Органические - остатки сырья (кожура фруктов и овощей, обрезки мяса, костей, оболочек яиц), непригодные для употребления продукты.

- Неорганические - материалы, не подверженные биологическому разложению (стеклянная тара, металлические отходы, пластиковая упаковка).

- Смешанные - содержат как органические, так и неорганические компоненты, требуют предварительной сортировки и сепарации перед дальнейшей переработкой.

Также на предприятиях образуются химические и биологические отходы, возникающие в результате использования добавок, консервантов или в процессе биотехнологических операций [3].

Управление отходами на пищевых предприятиях регулируется законодательством в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Некоторые нормы:

- Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» - обязывает классифицировать отходы и обеспечить их утилизацию.

- Санитарные нормы - например, требования к сбору и утилизации отходов для заведений общепита содержатся в СанПиН 2.3/2.4.3590-20.

- Классификация отходов по степени опасности - Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) делит все отходы на пять классов по степени негативного воздействия на окружающую среду. Основные отходы пищевого производства обычно относятся к четвёртому и пятому классам опасности, но на некоторых предприятиях могут образовываться и более опасные отходы при использовании специального оборудования или химических веществ [4].

Для переработки отходов на пищевых предприятиях используются, например:

Компостирование - естественный биологический процесс разложения органики под действием микроорганизмов, в результате получается компост - органическое удобрение.

Производство биогаза (анаэробное сбраживание) - переработка органических отходов без доступа кислорода с образованием биогаза (смесь метана и CO₂), который можно использовать как источник энергии.

Переработка в кормовые добавки - многие отходы пищевого производства можно использовать для производства кормов для животных, птиц и рыб.

Особые условия - утилизация пищевых добавок (ароматизаторов, консервантов, красителей, эмульгаторов и пр.) - некоторые из них могут содержать активные химические вещества, плохо разлагающиеся в природе. Такие отходы подлежат классификации по степени опасности и специальной утилизации через лицензированные компании [5].

За несоблюдение требований по управлению отходами на пищевых предприятиях предусмотрена административная ответственность по статьям Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ). Например, статья 8.2 КоАП РФ устанавливает административную ответственность за несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при сборе, накоплении, транспортировании, обработке, утилизации или обезвреживании отходов производства и потребления. Также за нарушение законодатель-

ства в области обращения с отходами предусмотрена гражданско-правовая ответственность - обязанность возместить ущерб, причинённый окружающей среде вследствие нарушения законодательства.

Ключевым вызовом в управлении отходами на пищевых предприятиях является балансирование между экономической эффективностью и экологической устойчивостью [6]. Многие процессы переработки требуют значительных инвестиций и технологических инноваций, что может быть сложно для малых и средних предприятий. Кроме того, необходимость соблюдения строгих экологических норм и стандартов требует постоянного обновления знаний и технологий. В ответ на эти вызовы, многие предприятия внедряют инновационные решения. Примерами могут служить технологии по извлечению ценных веществ из пищевых отходов, таких как биополимеры, биоактивные соединения и энергия. Также развиваются методы глубокой переработки, позволяющие получить из отходов продукты с высокой добавленной стоимостью [7].

Эффективное управление отходами на пищевых предприятиях часто требует сотрудничества между различными заинтересованными сторонами, включая производителей, поставщиков, научные учреждения и государственные органы. Обмен знаниями и опытом играет ключевую роль в развитии и внедрении инновационных подходов к управлению отходами.

Управление отходами на пищевых предприятиях - это не только вызов, но и возможность для инноваций и улучшения устойчивости производства. Интеграция новых технологий, оптимизация процессов и сотрудничество между различными участниками производственной цепочки могут привести к значительному сокращению отходов и их воздействия на окружающую среду.

Переход к более устойчивым методам управления отходами требует комплексного подхода, включающего в себя не только технические решения, но и изменение управленческих практик, поведения потребителей и политических стратегий [8]. В конечном итоге, это позволит пищевым предприятиям не только уменьшить свое экологическое воздействие, но и обеспечить более устойчивое и процветающее будущее для всей отрасли.

Список литературы

1. Баздарева, Е. А. Экологическая экспертиза, экологический мониторинг и экологический аудит как факторы контроля воздействия загрязнения на окружающую среду / Е. А. Баздарева, И. В. Ярыгина // Поколение будущего: взгляд молодых ученых : сборник научных статей 4-й международной молодежной научной конференции: в 3 томах, Курск, 10–11 ноября 2016 года. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 93-96. – EDN XDXGVX.

2. Влияние азотных удобрений на урожайность многолетних трав и экологическое состояние почвы / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, А. В. Шлеенко [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 81-86. – EDN FTBZPV.

3. Галкин, А. И. Экологическая безопасность, как один из важнейших аспектов устойчивого развития современного общества / А. И. Галкин, С. Д. Гаврилов, И. В. Ярыгина // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 15–16 мая 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 185-188. – EDN QOCQCS.

4. Зубахин, К. А. Экологически чистые технологии в агросекторе: как машины и оборудование помогают уменьшить воздействие на окружающую среду / К. А. Зубахин, Е. А. Кудин, А. Г. Уварова // Современные технологии, материалы и техника : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 20 декабря 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2024. – С. 110-113. – EDN DJULON.

5. Сариги, Н. В. Зачем нужна экологическая сертификация / Н. В. Сариги // Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 24 октября 2025 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 147-150. – EDN CUGDEK.

6. Целиков, Д. Н. Система экологического менеджмента, основанная на стандартах серии ИСО 14000, как способ управления окружающей средой / Д. Н. Целиков, И. В. Ярыгина // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 09–10 ноября 2017 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 366-369. – EDN YNVZZN.

7. Федяева, А. В. Охрана окружающей природной среды в сельском хозяйстве / А. В. Федяева, И. В. Ярыгина // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 09–10 ноября 2017 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 364-366. – EDN ZWDBTE.

8. Ярыгина, И. В. Инженерная экология в современном мире / И. В. Ярыгина // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 22 октября 2020 года. Том I. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2020. – С. 242-244. – EDN OHSUDL.

9. Ярыгина, И. В. Инженерная экология в современном мире / И. В. Ярыгина // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 22 октября 2020 года. Том I. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2020. – С. 242-244. – EDN OHSUDL.

10. Горяинов, М. Е. Показатели безопасности продовольственного сырья и сельскохозяйственной пищевой продукции / М. Е. Горяинов, И. В. Ярыгина // Молодежь и XXI век - 2019 : материалы IX Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 февраля 2019 года. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – С. 224-226. – EDN YZUGEN.

11. Ярыгина, И. В. Оптимизация структуры СМК организации / И. В. Ярыгина // 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. 332-337. – EDN KIJXSL.

12. Ярыгина, И. В. Современные технологии в землеустройстве и кадастрах, как способ эффективного использования времени и ресурсов / И. В. Ярыгина, Д. А. Шатохин // 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, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 359-361. – EDN XHZNQG.

13. Сариго, Н. В. Оптимизация метрологического оснащения предприятия, как один из способов повышения качества выпускаемой продукции / Н. В. Сариго, И. В. Ярыгина // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 16–17 февраля 2017 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 39-42. – EDN YQCAGB.

Транспортные системы и эксплуатация машинно-тракторного парка АПК и ПГС.

АХРОМЕШИН АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, к.т.н., доцент

(e-mail: aakhromeshin@yandex.ru)

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ САМОХОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ: ПОДХОДЫ И МЕТОДИКИ

В статье рассматриваются современные методологические подходы к расчету совокупной стоимости владения (ТСО) самоходных транспортных средств. Проведен анализ нормативной базы, академических исследований и отраслевых практик. Особое внимание уделено методам определения оптимального жизненного цикла горных и сельскохозяйственных машин, моделям прогнозирования затрат на ремонт и обслуживание, а также особенностям расчета ТСО для электрического и гибридного транспорта. Систематизированы ключевые группы затрат и предложена классификация методик по критерию полноты учета косвенных издержек.

Ключевые слова: совокупная стоимость владения, самоходные машины, жизненный цикл, экономическая оценка, электромобили, ремонт и обслуживание.

В структуре себестоимости продукции горнодобывающей, строительной и аграрной отраслей затраты на приобретение и эксплуатацию самоходной техники составляют от 30 до 60%. В условиях высокой волатильности цен на энергоносители и ужесточения экологических требований традиционный анализ первоначальной закупочной цены уступает место концепции ТСО, учитывающей все издержки на протяжении жизненного цикла изделия.

Актуальность работы обусловлена тремя факторами: во-первых, переходом отрасли на низкоуглеродные источники энергии, что меняет структуру операционных затрат; во-вторых, необходимостью обоснования рациональных сроков службы техники в условиях санкционных ограничений; в-третьих, развитием новых стандартов экономической оценки, включая межгосударственный ГОСТ 23730-88 [1], сохраняющий свою силу.

Термин «совокупная стоимость владения» применительно к мобильной технике окончательно сформировался в 2010-х годах. Значительную роль в его унификации сыграла Европейская торговая ассоциация (ERA) [2], которая совместно со Школой экономики и менеджмента Брюссельского свободного университета разработала первый общедоступный ТСО-калькулятор. Данный инструмент позволил перейти от разрозненных корпоративных методик к стандартизированному учету трех групп параметров: инвестиционных, эксплуатационных и ликвидационных.

Анализ литературы позволяет выделить три концептуальных уровня расчета TCO:

1. Базовый уровень (Direct TCO) – прямые затраты: цена приобретения, расходы на топливо/электроэнергию, плановое ТО, оплата труда оператора.
2. Расширенный уровень (Full TCO) – добавление затрат на ремонт (включая простой), страховку, налоги, хранение и подготовку персонала.
3. Стратегический уровень (True TCO) – учет косвенных эффектов: влияния на вентиляцию подземных выработок (для BEV), углеродного следа, остаточной стоимости при перепродаже, макроэкономических рисков.

Наиболее разработанным направлением в научной литературе является прогнозирование затрат на ремонт и обслуживание. Исследователи из Университета Федерального округа (Бразилия) адаптировали методологию ASABE для самоходных транспортных средств на примере сахарного тростника. Ими доказано, что параметры математической модели затрат на ремонт существенно различаются даже для однотипных машин разных производителей, что требует индивидуальной калибровки моделей.

В работе [3] предложен метод определения экономически целесообразного срока службы самоходной машины Getman S330. Ключевая особенность подхода – сравнение годовых эксплуатационных затрат работающей машины с прогнозируемыми затратами на новую. Моментом замены предлагается считать точку пересечения функции роста затрат на поддержание работоспособности старой техники и суммы амортизационных отчислений новой.

Дополнительное развитие данная тематика получила в трудах болгарской школы, где обоснована методика корректировки межремонтных интервалов на основе доверительной вероятности ресурса агрегатов. Экономический эффект от продления ресурса рассчитывается как разность между стоимостью покупки нового узла и накопленными амортизационными отчислениями.

В Российской Федерации базовым документом остается ГОСТ 23730-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов». Несмотря на дату введения (1989 год), стандарт сохраняет действие и устанавливает методы определения показателей экономической оценки тракторов, транспортных средств и универсальных самоходных машин. Стандарт предписывает учитывать:

- капитальные вложения (оптовая цена, расходы на доставку и монтаж);
- прямые эксплуатационные издержки (оплата труда, топливо, ТО, хранение);
- стоимость воспроизводства машины.

ГОСТ содержит определение показателей сравнительной экономической эффективности, методики расчета ключевых критериев эффективности внедрения новой техники по сравнению с базовой (заменяемой). Включает основные формулы и порядок вычисления:

1.1. Годовой экономический эффект от эксплуатации, расчет для комплекса машин в целом, расчет для отдельной *i*-й машины, входящей в комплекс, учет эффекта от высвобождения рабочей силы, улучшения условий труда, изменения количества и качества продукции.

1.2. Экономический эффект от производства и использования за срок службы, интегральный эффект за весь жизненный цикл, учет коэффициентов отчислений на реновацию и нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений.

1.3. Лимитная цена и верхний предел цены.

1.4. Годовая экономия затрат труда в человеко-часах.

1.5. Прибыль от производства сельскохозяйственной продукции.

1.6. Рентабельность производства.

1.7. Степень изменения затрат (эксплуатационных, трудовых, капитальных, приведенных) в процентах.

Важным разделом ГОСТа, который описывает методологию формирования оптимальной структуры машинно-тракторного парка (МТП) модельного хозяйства, является раздел, в котором определяется критерий оптимизации – минимум комплексных затрат. Он включает:

2.1. Состав комплексных затрат: приведенные затраты – с учетом условий труда; потери количества и качества продукции – от использования комплекса машин (расчет по видам продукции и агрегатам); затраты на трудовые ресурсы – необходимые для выполнения годового объема работ.

2.2. Детализация приведенных затрат: формула расчета для тракторных агрегатов и универсальных самоходных машин; формула расчета для транспортных средств, затраты на техническое обслуживание; затраты на текущий и капитальный ремонты; оплата труда обслуживающего персонала; затраты на ГСМ и электроэнергию, прочие прямые затраты, учет балансовых цен и отчислений на реновацию.

Ограничением данного подхода является отсутствие в явном виде учета косвенных выгод от повышения надежности, экологичности и влияния на смежные технологические процессы.

Массовое внедрение аккумуляторных самоходных машин (BEV) потребовало пересмотра классических TCO-моделей. Практический опыт канадского производителя MacLean Engineering, накопленный за 500 000 часов эксплуатации, демонстрирует, что прямое сравнение затрат на техническое обслуживание BEV и дизельных аналогов показывает их примерный паритет. Экономия на вентиляции приводит к снижению потребления электроэнергии на 25% за счет отсутствия выхлопных газов в подземных выработках.

Экологические кредиты: учет углеродного регулирования и налоговых льгот. Рост коэффициента технической готовности из-за меньшего числа отказов силовой установки.

Аналитики Roland Berger прогнозируют, что для мини-экскаваторов и малых погрузчиков TCO-паритет с дизельной техникой будет достигнут в Европе и США в 2028-2030 гг. Для большегрузных карьерных самосвалов этот срок смещается к 2032 г. при условии активной государственной поддержки. В качестве переходной технологии рассматриваются гибридные силовые установки, патентная активность в области которых наиболее высока у Caterpillar, Komatsu и Volvo.

Проведенный анализ показал, что методология расчета стоимости владения самоходными транспортными средствами находится в стадии активной трансформации. Традиционные методы, основанные на нормативных справочниках (ASABE, ГОСТ 23730-88), сохраняют актуальность для оценки прямых затрат на ремонт и ГСМ. Однако при обосновании инвестиций в технику новых поколений (BEV, гибриды) необходим переход к многофакторным моделям, учитывающим синергетический эффект от снижения углеродного следа, улучшения условий труда и роста энергоэффективности смежных процессов.

Перспективным направлением является разработка отраслевых стандартов «открытых данных» по фактической стоимости владения, подобных инициативе ERA, что позволит повысить точность прогнозирования на стадии предпроектных проработок. Данный тезис, указывает на качественный переход от теоретического расчета ТСО к эмпирическому. Разработка и внедрение таких стандартов создает эффект «прозрачного рынка капитальных активов»: снижение риска инвестиционной ошибки, возможность тарификации по факту, то есть лизинговые платежи могут привязываться не ко времени, а к фактической наработке и состоянию узлов, появление объективного критерия для инжиниринга. Если открытые данные показывают, что у всех конкурентов ресурс ходовой части на глинистых почвах на 20% выше – это триггер для модернизации. Производитель, лидирующий в открытом рейтинге надежности, получает рыночное преимущество без демпинга по цене продажи.

Список литературы

1. ГОСТ 23730-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов. – Введ. 1989-01-01. – Москва: Государственный агропромышленный комитет СССР, 1988. – 14 с.
2. ERA launches total cost of ownership calculator // KHL Group. – 2016. – URL: <https://www.khl.com/news/ERA-launches-total-cost-of-ownership-calculator/1118420.article> (дата обращения: 11.02.2026).
3. Kowalski, A. The method of determining the optimal life cycle of the mining machine / A. Kowalski, M. Szymański // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 679, No. 1. – 012015. – DOI 10.1088/1757-899X/679/1/012015.
4. The bottom, bottom line on BEV TCOs // MacLean Engineering. – 2025. – URL: <https://macleanengineering.com/the-bottom-bottom-line-on-bev-tcos/> (дата обращения: 11.02.2026).
5. Roda, I. Building a Total Cost of Ownership model to support manufacturing asset lifecycle management / I. Roda, M. Macchi, S. Albanese // Procedia CIRP. – 2019. – Vol. 81. – P. 1135-1140. – DOI 10.1016/j.procir.2019.03.278.

Электроэнергетика и электротехника в АПК и ПГС

АБДУРАШИДОВ АРСЕН ЖАЛАЛОВИЧ, студент

ГАБАЕВ ВЛАДИСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ, студент

ТИХОНОВ ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент

ЛЬВОВИЧ ЯКОВ ЕВСЕЕВИЧ, профессор

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский государственный технический университет,

г.Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НЕКОТОРЫХ ИЗМЕРЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Статья посвящена анализу особенностей измерений внутри энергетических системах.

Ключевые слова: энергетика, измерение.

На современном этапе в агропромышленном комплексе и промышленно-городской сфере при управлении распределёнными энергосистемами широко используются интеллектуальные автоматизированные комплексы. При этом, учитывая решение задач мониторинга, специалисты и разработчики опираются на создание и активное внедрение подходов и систем, построенных на основе знаний. Под знаниями понимаются метаданные [1, 2] — информация, которая вместе с применяемыми методами служит для последующей обработки и анализа. При проектировании интеллектуальных систем предполагается построение замкнутого цикла инженерии знаний, включающего ряд этапов: приобретение, представление, актуализация, распространение знаний. Особое внимание при практической реализации следует уделять первому этапу — процессу получения знаний. Его источники могут быть разнообразны: знания извлекаются от экспертов, извлечены из текстовых или графических материалов, либо выявлены в результате анализа данных с датчиков.

При разработке интеллектуальных систем мониторинга распределённых энергетических сетей особое значение придаётся формированию знаний на основе различных измерений. Так, для отдельного участка распределённой электросети необходимы замеры энергетических характеристик, значений тока, напряжения и других параметров.

Измерения физических и технических показателей в АПК и ПГС проводятся с различной степенью точности. Полученные данные затем используются для решения задач диагностики компонентов распределённых энергосистем [3, 4], прогнозирования их поведения в будущем, а также для поддержки принятия решений относительно возможности дальнейшей эксплуатации оборудования и условий её выполнения. Таким образом, измерения в рамках распределённых

энергосистем выполняются с целью использования собранных данных как основы для экспертных выводов и логических обоснований.

В рамках АПК и ПГС проводится системный анализ распределённой энергетической системы. В условиях эксплуатации со временем происходят изменения в потребительских характеристиках таких систем [5, 6], обусловленные физическим и моральным износом, а также воздействием внешней среды. При отказе отдельных элементов распределённой энергосистемы её работоспособность может полностью исчезнуть — такое явление объясняется наличием линейной структуры, присущей системе с позиций системного подхода [7, 8].

Функциональное состояние различных типов компонентов может описываться через разные показатели. При анализе состояния функции в конкретный момент времени, оценка по выбранному параметру может принимать следующие формы:

— «безопасное» — значение контролируемого параметра находится в пределах безопасного диапазона, не выходит в зону предупреждения; функция выполняется, система находится в безопасном состоянии;

— «предупредительное» — параметр попадает в предупредительную зону;

— «опасное» — параметр выходит за границы допустимых значений.

В процессе классификации компонентов в АПК и ПГС они объединяются в группы по заранее установленным признакам, выступающим в качестве оснований классификации [9, 10].

Мониторинг рассматривается как комплекс мероприятий в системах контроля над энергетическими объектами, включающий диагностические процедуры, обследования и испытания.

При проведении мониторинга осуществляется экспериментальная оценка по числовым показателям (поддающимся измерению), а также по качественным характеристикам, отражающим состояние энергетической системы, к числу которых относятся геометрические размеры, деформированное напряженное состояние, температурные параметры конструктивных элементов — необходимо выявить характеристики, присущие энергетическим системам.

В рамках нечёткой системы вывода применяется множество алгоритмов, среди которых особняком стоит метод Мамдани, первоначально предложенный почти полвека назад как решение для управления паровым котлом. Рассмотрим основные компоненты данного подхода:

-Создаётся набор правил для нечёткой системы вывода, предназначенной для распределённых энергетических объектов.

-Выполняется этап фаззификации входных данных.

-Реализуется объединение частей условий в рамках нечётких правил продукции. Оценка достоверности условий каждого правила производится через бинарные нечёткие логические операции. Правила, у которых степень истинности условия отлична от нуля, считаются активными и используются далее в расчётах.

-Активируются следствия по нечётким правилам продуктов. Учитываются только действующие правила, что позволяет минимизировать временные затраты на вывод.

-Накапливаются результаты в виде объединённых нечётких множеств по следствиям правил продукции. Используется специальная формула, описывающая слияние нечётких множеств, соответствующих одинаковым выходным лингвистическим переменным.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.

2. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределёнными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BBHAFV.

3. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределённых энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.

4. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPELSU.

5. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределённых энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.

6. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.

7. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

8. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.

9. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHNY.

10. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими систе-

мами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

АБРОСИМОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, специалист

ДРОЗД ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСЕЕВИЧ, курсант

КИСЕЛЕВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ, курсант

БУШУЕВ АНТОН ПАВЛОВИЧ, курсант

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
"Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Дается анализ основным параметрам, которые связаны с внедрением инноваций в энергетические компании. Указаны направления развития организаций.

Ключевые слова: энергетика, компания, инновационный подход, развитие.

Современная действительность обуславливает значительное воздействие процессов глобализации на различные сферы и отрасли экономики, включая энергетический сектор. Не стоит преуменьшать масштабы негативного влияния мировых экономических кризисов на отечественные промышленные структуры. Это связано, в том числе и с развитием агропромышленного комплекса. Тем не менее важно осознавать, что кризисная ситуация может стать стимулом и предпосылкой для перестройки региональной экономики. По мнению некоторых экспертов, за последнее время наблюдается определённый рост нестабиль-

но функционирующих регионов Российской Федерации. В этих условиях особенно актуальна необходимость поиска новых путей повышения активности в рамках внутренней промышленности, поддержки перспективных направлений и грамотного распределения ресурсов [1]. Таким образом, роль государства в формировании стратегий модернизации промышленных комплексов становится очевидной [2].

Лишь после проведения всестороннего стратегического анализа, детального сегментации регионов и отраслей агропромышленного комплекса и промышленности, а также разработки конкретных стратегий развития в каждом из них на федеральном уровне возможно переход к ориентированному на отдельные регионы подходу в реализации отраслевых энергетических программ [3].

Опыт модернизации энергетических систем различных стран свидетельствует о том, что в основе аналитической, плановой и реализационной деятельности по развитию стратегий модернизации [4], как правило, лежит партнёрство ключевых участников процесса — представителей власти, бизнеса и общественности.

Существует множество форм партнёрства — от кластеров и технологических платформ [4] до диверсифицированных промышленных групп, интегрированных бизнес-структур, финансово-промышленных холдингов, региональных центров отраслевого производства, государственно-частных союзов, стратегических лэндшафтов и других. Однако все они, по нашему мнению, основаны на общих принципах формирования взаимодействий, направленных на развитие регионального промышленного комплекса, главной целью которых является достижение синергетического эффекта [5].

В контексте российской практики, связанной с государственным управлением процессами модернизации энергетических систем и анализом нормативно-правовой базы в этой области для промышленности и агропромышленных комплексов, очевидно, что ключевые усилия сосредоточены на обновлении инфраструктуры, развитии системы стандартизации, повышении технологического потенциала, снижении административных препятствий и активизации научных исследований и НИОКР.

Модернизация промышленных комплексов выступает важнейшим элементом государственной промышленной политики. Она предусматривает реализацию комплекса мероприятий со стороны органов исполнительной власти с целью трансформации структуры промышленности, а также создания условий для эффективного взаимодействия смежных отраслей, что способствует долгосрочному устойчивому развитию промышленного сектора [6].

На основе анализа различных подходов экспертов в области промышленной политики, используемых при формировании инструментария, применяемого органами государства в процессе модернизации промышленных объектов, а также объектов сельского хозяйства с целью обеспечения их устойчивого развития, можно выделить следующие выводы:

— Инструментарий государственной промышленной политики условно подразделяется на два типа: прямой и косвенный. Прямые механизмы воздейству-

ют непосредственно на промышленное предприятие либо предусматривают его участие. Косвенные же инструменты ориентированы на улучшение внешней среды функционирования промышленного сектора.

— Инструменты могут быть объединены по ключевым направлениям государственной политики. Выделяются семь таких направлений: инновационная, инвестиционная, интеграционная, экономическая, социальная, экологическая и административная деятельность [7, 8].

При изучении механизмов, связанных с возможностью модернизации энергетических систем — важного компонента промышленной политики — становится очевидным, что наиболее выраженным является интеграционный вектор деятельности, тогда как минимальную активность демонстрирует экологическое направление.

Ключевые задачи создания интегрированных структур включают повышение эффективности взаимодействия, реализацию инновационных проектов, усиление конкурентоспособности и достижение лучших финансовых показателей [9, 10].

Список литературы

1. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
2. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2024. – № 1(48). – EDN VBHAFV.
3. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // *International Journal of Advanced Studies*. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.
4. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
5. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.
6. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // *Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
7. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // *Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.)*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPELSU.
8. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // *Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

9. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // *Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.

10. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // *Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.

11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение*. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // *Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // *ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6*. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

АБРОСИМОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, специалист
БУШУЕВ АНТОН ПАВЛОВИЧ, курсант
ПРОВОДИН НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ, курсант
ХОМЯКОВ МОИСЕЙ АХМЕДОВИЧ, курсант
 Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
 "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского
 и Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Рассматриваются возможности применения инноваций внутри энергетических организаций. Приведены направления развития организаций.

Ключевые слова: энергетика, организация, инновационный подход, развитие.

Интегрированные структуры в энергетической сфере могут быть распределены на два типа: 1) образованные совместно государственными органами, предпринимательскими структурами и научным сообществом; 2) возникшие на базе бизнес-объединений в форме интегрированного формата [1].

Функционирование таких структур требует наличия благоприятной среды, основанной на сотрудничестве между государственным и частным секторами, а также развитой инфраструктуре партнёрства.

На основе анализа можно выделить два ключевых направления интеграции в энергетике:

- формирование интегрированных бизнес-структур (включая диверсифицированные промышленные холдинги, объединённые бизнес-группы, деловые сети), чья основная задача — повышение конкурентоспособности;

- создание интегрированных механизмов государственно-частного партнёрства (технологические площадки, финансово-промышленные консорциумы, отраслевые энергокластеры), ориентированных на усиление взаимодействий, стимулирование инноваций и улучшение рыночной эффективности.

Кроме того, в рамках государственной энергетической стратегии, направленной на модернизацию, важную роль играют такие элементы, как развитие инфраструктуры партнёрства [2], создание инновационных комплексов, организационных и производственных зон, а также формирование стратегических территориальных ландшафтов — условий, необходимых для успешной трансформации энергетических систем [3].

Анализ показал, что во многих регионах требуется совершенствование промышленной политики, внедрение соответствующего нормативного обеспечения и принятие законодательных решений.

На основании проведённых исследований в области применения интеграционных [4] и административных механизмов выделены следующие вызовы в данной сфере:

- недооценка стратегического планирования развития промышленности [5] и процессов модернизации энергетических систем (отсутствие общей концепции развития региона, отсутствие системы определения приоритетных направлений в энергетике, отсутствие долгосрочных планов);

- недостаточное внимание к вопросам эффективности управления в практической деятельности [6].

Для поиска решений вышеупомянутых задач и оценки перспектив модернизации энергетических комплексов регионов Российской Федерации можно выделить ключевые условия, способствующие их успешному воплощению:

- наличие развитой инновационной среды [7];
- функционирование как официальных, так и неформализованных интегрированных структур;
- реализация государственной поддержки;
- проведение собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

В текущих условиях, характеризующихся экономической нестабильностью, вопросы модернизации энергетических объектов становятся наиболее актуальными. С учётом анализа отечественного опыта трансформации промышленного сектора можно выделить следующие приоритетные направления:

- совершенствование стратегического планирования и управления за счёт внедрения разработанной концепции модернизации энергетики [8];

- развитие системы управления в промышленности через трансформацию учебных программ, организацию повышения квалификации, расширение методической базы [9, 10];

- активизация интеграционных процессов в энергетическом секторе за счёт создания специализированных бизнес-структур и механизмов государственно-частного партнёрства.

Вывод. Использование разных методов для модернизации современных энергетических комплексов даст возможности заметным образом увеличить эффективность их функционирования.

Список литературы

1. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJVMG.
2. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
3. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределёнными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BBHAFV.
4. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределённых энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
5. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими систе-

мами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

6. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.

7. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPESLU.

8. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.

9. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.

10. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

АБРОСИМОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, специалист
ДРОЗД ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСЕЕВИЧ, курсант
КИСЕЛЕВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ, курсант
ПРОВОДИН НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ, курсант
 Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
 "Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и
 Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ, ОПИСЫВАЮЩИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу характеристик для альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: альтернативный источник энергии, генерация энергии.

В области авиации, промышленности и строительства, а также агропромышленного комплекса выделяют различные виды возобновляемых источников энергии (ВИЭ), некоторые из которых вызывают споры среди учёных — одни полагают, что они относятся к классическим источникам энергии, тогда как другие уверены в их принадлежности к возобновляемым. Остановимся кратко на каждом виде ВИЭ. Энергия приливов и отливов представляет собой кинетическую энергию вращения Земли [1, 2].

Это единственный тип энергии, напрямую формирующийся за счёт гравитационного взаимодействия Луны с Землёй, а также — в меньшей мере — влияния Солнца. Приливные силы, порождаемые Луной и Солнцем, совместно с вращением планеты, создают мощные естественные генераторы энергии. Считается, что приливные электростанции менее вредны для экологии и оказывают минимальное воздействие на биосферу [3].

На сегодняшний день в АПК и ПГС применение энергии приливов и отливов остаётся ограниченным, однако специалисты прогнозируют её высокий потенциал в будущем производстве электроэнергии, ведь энергопотоки приливов обладают большей предсказуемостью по сравнению с ветровой и солнечной энергией. Идея использования приливной энергии зародилась ещё в Средние века, а по некоторым данным — даже в эпоху Римской империи. Сейчас на побережьях океанов строятся гидроаккумулирующие станции, генерирующие электричество; подобные установки уже работают в Европе и на Атлантическом побережье США.

Что касается энергии волн, она основана на передаче энергии поверхностью океанских волн для выработки электричества, опреснения воды или перекачки жидкости в водонакопители. Однако использование этого типа энергии усложняется из-за труднопрогнозируемого направления волн, в чём и заключается ключевое различие от стабильных потоков приливной энергии.

Колебания уровня волн порождают механическую энергию, которую можно преобразовать в электричество. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), основанные на фотоэлектрическом эффекте, используют световое излучение Солнца для выработки электроэнергии — один из самых динамично развивающихся видов ВИЭ в мировом масштабе. Темпы развития рынков, а также модернизации технологий, задействованных при получении энергии от солнца, продолжают возрастать. Современные солнечные элементы становятся всё более производительными, лёгкими, гибкими, что упрощает процесс их установки. Учёные, занятые в данной сфере, научились точно контролировать интенсивность и скорость поступления солнечного излучения. В Японии поставлена цель достичь равенства стоимости продукции от традиционных и солнечных источников энергии; ежегодно повышаются показатели эффективности солнечных систем, что делает их всё более конкурентоспособными с экономической точки зрения [4, 5].

На данный момент в агропромышленном комплексе и строительстве солнечные электростанции активно внедряются по всему миру. Превращение энергии ветра в нужную форму — электрическую или механическую — осуществляется с помощью ветряных турбин. Массивные ветровые электростанции подключаются к общей электросети, обеспечивая питание удалённых районов. Исторически энергия ветра применялась для передвижения парусных кораблей либо для преобразования в механическую работу — например, для качки воды или помола зерна, о чём говорилось в первоначальной части научного анализа. Однако широкое распространение она получила именно в период массового освоения электричества. Гидроэнергия — это электрическая мощность, получаемая за счёт энергии падающей воды, вызванной гравитацией [6, 7]. Именно этот тип ВИЭ является самым распространённым. Один из ключевых факторов, способствующих популярности гидроэлектростанций, заключается в полном отсутствии прямых отходов — включая энергоресурсы — при эксплуатации уже построенных объектов.

Маломасштабное использование воды для выработки энергии — так называемая микрогидроэнергетика — всё чаще выбирается в качестве альтернативного источника энергии, особенно в удалённых регионах, где традиционные варианты нецелесообразны. Такие системы можно размещать в небольших реках или ручьях, почти не нарушая экосистему. Обычно они обходятся без сооружения больших плотин; вместо этого применяются простые водяные колёса, способные генерировать электричество даже при умеренном напоре. Геотермальная энергия, в свою очередь, не зависит от цен на топливо, однако её внедрение связано с высокими первоначальными расходами — бурение скважин для доступа к глубинным горячим водоносным слоям сопряжено с серьёзными финансовыми рисками [8, 9]. С другой стороны, геотермальные установки обладают широкой возможностью масштабирования: крупные станции могут снабжать электроэнергией целые города, тогда как малые — питать отдельные деревни или частные дома. Главное преимущество этой технологии — постоянная производственная мощность, обеспечивающая надёжное энергоснабжение вне за-

висимости от погодных условий, в отличие от солнечной или ветровой энергии [10]. Биомасса — это органические материалы, используемые в качестве сырья для получения энергии: от бытовых отходов и древесных опилок до органических остатков, разлагающихся под действием микроорганизмов. Их можно сжигать для получения тепла или преобразования в электричество. Развитие биомассовой энергетики стремительно возрастает, ведь этот ресурс восстанавливается естественным образом и имеет хороший экономический эффект.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
2. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPESLU.
3. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.
4. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
5. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BBHAFV.
6. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
7. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.
8. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.
9. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.
10. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конферен-

АВETИСЯН ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, преподаватель
ПОПОВА КСЕНИЯ МИХАЙЛОВНА, студент
ТКАЧЕНКО АМАЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА, студент
ДЕНИСОВА АННА АЛЕКСЕЕВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г.Воронеж, Россия
Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Статья связана с анализом особенностей использования энергетических систем.

Ключевые слова: энергетика, система.

Ключевыми подсистемами отрасли электроэнергетики являются:

-Тепловая энергетика, охватывающая тепловые электростанции, на долю которых приходится 69% общего объёма вырабатываемой электроэнергии в России. На текущий момент главной целью модернизации данной отрасли становится техническое обновление действующих объектов, их реконструкция, а также строительство новых генерирующих мощностей с применением современных технологических решений в производстве электричества [1, 2].

-Гидроэнергетика, обеспечивающая комплекс услуг — поддержание частоты и мощности, являясь важнейшим компонентом системы надёжности единой энергосистемы Российской Федерации, имея более 90% запаса регулирующей мощности. Среди всех видов электростанций именно ГЭС обладают наибольшей оперативностью и способны оперативно повысить объём производства электроэнергии, что позволяет эффективно справляться с пиковыми нагрузками [3].

-Атомная энергетика, представленная атомными электростанциями, формирующими примерно 17% всей производимой электроэнергии. В РФ реализована полноценная технологическая цепочка по ядерной энергетике — от добычи урановых руд до выпуска готового продукта. В настоящее время в стране эксплуатируются 10 атомных станций.

Геотермальная энергетика — один из перспективных направлений развития электроэнергетической отрасли в условиях России.

В рамках АПК и ПГС организационная модель электроэнергетики представлена рядом компаний и структур, каждый из которых исполняет свои специфические функции [4].

Ключевые категории участников:

-Генерирующие организации оптового рынка.

-Электросетевые предприятия.

-Компании, занимающиеся реализацией электроэнергии потребителям.

-Организации, отвечающие за управление режимами единой энергосистемы страны.

-Предприятия, отвечающие за развитие и функционирование торгово-коммерческой инфраструктуры (ОРЭМ и розничный рынок).

-Институты, контролирующие и регулирующие деятельность в отрасли.

-Потребители электроэнергии, малые производственные площадки, вырабатывающие электричество.

В агропромышленном комплексе и строительстве генерирующие организации — это крупные компании, основными активами которых выступают электростанции различных видов. Значительная часть таких объектов находится под контролем государства, что обусловлено нахождением их на так называемых невыгодных территориальных зонах (вследствие выраженного дисбаланса между мощностями производства и уровнем спроса на электричество, либо вследствие замкнутости и малых размеров энергосистем) [5].

Потребители электрической энергии в рамках АПК и ПГС — это разнообразные по масштабу предприятия и организации, являющиеся субъектами экономики Российской Федерации, а также физические лица страны, использующие электроэнергию в личных целях. Современная структура отрасли позволяет разделить всех потребителей на группу розничных покупателей (наиболее численную) и участников оптового рынка. К последним могут претендовать исключительно крупные промышленные предприятия после выполнения ряда обязательных действий: внедрения автоматизированной системы учёта электроэнергии, прохождения процедуры регистрации как субъекта рынка и получения доступа к торговой платформе. Учитывая высокие затраты на реализацию этих шагов, целесообразность их проведения каждым отдельным потребителем необходимо оценивать индивидуально [6, 7].

Современный производственный потенциал электроэнергетики представляет собой открытую систему, устойчивость которой напрямую зависит от условий, особенностей и направления развития внешней среды. Стабильность функционирования отрасли служит показателем работоспособности адаптивных механизмов при неопределённых экономических условиях [8].

Роль государственной политики в деятельности отрасли остаётся чрезвычайно важной. Так, сроки пересмотра тарифов часто совпадают с политическими циклами страны и её регионов. Развитие рынка энергоресурсов напрямую связано с позицией государства, однако до сих пор не складываются однозначные рыночные сигналы, ориентированные на инвесторов, производителей и конечных потребителей [9, 10].

Сфера электроснабжения демонстрирует все черты сложных систем: наличие многоуровневых подсистем с высокой степенью взаимосвязанности, чётко выстроенную иерархическую структуру управления, чувствительность к воздействию внешних условий, а также включает в себя технологическую составляющую

щую, человеческий фактор и окружающую среду — всё это свидетельствует о том, что энергетика представляет собой сложную социотехническую систему.

Список литературы

1. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJVMG.
2. Преображенский, Ю. П. Об экологических чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
3. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPESLU.
4. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
5. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN VBNAFV.
6. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
7. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.
8. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHNY.
9. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.
10. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.
11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXXI.
13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.
14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.
15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

АВETИСЯН ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, преподаватель

СЕРГЕЕНКО ИННА АЛЕКСЕЕВНА, студент

ГУНДОРОВА АННА СЕРГЕЕВНА, студент

ЛЮБИМОВА АНАСТАСИЯ ВИКТОРОВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

В статье рассматриваются проблемы, связанные с управлением современными энергетическими предприятиями. Дана постановка задачи, по принятию решений на предприятии. Предложен комбинированный алгоритм для интеллектуального блока информационных систем.

Ключевые слова: предприятие, искусственный интеллект, информационная система, управление, модель, процесс, метод.

Сегодняшние энергетические организации всё чаще внедряют автоматизированные информационные системы [1, 2], ориентированные на эффективное управление. Разрабатываются решения, охватывающие различные аспекты деятельности — от производственной и финансовой отчётности до анализа рынков, сбыта продукции, маркетинговых стратегий и бухгалтерского учёта. Особый интерес представляет применение методик, способных преобразовать эти системы в интеллектуальные консультативные платформы, использующие технологии искусственного интеллекта и нейроинформатики.

Современные энергетические структуры сталкиваются со сложными процессами взаимодействия с широким кругом внешних партнёров — налоговыми ор-

ганами, поставщиками, клиентами, страховыми агентствами, фондами и биржевыми площадками [3, 4]. Одной из ключевых проблем управления остаётся решение нестандартизированных задач: оценка текущего состояния предприятия, обнаружение скрытых закономерностей, извлечение полезных знаний из больших массивов данных, прогнозирование будущих показателей, а также моделирование оптимальных сценариев работы объектов. Для успешного выполнения таких задач особенно важно использовать накопленный опыт экспертов, хранящийся в базах знаний экспертных систем и интеллектуальных программных продуктов [5, 6].

Для создания систем поддержки принятия решений всё чаще применяются диалоговые экспертные системы, которые обеспечивают качественную оценку ситуации на предприятии. Интеграция интеллектуальных модулей в информационные системы позволяет решать сложные неформализованные задачи, включая диагностику, прогнозирование, поиск паттернов, кластеризацию данных и глубинное извлечение знаний из информации.

Компоненты работают на основе технологий искусственного интеллекта, систем обработки знаний, используются нейросетевые модели и комбинированные подходы [7, 8].

Проанализируем постановку задачи поддержки принятия решений в интеллектуальных системах: $G = F(X, T, H, D, W, U)$, где X — совокупность входных параметров, отражающих текущее состояние субъектов хозяйствования и протекающих процессов; T — набор критериев оценки достижения целей на различных уровнях управления; H — массив экспертиз по критериям эффективности реализации целей с позиций пользователей (менеджеров) на разных уровнях; D — группа вычисленных показателей деятельности предприятия для различных уровней управления; W — комплекс функций трансформации показателей X и D ; U — соответствие между группой показателей D и их оценками по критериям из T .

Функции W строятся на основе аналитических моделей расчёта экономических метрик. Применение преобразования U позволяет формировать функционалы оценки производственно-финансового положения организаций [9, 10].

Для решения поставленной оптимизационной задачи требуется определить, какие именно трансформации будут использоваться, а также способы оценки состояния объектов.

В состав интеллектуального блока включены элементы, ориентированные на анализ и предиктивный расчёт одного из ключевых показателей K . Благодаря блоку прогнозирования повышается достоверность получаемых оценок, приближенная к реальной картине.

На практике менеджеры при анализе отдельных направлений деятельности учитывают данные не только текущего момента, но и исторические, а также осуществляют прогнозирование будущего состояния [5]. Такой подход наиболее полно учитывает накопленный опыт руководителей и способствует формированию обоснованной, адекватной оценки.

Предлагается применить комплексный метод, входящий в состав интеллектуального модуля.

— Определение ключевых состояний исследуемой системы с последующим построением соответствующего графа, на основе которого осуществляется решение поставленной задачи.

— Применение экспертной системы, основанной на правилах продукций, обучение которой выполняется с привлечением искусственных нейросетей [6], с учётом использования параллельных вычислительных алгоритмов и адаптивных моделей прогнозирования. При необходимости перед началом прогнозирования производится первоначальная фильтрация временных рядов. Проверка эффективности работы нейросетей проводится с использованием метода наименьших квадратов, а также применяются его критерии при оценке погрешностей.

— Начальное прогнозирование значений параметров возможно с помощью регрессионного анализа, при этом тип используемого многочлена (алгебраический, тригонометрический и т.д.) выбирается исходя из особенностей конкретной задачи.

— Таким образом, реализация предложенного подхода позволяет существенно повысить точность определения параметров процессов, протекающих в энергетической организации, при их моделировании.

Список литературы

1. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJVMG.
2. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
3. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPELSU.
4. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
5. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BBHAFV.
6. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
7. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти

томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

8. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.

9. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

10. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDFP.

АВETИСЯН ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, преподаватель

МЕРЗЛЯКОВ ДАНИИЛ ВАЛЕРЬЕВИЧ, студент

ПРИЩЕП ЭВЕЛИНА МИХАЙЛОВНА, студент

ЛЯПУСТИНА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Статья связана с анализом возможностей использования возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник, система.

Помимо очевидных достоинств развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в агропромышленном комплексе и строительстве — неисчерпаемости, экологической безопасности и обеспечения энергетической устойчивости — существует ряд вызовов и рисков [1], которые условно делятся на экологические, экономические, политические и технологические категории. Как отмечалось ранее, ветроэнергетика активно внедряется во многих странах Европейского союза, Азии и США. Она пользуется поддержкой у значительного числа сторонников, однако сталкивается и с серьёзной оппозицией. К распространённым доводам против использования энергии ветра относится то, что ветровые электростанции портят ландшафтные виды, особенно холмистую местность и прибрежные зоны.

Кроме того, до конца не изучены долгосрочные [2] негативные последствия сосредоточения крупных групп ветряных генераторов на состоянии окружающей среды и здоровье людей. На данный момент ветроустановки чаще всего располагают вдоль морских побережий, что, по замыслу, снижает нагрузку на население. Однако последние научные данные указывают на возможный вред, причиняемый массивными группами ветротурбин в морской среде, особенно для фауны водных и воздушных обитателей — морских млекопитающих и пернатой дичи.

Применение солнечной энергии в малых масштабах, например, для автономного энергоснабжения [3] жилых домов или удалённых посёлков, практически не вызывает особых сложностей. Однако массовое развитие фотоэлектрической генерации в Европе сталкивается с рядом препятствий — недостатком площадей и ограничением [4] солнечной радиации. Нестабильность выработки энергии из-за изменчивости погодных условий и времени суток влечёт за собой расхождение между периодом её производства и потребления [5]. Это требует применения систем накопления электроэнергии, реализация которых на больших объёмах остаётся невозможной при текущем уровне технологического прогресса.

Одной из ключевых проблем в аграрно-промышленном комплексе и строительстве является высокая себестоимость возведения крупных солнечных электростанций и их компонентов [6], значительную часть которой составляет использование дефицитных редкоземельных металлов — таких, как индий и теллур.

Стимулы к развитию возобновляемых источников энергии:

— обеспечение энергетической независимости и повышение национальной безопасности;

Для многих государств, включая страны Евросоюза, переход на ВИЭ выступает способом снижения зависимости от импорта традиционных видов топлива, которая в ряде случаев приводит к политической уязвимости (например, в контексте ситуации с Украиной).

— охрана окружающей среды;

Применение возобновляемых источников энергии минимизирует воздействие на экосистемы и снижает риск загрязнения воздуха, воды и почвы по сравнению с классическими источниками энергии [7].

— выход на глобальные рынки ВИЭ, особенно в регионах с быстрым экономическим ростом;

Национальные и корпоративные лидеры в сфере ВИЭ могут занять доминирующие позиции на международном уровне, формируя будущее лидерство в производстве чистой энергии.

— бережливое отношение к запасам традиционных энергоносителей ради будущих поколений;

— ограниченность доступных запасов невозобновляемых ресурсов;

— диспропорция в географическом расположении месторождений углеводородов [8];

— постоянный рост стоимости ископаемого топлива;
 — растущий спрос на топливо для нейтральных по энергетике отраслей, где оно используется не исключительно в целях производства энергии.

В качестве ещё одного важного аспекта стоит рассмотреть потенциал применения отдельных видов ВИЭ — солнечной и ветровой энергии — в агропромышленном комплексе и строительстве, а также в нефтегазовой отрасли, особенно на отдалённых месторождениях, где сооружение традиционных электростанций связано с высокой стоимостью и трудозатратностью [9, 10].

Учитывая экономическую целесообразность, подобное использование станет возможным лишь при условии, что капиталовложения и расходы на обслуживание новых источников энергии окажутся ниже аналогичных показателей для традиционных электростанций.

На основании проведенного анализа различных форм энергии можно сделать следующие выводы: в зависимости от технологии их применяют, все ВИЭ разделяют на два типа — традиционные и нетрадиционные.

К первым относятся гидроэнергия, генерируемая на крупных гидроэлектростанциях, а также энергия биомассы (древесина, кизяк, солома и пр.), используемая для нагрева путём обычного сжигания.

К категории нетрадиционных ВИЭ причисляют солнечную и геотермальную энергию, энергию ветра и волн, приливов, течений, небольших гидрологических объектов (с мощностью до 10 МВт), а также биомассу, применяемую нестандартными методами — для производства тепла, электроэнергии и топлива для двигателей внутреннего сгорания.

Отметим, что наиболее стремительный рост за последние годы продемонстрировали как раз солнечная и ветроэнергетика.

Список литературы

1. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BBNAFV.
2. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
3. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJVMG.
4. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
5. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPESLU.
6. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский //

Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.

7. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.

8. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

9. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDFP.

10. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

ВДОВИНА ДАРИНА АЛЕКСЕЕВНА, студент

(e-mail: vdovinagalina93@gmail.com)

УДАЛЫХ ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА, студент

(e-mail: olga_udalykh@mail.ru)

ТАНЫГИН ОЛЕГ ФЕДОРОВИЧ, к.т.н., доцент

(e-mail: oftanygin@yandex.ru)

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 0,4–10 КВ

В данной статье проанализирована структура технологических потерь электроэнергии, характерных для сетей низкого и среднего напряжения, выявлены ключевые факторы их возникновения, обобщены технические и организационные решения, направленные на снижение потерь. Показано, что комплексное применение мероприятий по балансировке нагрузок, компенсации реактивной мощности, модернизации трансформаторного оборудования и совершенствованию систем учета и контроля режимов позволяет обеспечить устойчивое сокращение технологических потерь.

Ключевые слова: распределительные сети, технологические потери, энергобережение, реактивная мощность, трансформаторная подстанция, качество электроэнергии.

Введение

Распределительные сети напряжением 0,4–10 кВ являются наиболее протяженной частью электроэнергетической системы Российской Федерации и обеспечивают электроснабжение подавляющего большинства конечных потребителей. Именно на данном уровне фиксируется значительная доля технологических потерь электроэнергии, что обусловлено как физическими процессами передачи энергии по проводникам, так и техническим состоянием оборудования. Снижение потерь рассматривается как одно из приоритетных направлений развития электроэнергетики. Потери влияют не только на экономические показатели сетевых организаций, но и на конечную стоимость электроэнергии для потребителей. В этой связи исследование причин потерь и возможных путей их сокращения представляет практический интерес[1].

Структура и причины технологических потерь

Технологические потери в распределительных сетях 0,4–10 кВ включают потери в линиях электропередачи, трансформаторах и вспомогательном оборудовании. Основная доля приходится на активные потери в проводниках, которые пропорциональны квадрату протекающего тока и сопротивлению линии. В условиях значительной протяженности сетей, особенно в сельской местности, линейные потери приобретают определяющее значение.

В сетях 0,4 кВ существенным фактором является неравномерность распределения однофазных нагрузок по фазам. Несимметрия приводит к росту токов в отдельных фазах и в нулевом проводнике, что вызывает дополнительные потери активной мощности и отклонения напряжения. Подобные режимы характерны для жилой застройки, где нагрузка изменяется в течение суток и имеет выраженную неравномерность.

Потери в силовых трансформаторах 10/0,4 кВ складываются из потерь холостого хода и потерь короткого замыкания. При сниженной загрузке подстанций относительная доля постоянных потерь возрастает. В распределительных сетях, эксплуатируемых длительное время без модернизации, доля оборудования с повышенными потерями остается значительной[2].

Дополнительным источником увеличения потерь является переток реактивной мощности. Низкий коэффициент мощности приводит к росту токовой нагрузки элементов сети, что влечет увеличение активных потерь в линиях и трансформаторах. В современных условиях распространения бытовых приборов и промышленного оборудования с нелинейными характеристиками учет влияния реактивной составляющей становится особенно важным.

Современные направления энергосбережения

Одним из наиболее доступных и сравнительно малозатратных направлений является балансировка фазных нагрузок. Регулярный контроль распределения токов по фазам и перераспределение однофазных потребителей позволяют снизить коэффициент несимметрии. Практические расчеты показывают, что уменьшение неравномерности нагрузки способствует снижению потерь в линиях 0,4 кВ и улучшению качества напряжения у потребителей.

Значительное внимание уделяется компенсации реактивной мощности. Установка автоматических конденсаторных установок на стороне 0,4 кВ позволяет повысить коэффициент мощности до нормативных значений. Это приводит к уменьшению токов в сети и снижению тепловых потерь в проводниках и обмотках трансформаторов. В ряде случаев рациональное размещение компенсирующих устройств на низковольтной стороне подстанций оказывается более эффективным, чем централизованная компенсация на уровне 10 кВ [3].

Важным направлением является модернизация трансформаторного оборудования. В соответствии с требованиями стандартов, разрабатываемых Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, новые трансформаторы должны обеспечивать пониженные уровни потерь холостого хода и короткого замыкания. Замена устаревших трансформаторов на энергоэффективные модели позволяет снизить постоянные потери, особенно в сетях с невысокой плотностью нагрузки.

Перспективным направлением считается совершенствование систем учета электроэнергии. Внедрение автоматизированных систем учета позволяет более точно определять баланс электроэнергии, выявлять участки с аномально высокими потерями и анализировать режимы потребления. Детализация данных по точкам учета создает основу для принятия обоснованных технических решений [4].

Развитие систем мониторинга параметров режима также способствует снижению потерь. Контроль уровней напряжения, токов и коэффициента мощности в режиме, близком к реальному времени, позволяет своевременно выявлять перегрузки, повышенные переходные сопротивления контактных соединений и отклонения напряжения от допустимых значений. Предупреждение аварийных режимов уменьшает дополнительные потери, возникающие при работе оборудования в неблагоприятных условиях [5].

Отдельного внимания заслуживает оптимизация схем электроснабжения. Рациональное секционирование линий, сокращение избыточной протяженности низковольтных участков и перенос границ балансовой принадлежности позволяют уменьшить длину токовых путей и, соответственно, активные потери. При реконструкции сетей целесообразно рассматривать варианты перевода части нагрузок на более высокий уровень напряжения с установкой дополнительных подстанций 10/0,4 кВ.

Кроме того, важную роль играет повышение качества эксплуатации. Регулярное техническое обслуживание, своевременная замена изношенных проводов и контактных соединений, контроль состояния изоляции и заземляющих устройств позволяют поддерживать параметры сети на нормативном уровне и предотвращать рост потерь, связанный с ухудшением технического состояния оборудования.

Таким образом, энергосбережение в распределительных сетях 0,4–10 кВ следует рассматривать как результат последовательной реализации комплекса мероприятий, охватывающих как техническую модернизацию, так и совершенствование эксплуатационной практики.

Заключение

Проблема технологических потерь в распределительных сетях 0,4–10 кВ остается актуальной для электроэнергетики Российской Федерации. Анализ структуры потерь показывает, что их величина определяется сочетанием линейных потерь, потерь в трансформаторах, несимметрией нагрузок и влиянием реактивной мощности. Основными направлениями энергосбережения являются балансировка фазных нагрузок, компенсация реактивной мощности, модернизация трансформаторного оборудования, развитие систем учета и мониторинга, а также оптимизация схем электроснабжения. Комплексный подход к реализации указанных мероприятий позволяет обеспечить устойчивое снижение технологических потерь и повышение эффективности функционирования распределительных сетей. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой методов прогнозирования нагрузок, оценкой влияния распределенной генерации на режимы низковольтных сетей и совершенствованием алгоритмов управления режимами с учетом требований к качеству электроэнергии.

Список литературы

1. Воротницкий, В. Э. Снижение потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях Сравнительный анализ зарубежного и отечественного опыта Часть 1. Структура потерь. Сравнительный анализ динамики потерь в электрических сетях различных стран. Регуляторные мероприятия по снижению потерь / В. Э. Воротницкий, А. В. Могиленко // Библиотечка электротехника. – 2021. – № 4-5(268-269). – С. 1-144. – EDN OGHGBK.

2. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 кВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // 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; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 128-131. – EDN MRHOSA.

3. Титова, Т. А. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях / Т. А. Титова, Б. С. Компанец // Энерго- и ресурсосбережение – XXI век : Материалы XVII международной научно-практической конференции, Орёл, 02–04 декабря 2019 года. – Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019. – С. 66-68. – EDN AGCFNS.

4. Крюкова, В. А. Методы регулирования напряжения в сетях 0,4-10 кВ / В. А. Крюкова, Е. Н. Лобанова // Тинчуринские чтения : Материалы XIV Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 23–26 апреля 2019 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 1. Часть 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. – С. 83-86. – EDN LQOWZF.

5. Шестернева, А. М. Энергосберегающие решения в распределительных электрических сетях с применением интеллектуальных сетей Smart Grid / А. М. Шестернева, О. Н. Титаренко, Е. Г. Малюк // Энергетические установки и технологии. – 2020. – Т. 6, № 4. – С. 103-111. – EDN WFPCXM.

ВОРОНОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ, профессор
МАКАРОВ ЗАХАР АНДРЕЕВИЧ, студент
ХВОСТУНОВ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ, студент
ПРЕССЛЕР АНДРЕЙ МАКСИМОВИЧ, студент
 Воронежский институт ФСИИ России, г. Воронеж, Россия
 Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу возможностей развития возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник, система.

С текущими темпами развития производственных мощностей в агропромышленном комплексе и промышленно-географической сфере, а также освоением углеводородных ресурсов вопросы экологической безопасности становятся особенно значимыми. Распространённое применение энергозатратных и химических процессов, выпуск новых химикатов, слабый уровень экологического надзора приводят к росту эмиссии токсичных веществ в атмосферу, опасных для здоровья людей. Параллельно происходит истощение запасов нефти, природного газа, угля, торфа и ядерного топлива. Современный мировой научно-технический прогресс стремится найти решения для преодоления энергетических и экологических вызовов. Альтернативные источники энергии [1, 2] пред-

ставляют собой технологии, способные вырабатывать электроэнергию (или иную форму энергии), обеспечивая замену традиционных систем, основанных на использовании ископаемого топлива.

В агропромышленном и промышленно-географическом секторах альтернативные источники подразделяются на: гидроэнергетические, ветровые, геотермальные, солнечные и биотопливные системы.

Гидроэнергетические ресурсы основаны на использовании потенциальной и кинетической энергии водных масс. Приливные электростанции (ПЭС) — разновидность гидроэлектростанций, которые преобразуют энергию приливов, обусловленную вращением Земли. Энергия извлекается путём перекрытия заливов или устьев рек плотинами с установленными гидрогенераторами. Опыт функционирования первых глобальных ПЭС — Ранс в Франции и Кислогубская в России — уже более 30 лет показывает их ключевые достоинства: полное отсутствие выбросов вредных веществ, золы, радиоактивных и термальных отходов, отсутствие необходимости в добыче, транспортировке, переработке и сжигании топлива, не требуется потребление кислорода воздуха, не происходит затопления территорий, а риск разрушения сооружений минимальный.

Основной минус заключается в высокой стоимости возведения объектов и колеблющейся выработке мощности в течение суток. Международное сообщество прогнозирует активное развитие использования приливной энергии в XXI веке [5, 6].

Её ресурсы способны покрыть до 15 % текущего уровня энергопотребления.

3.3 Тепловая энергия Земли. Геотермальная энергия представляет собой использование природного тепла, скрытого внутри планеты. Это тепло можно применять как для отопления жилых помещений и промышленных объектов, так и для выработки электричества. Тепловые источники распространены во многих регионах мира.

Геотермальная энергетика обладает рядом ключевых преимуществ перед прочими формами возобновляемой энергии:

- источник практически не исчерпаем и работает стабильно круглосуточно;
- допустимо размещение станций даже в сейсмоактивных районах.

Основной минус — высокие начальные капитальные затраты на строительство геотермальных установок. За последнее десятилетие общая установленная мощность этих станций увеличивалась в среднем на 3 % ежегодно.

Использование энергии ветра [7, 8] человек знает с древних времён — например, благодаря парусным судам и ветряным мельницам. Ключевое преимущество ветровых электростанций (ВЭУ) — полное отсутствие выбросов в воздух. По прогнозам специалистов, к 2050 году глобальная ветроэнергетика сможет уменьшить годовые выбросы CO₂ примерно на 1,5 млрд тонн. Основные ограничения: скорость ветра постоянно меняется, что приводит к неравномерной работе генераторов; для размещения крупных массивов ветряков требуется огромная территория — десятки тысяч гектаров. Кроме того, работающие установки производят сильный шум, отпугивают дикую фауну, нарушая её поведение и экологическое равновесие. Несмотря на то что ветроэнергетика демонст-

рирует устойчивый рост в сфере АПК и ПГС, на данный момент её существенные недостатки перевешивают положительные стороны.

Солнечная энергия является наиболее мощным из всех доступных возобновляемых источников энергии — солнечное излучение способно поставлять в тысячу раз больше энергии, чем все остальные источники вместе взятые [9, 10]. Солнечные установки всё активнее внедряются в глобальную энергосистему. Их ключевые преимущества — бесплатность, экологичность, неисчерпаемость, особенно актуальная в удалённых регионах, где нет подключения к электросетям. Однако есть и минусы: зависимость от погодных условий и времени суток, высокая цена, связанная с использованием дефицитных материалов, таких как индий и теллур, а также значительные площади, необходимые для размещения установок. На сегодняшний день разрабатываются проекты, направленные на преодоление этих ограничений. Одним из перспективных решений считается создание искусственного спутника, оснащённого массивом солнечных панелей. Накапливая энергию, он смог бы передавать её на Землю в виде микроволнового луча, который затем был бы принимаем наземными станциями.

Биотопливо используется человеком уже тысячи лет и продолжает играть важную роль во многих странах как основной источник тепла и средства приготовления еды. Древесина остаётся самым распространённым видом биотоплива. Современные технологии позволяют производить его из растительного и животного сырья, органических отходов живых существ или промышленных побочек. Биотопливо получило широкое развитие в сельском хозяйстве и энергетике неслучайно: в его составе почти полностью отсутствуют вредные вещества, характерные для нефтепродуктов; любая страна располагает возможностью добывать сырьё и организовать собственное производство; вместо того чтобы разлагаться и выделять вредный CO₂, отходы используются в качестве топлива; самое главное — сырьё для него постоянно восполняется. Тем не менее, производство биотоплива остаётся дорогим процессом. По данным за 2024 год, мировое производство жидкого биотоплива достигло 105 млрд литров, что составило около 2,7% от общего объёма топлива, используемого в автомобильной сфере. Существует ещё ряд других форм альтернативной энергетики.

В океанах Земли, покрывающих 71 % её поверхности, заложены разнообразные источники энергии — от волн и приливных процессов до скрытой энергии водорода, содержащегося в молекулах воды, а также энергии океанических течений и градиентной энергии, извлекаемой за счёт перепада температур поверхностных и глубоководных слоёв воды. Все эти формы могут быть превращены в традиционные виды топлива. Обилие таких источников и их многогранность обеспечивают устойчивый доступ к энергии на ближайшее будущее, исключая вероятность дефицита.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPESLU.

2. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.

3. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BVHAFV.

4. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.

5. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.

6. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.

7. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHNY.

8. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.

9. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

10. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

ВОРОНОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ, профессор
РУДНЕВ ДАНИИЛ ВАДИМОВИЧ, студент
СМОТРОВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ, студент
МИРОНОВ АРТЕМИЙ АНДРЕЕВИЧ, студент
 Воронежский институт ФСИН России, г.Воронеж, Россия
 Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК, СВЯЗАННЫХ С РАЗВИВАЮЩИМИСЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу свойств развивающихся возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник энергии, генерация энергии.

Возобновляемые источники энергии — это энергоресурсы, основанные на непрерывно протекающих либо регулярно повторяющихся природных явлениях, а также на биологических циклах растительной и животной жизни, а также на социально-экономической активности человека. К категории ВИЭ принято относить традиционные формы — гидроэнергетику и биомассу — и нетрадиционные, включающие все остальные типы. В агропромышленном комплексе и производственно-географических системах дополнительно выделяют вторичные возобновляемые источники энергии [1, 2], которые формируются в процессе хозяйственной деятельности: тепло от промышленных и коммунальных сточных вод, вентиляционные потоки, твердые побочные материалы, отходы различных производств и сельского хозяйства, а также промежуточные энергетические ресурсы, такие как метан, выделяемый в угольных пластах благодаря естественным химическим процессам. Ситуация с торфом остаётся неоднозначной — в научной среде отсутствует единой терминологии, определяющей его принадлежность к ВИЭ (или к ценным органическим удобрениям). Особенно значимым представляется анализ глобальных рынков нетрадиционных ВИЭ: они менее изучены, однако демонстрируют высокую перспективность по сравнению с традиционными источниками [3, 4]. Ключевыми преимуществами нетрадиционных ВИЭ являются их постоянная доступность, минимальное воздействие на окружающую среду, широкая географическая распространённость. Дополнительными факторами, способствующими их внедрению, служат обеспечение энергетической безопасности, повышение стоимости ископаемого топлива и развитие инновационных технологий.

Уровень конкурентоспособности нетрадиционных возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе и промышленно-географической системе напрямую зависит от стоимости энергоресурсов. Рост последних стимулирует применение альтернативных технологий [5, 6], а усиление экологических норм, в результате чего повышаются удельные капитальные затраты на

создание традиционной генерации, неизбежно способствует расширению доли нетрадиционных ВИЭ. К основным ограничениям таких источников относятся:

- более высокая цена произведенной энергии по определённым типам ВИЭ по сравнению с углеводородными источниками;
- трудности в обеспечении стабильного соответствия между производством электроэнергии и её потреблением из-за непостоянства поступления энергии, особенно в крупных промышленных проектах;
- проблемы, возникающие при подключении оборудования на основе нетрадиционных ВИЭ к общей электросети;
- низкая удельная мощность и значительная динамика колебаний энергопотока во времени [8].

Первое обстоятельство влечёт за собой необходимость увеличения площадей, занимаемых энергетическими установками — например, лопастями ветрогенераторов, — что в свою очередь вызывает массовое освоение территорий и повышенный расход материалов, что, как правило, ведёт к росту удельных инвестиций по сравнению с классическими энергогенерирующими объектами. Что касается второго аспекта — временной нестабильности поставок, — то он требует дополнительных расходов на системы хранения, переработки и регулирования энергии [9, 10].

Сегодня различают два основных направления применения солнечной энергии:

— Фотовольтаические системы (PV) преобразуют солнечный свет (фотоны) в электричество; наиболее распространены в строительстве. При попадании ультрафиолетового излучения на две отрицательно заряженные металлические поверхности освобождаются свободные электроны, которые под действием электростатических сил перемещаются к противоположной пластине, образуя электрический ток.

— Тепловые технологии используют солнечную энергию для производства тепла. С помощью зеркал и линз солнечный свет концентрируется на теплоносителе, нагревая его до высокой температуры. Нагретая жидкость направляется по трубам в парогенератор или двигатель, где её термическая энергия преобразуется в электрическую.

Малые солнечные установки мощностью ниже 1 кВт находят широкое применение в удалённых районах — для питания жилищ без центрального электроснабжения, автономных телекоммуникационных систем, дорожных сигнализаций и аналогичных объектов. Особое значение имеют гелиотермальные электростанции, работающие за счёт концентрации солнечного излучения с помощью рефлектор-систем. Вырабатываемое при этом тепло передаётся в паровую турбину, которая производит электроэнергию по принципу традиционных паровых установок.

Для эффективной интеграции ветроэнергетики в агропромышленный комплекс и производственные хозяйства требуется решить две ключевые задачи: обеспечение сбора кинетической энергии ветра с наибольшей возможной площади и достижение стабильности и равномерности ветровых потоков. На дан-

ный момент существенного прогресса в решении вопроса стабильности ветрового режима достигнуто не было.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. — С. 199-202. — EDN LKZJKS.
2. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. — С. 361-363. — EDN DPELSU.
3. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. — 2024. — Т. 24, № 1. — С. 88-97. — DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. — EDN RZSDQA.
4. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. — 2024. — № 1(48). — EDN BBHAFV.
5. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. — 2022. — № 1(40). — С. 58-60. — EDN HTACTS.
6. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // *International Journal of Advanced Studies*. — 2023. — Т. 13, № 2. — С. 20-32. — DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. — EDN TYJBMG.
7. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // *Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций* : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. — С. 319-321. — EDN YTNDFP.
8. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // *Проблемы развития современного общества* : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. — С. 345-348. — EDN PBOVOS.
9. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. — 2022. — № 1(40). — С. 36-38. — EDN DACFEB.
10. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // *Проблемы развития современного общества* : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. — С. 339-342. — EDN EFNHHY.
11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирулин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение*. — 2020. — Т. 10, № 3/4. — С. 136-150. — EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

ВОРОНОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ, профессор

ЗАДОРЖНИЙ ТИМОФЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, студент

ЗАХАРОВА ВИКТОРИЯ ВИТАЛЬЕВНА, студент

ИВАНОВ ДМИТРИЙ ОЛЕГОВИЧ, студент

Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж, Россия

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

В статье обсуждаются проблемы, связанные с созданием альтернативных источников энергии. Рассматриваются оценка мощностных характеристики подобных источников. Указаны возможности по использованию источников энергии.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, энергетические затраты, мощность, эффективность.

Анализ перспектив использования альтернативных источников энергии [1, 2] в агропромышленном комплексе и системах производства и хранения продовольственных товаров (ПГС) для центральной полосы России выявляет возможность применения таких вариантов, как ветряная энергия [3], энергия, связанная с биомассой, гидроэнергетика [4, 5], солнечная энергия, использование природного холода, производство биогаза и применение тепла глубинных пород.

Хранение пищевых продуктов требует обеспечения низких температур, причём предпочтение следует отдавать естественному холоду, сформированному без значительных энергозатрат. В условиях средней полосы России основным источником такого холода становятся сезонные климатические колебания.

Естественный холод способен сохраняться в почве, окружающей хранилище. У некоторых видов продукции необходима строго стабильная температура в ограниченном диапазоне.

Для аккумуляции холода в АПК и ПГС часто используют термосвайные конструкции, внутри которых рабочее вещество проходит через испарительно-конденсационный цикл. Такие системы называют эффективными «сверхпроводниками» тепла.

Одним из ключевых факторов успешной эксплуатации является минимизация температурных колебаний, обеспечивающих высокую холодопроизводительность. Обязательно соблюдение принципа, аналогичного работе электронного диода — прекращение передачи тепла, когда температура грунта оказывается ниже, чем в окружающей среде.

В условиях сильно пониженной температуры грунта также важно осуществлять терморегулирование, что позволяет снизить тепловые потери.

Особый интерес представляет использование органических отходов сельского хозяйства как перспективного возобновляемого источника энергии. Это позволяет достичь экономии в эквиваленте условного топлива. Критически важным является развитие интегрированных [6] систем энергообеспечения, сочетающих традиционные и возобновляемые источники энергии.

Несмотря на значительные затраты на строительство и эксплуатацию солнечных и ветровых электростанций, их использование оправдано — ведь солнечная радиация и ветер доступны круглогодично, что позволяет комбинировать эти источники энергии с учётом сезонной изменчивости климатических условий, дополняя их другими видами возобновляемой энергии. Мощность отдельных ветрогенераторов часто ограничена и составляет всего несколько киловатт, однако такие устройства показывают высокую эффективность при правильном подборе параметров [7]. Наиболее перспективными считаются крыльчатые конструкции, которые можно адаптировать под различные скорости воздушного потока за счёт регулировки момента вращения. Оптимизация положения лопастей в пространстве позволяет максимизировать воздействие ветрового потока, повышая КПД системы [8]. Энергию, полученную от ветра, можно направить на работу трубчатых электронагревательных элементов, предназначенных для обогрева помещений, полов или нагрева жидкостей в ёмкостях. Среди региональных особенностей — в условиях средней полосы РФ одна погонная площадь [9] солнечной установки способна вырабатывать до нескольких сотен кВт·ч годовой электроэнергии. Кроме того, солнечная энергия применима для подогрева воды. Учитывая наличие десятков тысяч рек и небольших водотоков в этой зоне, существует реальная возможность освоения гидроэнергетических ресурсов без создания крупных искусственных водоёмов. Источники с незначительной [10] выходной мощностью различных типов могут быть интегрированы в микросети, обеспечивая высокую экономичность проектов и существенный экологический выигрыш.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPFLSU.
2. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
3. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
4. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN VBHAFV.
5. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
6. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.
7. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.
8. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.
9. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHNY.
10. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.
11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.
12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.
14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.
15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

ДАВЫДОВ ИЛЬЯ ВИТАЛЬЕВИЧ, студент,

КОНЯЕВ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО-МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

В статье дается объяснение явления атмосферного электричества. Приведены описания исследователей, занимающихся атмосферным электричеством. Рассмотрены гипотезы использования атмосферной энергии Земли.

Ключевые слова: энергия, энергоресурсы, атмосферное электричество, молния, ионизация, разряд, электрическое поле, потенциал.

В настоящее время с всевозрастающим потреблением энергетических ресурсов и уменьшением естественных невозобновляемых природных энергоресурсов, на первое место ставится вопрос поиска и создания дешевых и доступных источников энергии [1,2,3]. Наиболее используемый и потребляемый сегодня вид энергии - это электричество. Когда мы говорим об электричестве, первое, что приходит на ум - это провода, розетки и сложные электростанции. Однако задолго до того, как человек научился добывать энергию, планета Земля сама являлась гигантской электрической машиной. Пространство между земной поверхностью и ионосферой пронизано электромагнитными полями, а воздух, который мы считаем изолятором, постоянно находится в состоянии слабой, но вполне реальной ионизации. Современные информационные ресурсы имеют достаточно много информации по гипотезам использования свободной неучтенной энергии [4].

В последнее время вызывает интерес у исследователей старые фотографии или рисунки, на которых изображены то столбы без проводов, то улицы, освещенные фонарями, то целые здания и даже Московский Кремль в огнях. А ведь снимки были сделаны еще во второй половине XIX - начале XX века, а рисунки - вообще XVIII века. И тут встает вопрос: могло ли сто, или двести лет назад существовать электричество, которое получали из атмосферы?



Рисунок 1 – Примеры изображения источников освещения на рисунках и фотографиях XVIII и XIX века (рисунок взят из свободного доступа сети интернет).

Атмосферное электричество - это совокупность электрических явлений в атмосфере. Оно включает в себя как «тихую» электризацию воздуха в ясный день, так и бурные проявления в виде гроз, молний и полярных сияний. Изучение этого феномена не только помогает нам понимать погоду, но и открывает перспективы для получения альтернативной энергии в будущем.

Человечество знакомо с видимыми проявлениями атмосферного электричества с древнейших времен. Молния всегда поражала воображение, ассоциируясь с гневом богов (Зевс, Юпитер, Перун). Но научный подход начался лишь в XVIII веке. Ключевую роль сыграл Бенджамин Франклин. В 1752 году он провел свой знаменитый (и смертельно опасный) эксперимент с воздушным змеем. Запустив змея в грозовое облако, Франклин обнаружил, что металлический ключ, привязанный к веревке, начал искрить. Он доказал, что молнии имеют электрическую природу, и предложил первый громоотвод. В XIX веке исследования продолжили такие ученые, как Михаил Ломоносов и Георг Рихман (последний погиб от удара молнии во время опыта). Ломоносов выдвинул гипотезу о вертикальных воздушных течениях как причине электризации облаков. В XX веке с развитием авиации и космонавтики стало возможным изучение электрических полей в верхних слоях атмосферы, вплоть до ионосферы.

В хорошую погоду (так называемая «тихая» атмосфера) между поверхностью Земли и ионосферой существует разность потенциалов. Земля заряжена отрицательно, а верхние слои атмосферы - положительно. Напряженность этого электрического поля у поверхности в среднем составляет около 100–150 В/м. Это означает, что с каждым метром подъема напряжение растет примерно на 100 В. Однако мы не чувствуем удара тока, так как воздух является хорошим диэлектриком. Проводимость воздуха обеспечивается наличием ионов - заряженных частиц, которые возникают под действием космических лучей и радиоактивного излучения почвы.

Основные «кузницы» атмосферного электричества - это грозовые облака (кучево-дождевые). Механизм их электризации сложен и до конца не изучен, но основная теория гласит, что ключевую роль играет трение (трибоэлектрический эффект). Внутри облака циркулируют мощные восходящие и нисходящие пото-

ки воздуха. Капли воды, кристаллы льда и градины сталкиваются друг с другом. В результате столкновений более легкие и мелкие частицы (кристаллы льда) заряжаются положительно и поднимаются в верхнюю часть облака, а тяжелые частицы (градины, крупные капли) получают отрицательный заряд и опускаются вниз. Таким образом, облако превращается в гигантский конденсатор: сверху «плюс», снизу «минус». Когда разность потенциалов достигает критической точки (пробивного напряжения воздуха), происходит электрический разряд - молния.

Молния - это гигантский электрический искровой разряд в атмосфере. Длина молнии может достигать нескольких километров, а сила тока в канале - от 10 до 500 тысяч ампер. Температура в канале молнии нагревается до 30 000 °С, что в 5 раз горячее поверхности Солнца. Именно мгновенный разогрев воздуха вызывает взрывную волну, которую мы слышим как гром.

Интересно, что мы видим молнию как единую вспышку, но на самом деле она состоит из нескольких этапов:

- 1.Лидер: От облака к земле движется слабо светящийся канал ионизированного воздуха (ступенчатый лидер), прокладывая путь.
- 2.Встреча: Когда лидер приближается к земле, навстречу ему с острых предметов (мачт, деревьев) поднимается встречный искровой разряд.
- 3.Главный разряд: После замыкания цепи происходит мощный обратный разряд от земли к облаку. Вот эту яркую вспышку мы и видим.

Помимо классических линейных молний «облако-земля», существуют и другие виды: внутриоблачные молнии, ленточные, четочные, а также редкие высотные явления, такие как спрайты, эльфы и джетты, которые возникают на высоте 50–100 км и были открыты только в конце XX века.

Земля и ионосфера образуют обкладки сферического конденсатора. Несмотря на то, что воздух проводит ток плохо, суммарный ток утечки этого гигантского конденсатора составляет около 1800 А. Если бы не было источника подпитки, поле Земли разрядилось бы за считанные минуты. Почему этого не происходит? Поддержание «минуса» на Земле и «плюса» в ионосфере обеспечивают грозы.



Рисунок 2-Лаборатория Н.Тесла по передаче электрической энергии (рисунок взят из свободного доступа сети интернет)

По всему земному шару одновременно бушует около 1500–2000 гроз. Они работают как генераторы, «перекачивая» отрицательный заряд на землю (по-

средством молний и тока утечки с острых предметов под облаками). Таким образом, все грозы планеты соединены в единую электрическую цепь, которая называется глобальным электрическим контуром.

Идея получения чистой энергии из воздуха витает в умах изобретателей уже давно. Самым известным энтузиастом в этой области был Никола Тесла. В начале XX века он мечтал о беспроводной передаче энергии и использовании электрического поля Земли.

Возможно, ученый и смог получить и передать энергию из атмосферы, но данные исследования были скрыты или уничтожены.

На сегодняшний день существует несколько направлений в использовании атмосферного электричества:

1. Улавливание энергии молний: Идея кажется заманчивой, ведь в одной молнии энергии столько, что ее хватило бы для питания небольшого города в течение суток. Однако на практике это нереализуемо. Молния непредсказуема по месту и времени, а её мощность настолько велика, что ни один современный накопитель не выдержит прямого удара без разрушения. Поймать молнию в сеть пока невозможно.

2. Энергия статического поля (конденсаторный метод): Более перспективным считается использование постоянного электрического поля Земли. Устройство представляет собой два изолированных проводника: один на поверхности земли (ноль), другой поднят на высоту (потенциал). Разность потенциалов теоретически можно использовать. Проблема в том, что такой источник имеет низкую мощность и сильно зависит от погоды.

3. Электростатические генераторы: Современные разработки направлены на создание устройств, которые используют энергию ветра для разделения зарядов непосредственно на месте (гибрид ветровой и статической энергии), что позволяет получать стабильный ток малой мощности для питания датчиков и метеостанций.

Атмосферное электричество - это грандиозное природное явление и в тоже время альтернативный источник энергии, изучение и применение которого еще только начинается. Возможно, в будущем генерация электроэнергии из атмосферного электричества может дать человечеству потенциально чистый источник бесконечной (условно) энергии.

Список литературы

1. Перьков, Р. Н. К рациональному использованию энергии / Р. Н. Перьков, Н. В. Коняев // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции, Курск, 05 октября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 220-223. – EDN OVKVYG.

2. Перьков, Р. Н. К использованию неучтенной энергии / Р. Н. Перьков, Н. В. Коняев // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок : в 4 т., Курск, 01 декабря 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 454-457. – EDN NVBWPP.

3. Коняев, Н. В. Биоэнергия как альтернативный источник энергии в масштабах агропромышленного предприятия / Н. В. Коняев, Е. М. Иванова // Инновационная деятельность в

модернизации АПК : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях, Курск, 07 декабря 2016 года – 09 2017 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 235-237. – EDN YJHYJV.

4. Познахирев, Е. Н. Древняя энергия - миф или реальность / Е. Н. Познахирев, 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. 235-238. – EDN ZJVDTM.

КЛИМЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, преподаватель
БОХОНЬКО УЛЬЯНА АЛЬБЕРТОВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г. Воронеж, Россия
Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Статья посвящена анализу особенностей работы энергетических систем.

Ключевые слова: энергетика, система.

Анализ показывает, что, электроэнергетику можно анализировать как базовую инфраструктурную отрасль, обеспечивающую внутренние потребности народного хозяйства и населения в электроэнергии, а также экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья. От её работы зависят состояние систем жизнеобеспечения и развитие экономики.

Влияние электроэнергетики весьма большое, так как она является базовой отраслью экономики, благодаря ее существенному вкладу в социальную стабильность общества и конкурентоспособность промышленности, включая энергоёмкие отрасли. Строительство новых мощностей по выплавке алюминия в основном связано с гидроэлектростанциями.

В электроэнергетике можно выделить комплекс экономических отношений, возникающих в процессе производства (в том числе производства в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии), передачи электрической энергии, оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, сбыта и потребления электрической энергии [1, 2] с использованием производственных и иных имущественных объектов (в том числе входящих в Единую энергетическую систему России), принадлежащих на праве собственности или на ином предусмотренном федеральными законами основании субъектам электроэнергетики [3, 4] или иным лицам. Электроэнергетика является основой функционирования экономики и жизнеобеспечения.

Не может электроэнергетика быть направлена исключительно на получение прибыли, так как является базовой инфраструктурной отраслью [5, 6].

Создавая качество жизни населения и условия развития экономики, она призвана не только обеспечивать скорейший и гарантированный возврат вложен-

ных в нее средств инвесторов, но также удовлетворять социальные потребности общества и конкурентоспособность национальной экономики. По этой причине предприятия электроэнергетики не имеют возможности максимизировать свои тарифы и вынуждены учитывать требования отраслевых ценовых регуляторов. Это замедляет возврат капиталовложений и делает электроэнергетику [7, 8] менее привлекательным объектом инвестиций по сравнению с предприятиями других отраслей.

Для ряда энергетических проектов характерны явные или неявные социальные обременения – например, обязательство поставлять электроэнергию в отдаленные районы с низкой плотностью и малым числом населения, вследствие чего поставки энергии по регулируемым тарифам в этом случае будут нерентабельными, и возникает необходимость применения перекрестного субсидирования. Наличие же планомерно убыточных подразделений и направлений деятельности снижает прозрачность фирмы, негативно воспринимается рынком и ведет к снижению капитализации компании. Энергетика является стратегической отраслью, и от нее напрямую зависит безопасность государства.

Электроэнергетика основа функционирования экономики и жизнеобеспечения людей, что позволяет считать ее социотехнической системой (СТС).

Социотехническая система состоит из технической подсистемы, подсистемы персонала, внешней среды и 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. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPELSU.
2. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
3. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BBHAFV.

4. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
5. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.
6. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
7. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.
8. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDFP.
9. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.
10. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

НЕСТЕРОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, к.т.н., доцент, доцент
ЯКОВЦОВ ЮРИЙ ДМИТРИЕВИЧ, студент

Кубанский государственный технологический университет,
 г. Краснодар, Россия
 (e-mail: nesterov@kubstu.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Представлена методика расчета электромеханической и электромагнитной постоянных времени электропривода постоянного тока по его тахограмме, полученной экспериментально при пуске в режиме холостого хода. Определение названных параметров электропривода осуществляется методом наименьших квадратов, процедура которого оформлена в виде вычислительного блока в системе компьютерной математики Mathcad.

Ключевые слова: электропривод постоянного тока, электромагнитная и электромеханическая постоянные времени электропривода, тахограмма, идентификация, метод наименьших квадратов.

В технологиях агропромышленного комплекса применяются разнообразные установки, отличающиеся своим назначением, конструкцией и принципом действия. Многие из них оснащены автоматизированным электроприводом постоянного тока [1-4]. Его применение необходимо для организации требуемого движения исполнительных органов этих установок. В тех случаях, когда от качества такого движения зависит эффективность агропромышленных технологий, оно обеспечивается системами автоматического регулирования электропривода. Их структурный и параметрический синтез требует предварительного определения параметров силовой части электропривода, таких, как электромагнитная $Tя$ и электромеханическая $Tм$ постоянные времени.

Динамические свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения при номинальном значении магнитного потока описывают уравнением [5]:

$$T_м T_я \frac{d^2 \omega(t)}{dt^2} + T_м \frac{d\omega(t)}{dt} + \omega(t) = \frac{U(t)}{c}, \quad (1)$$

где $T_м$; $T_я$ – соответственно электромеханическая и электромагнитная постоянные времени электропривода; ω – угловая скорость электропривода; U – напряжение, приложенное к якорной цепи электродвигателя; c – коэффициент ЭДС электродвигателя при номинальном значении магнитного потока.

В настоящей работе представлена методика определения постоянных времени $T_м$ и $T_я$ электропривода постоянного тока, которые удовлетворяют условию

$$T_м = 4T_я. \quad (2)$$

Пусковая тахограмма электропривода с таким соотношением постоянных времени имеет S -образный вид, являющийся свидетельством его инерционных свойств. В динамическом отношении он обладает свойствами двух последовательно соединенных инерционных звеньев первого порядка с равными постоянными времени и передаточной функцией

$$W(s) = \frac{k}{(Ts + 1)^2}, \quad (3)$$

где k , T – коэффициент передачи и постоянная времени.

Из эквивалентности уравнения (1) и передаточной функции (3) следует, что их коэффициенты удовлетворяют соотношениям

$$\left. \begin{aligned} k &= c^{-1}; \\ T_я &= 0,5T; \\ T_м &= 2T. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

В качестве информационного источника о динамических свойствах электропривода для решения этой задачи используется разгонная характеристика электропривода в виде тахограммы, полученной экспериментально при его пуске вхолостую $\omega\omega(t)$. Ее возможно аппроксимировать решением уравнения (1), соответствующим условиям (2), $U(0) = U$ и $\omega(0) = 0$. Оно описывает изменение угловой скорости электропривода во времени $\omega(t)$ в указанном режиме его работы и имеет вид

$$\omega_a(t) = \frac{U}{c} \left[1 - \left(1 + \frac{2t}{T_м} \right) \cdot e^{-\frac{t}{2T_я}} \right]. \quad (5)$$

При решении задачи аппроксимации выражение (5) допустимо использовать в качестве регрессионной модели электропривода, неизвестными коэффициентами которой являются его параметры $T_м$ и $T_я$. Но по рассматриваемым параметрам эта модель является нелинейной и не допускает линеаризации для непосредственного применения метода наименьших квадратов. Однако параметрическая идентификация электропривода с использованием его нелинейной регрессионной модели (5) все-таки может быть осуществлена в системе компьютерной математики Mathcad. Для этого следует использовать одну из предназначенных для аппроксимации встроенных функций *genfit*. Она позволяет определять параметры нелинейных регрессионных моделей подобного вида по эмпирическим данным.

Вычислительная процедура параметрической идентификации электропривода в системе Mathcad оформлена в виде вычислительного блока, реализованного ее средствами и представленного на рисунке 1.

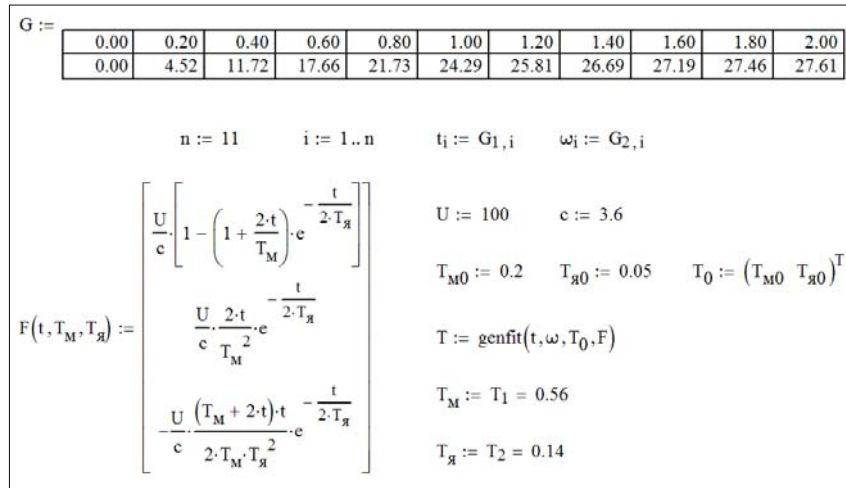


Рисунок 1 – Вычислительный блок

Он позволяет по координатам точек экспериментальной тахограммы электропривода $\omega_\varepsilon(t)$ рассчитать методом наименьших квадратов значения коэффициентов аппроксимирующего уравнения (5), которое используется в качестве регрессионной модели с неизвестными параметрами в виде постоянных времени электропривода T_M и T_J .

В начале этого блока элементам двумерного массива G присваиваются значения координат точек экспериментальной тахограммы электропривода (t_i, ω_i).

Ниже задается количество точек этой кривой $n = 11$. Далее в этой же строке сформированы векторы-столбцы t и ω , элементами которых являются соответственно абсциссы t_i и ординаты ω_i точек экспериментальной тахограммы электропривода, содержащиеся в первой ($G_{1,i}$) и второй ($G_{2,i}$) строках массива G .

В левой части вычислительного блока сформирована система уравнений, образованная уравнением регрессии (5) и его аналитически определенными частными производными первого порядка по постоянным времени электропривода T_M и T_J в виде вектора $F(t, T_M, T_J)$. В общем случае эта система уравнений имеет вид

$$F(t, T_M, T_J) = \left| \omega_a(t) \quad \frac{\partial \omega_a(t)}{\partial T_M} \quad \frac{\partial \omega_a(t)}{\partial T_J} \right|^T. \quad (6)$$

Далее задаются значения напряжения, приложенного к якорной цепи электродвигателя при его пуске вхолостую $U = 100^{\circ}\text{В}$, и коэффициента ЭДС электродвигателя $c = 3,6 \text{ Вс/рад}$.

Ниже в вычислительном блоке переменным T_{M0} и T_{J0} присваиваются начальные значения (приближения) искомым постоянным времени $T_{M0} = 0,2 \text{ с}$ и

$T_{J0} = 0,05 \text{ с}$, необходимые для решения системы уравнений (6) в ходе итерационного процесса. Они являются элементами вектора

$$T_0 = | T_{M0} \ T_{J0} |^T.$$

Искомые значения коэффициентов регрессионной модели (5) T_M и T_J восстанавливаются функцией $\text{genfit}(t, \omega, T_0, F)$. В ней экспериментальная тахограмма электропривода $\omega_\varepsilon(t)$ представлена n координатами своих точек (t_i, ω_i) соответственно в векторах t и ω , начальные приближения постоянных времени электропривода T_{M0} и T_{J0} – вектором T_0 , а правые части системы (6) – символьными элементами вектора $F(t, T_M, T_J)$.

Функция $\text{genfit}(t, \omega, T_0, F)$ возвращает неизвестные значения постоянных времени электропривода T_M и T_J в виде элементов вектора T . Они представлены справа в нижней части вычислительного блока:

$$T_M = 0,56 \text{ с}; \quad T_J = 0,14 \text{ с}.$$

При данных значениях постоянных времени электропривода уравнение (5) с минимальной среднеквадратичной погрешностью описывает его экспериментальную тахограмму $\omega_\varepsilon(t)$.

Список литературы

1. Шичков Л.П., Коломиец А.П. Электрооборудование и средства автоматизации сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1995. – 368 с.
2. Мякишев Н.Ф. Электропривод и электрооборудование автоматизированных сельскохозяйственных установок. / Н.Ф. Мякишев. – М.: «Агропромиздат», 1986. – 176 с.
3. Патент № 2070766 С1 Российская Федерация, МПК H02P 7/292, G05B 11/32. Электропривод постоянного тока с переменными параметрами механической части: № 92008122/07: заявл. 25.11.1992: опубл. 20.12.1996 / Ю.П. Добробаба, С.В. Нестеров, А.Г. Мурлин [и др.]; заявитель Кубанский государственный технологический университет. – EDN ZQDYCL.
4. Патент № 2158468 С2 Российская Федерация, МПК H02P 7/29, G05B 11/32. Электропривод постоянного тока: № 98109666/09: заявл. 20.05.1998: опубл. 27.10.2000 / Ю.П. Добробаба, С.В. Нестеров, А.Ю. Чумак, О.В. Акулов; заявитель Кубанский государственный технологический университет. – EDN AFKRKZ.
5. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.

ПАНИН ДЕНИС ВЛАДИМИРОВИЧ, студент

ЗОЛОТАРЕВ АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ, студент

БАРБАШИН ЕГОР АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

ЛЬВОВИЧ ЯКОВ ЕВСЕЕВИЧ, профессор

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

Воронежский государственный технический университет,

г. Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК И ПГС

Статья посвящена анализу особенностей функционирования энергетических систем.

Ключевые слова: энергетика, система.

Электроэнергетика в АПК и ПГС представляет собой ключевую инфраструктурную отрасль, обеспечивающую внутреннее энергоснабжение населения и народного хозяйства, а также реализующую экспортные поставки электроэнергии в страны ближнего и дальних зарубежных регионов. Её работоспособность напрямую влияет на устойчивость систем жизнеобеспечения и темпы развития экономики.

Важнейшая роль электроэнергетики в АПК и ПГС обусловлена её статусом фундаментальной составляющей экономики, поскольку вносит значительный вклад в поддержание социальной стабильности и повышение конкурентоспособности промышленных секторов, особенно энергозатратных отраслей. Создание новых мощностей по производству алюминия практически всегда связано с размещением рядом с гидроэлектростанциями.

Отрасль электроэнергетики охватывает совокупность экономических связей, формирующихся в ходе производства электроэнергии — включая комбинированное производство электрической и тепловой энергии, её передачи, диспетчерского управления, сбыта и потребления [1, 2], осуществляющегося с применением производственной и иной недвижимости (в том числе входящей в единую энергосистему Российской Федерации), находящейся в собственности или иных правах, предусмотренных федеральным законодательством, у субъектов электроэнергетической отрасли [3, 4] либо других юридических и физических лиц. Она лежит в основе функционирования экономики и обеспечения жизнедеятельности общества.

Учитывая свою стратегическую значимость, электроэнергетика в АПК и ПГС не может рассматриваться исключительно как источник прибыли, поскольку относится к базовым инфраструктурным сферам [5, 6].

Обеспечивая высокий уровень качества жизни и благоприятные условия для экономического роста, эта сфера обязана не только способствовать быстрому и надёжному возврату инвестиций, но и выполнять социальные задачи, способст-

вую укреплению международной конкурентоспособности национальной экономики. Из-за этого предприятия отрасли лишены свободы в установлении максимальных тарифов и обязаны соблюдать нормы, установленные отраслевыми регуляторами ценообразования.

Ряд энергетических проектов в агропромышленном комплексе и промышленной газовой сфере сопровождается выраженными или скрытыми социальными нагрузками — например, обязательствами по снабжению удалённых районов с низкой плотностью населения и малочисленным населением, где поставка электроэнергии по контролируемым тарифам оказывается невыгодной [7, 8], что порождает необходимость использования механизма перекрёстного финансирования. Существование структур, работающих в убыток, ослабляет прозрачность корпоративной деятельности, вызывает негативную реакцию на рынке и способствует снижению рыночной капитализации компании. Учитывая стратегическое значение электроэнергетики для национальной безопасности, её роль в обеспечении устойчивости государства трудно переоценить.

Электроснабжение представляет собой фундаментальный элемент экономической активности и жизнеобеспечения общества, что делает его ключевой составляющей социотехнической системы (СТС). Такая система включает технические компоненты, человеческий фактор, внешнюю среду и ориентирована на всестороннее понимание интеграции человека и технологий [9, 10]. За время своего становления во второй половине XX века электроэнергетика эволюционировала от простых технических решений — таких как энергоузлы на промышленных объектах — к сложным производственным системам, а в начале XXI века приобрела черты полноценной социотехнической системы. Ранее главная задача этого сектора заключалась в масштабной электрификации территорий, то есть замещении других форм энергии электричеством. Все изменения в структуре отрасли были направлены исключительно на достижение этой цели — увеличение мощностей и развитие инфраструктуры, которые стали неотъемлемой частью национального экономического потенциала.

Современная энергетика охватывает следующие аспекты:

- развитие технологий по традиционной модели;
- правовые и организационные рамки (нормативное регулирование, стандарты деятельности);
- структуру участников и их поведенческие модели (взаимодействие между поставщиками и потребителями энергоресурсов, контролирующими органами, НКО и другими субъектами);
- социально-культурную обстановку (ценностные установки, демографические и экономические тенденции).

Электросистемы характеризуются чертами сложных систем — значительным количеством связанных и взаимозависимых компонентов.

Межсистемные связи реализованы через высоковольтные линии передачи (220–500 кВ и более), работающие в синхронном режиме, что обеспечивает надёжное параллельное функционирование всех элементов энергосети.

Высокая степень сложности процессов внутри энергосистем, направленных на выполнение задач в агропромышленном комплексе и промышленно-географических регионах, а также многообразие путей достижения установленных целей функционирования.

Электроэнергетика занимает ключевое положение в российской экономике, снабжая страну необходимыми объемами электрической и тепловой энергии для нужд промышленности, жилищно-коммунального хозяйства и населения, а также экспортируя электричество в государства СНГ и за рубеж.

Промышленная база отрасли формируется из совокупности объектов: электрогенерирующих станций, котельных, распределительных электрических сетей и тепловых коммуникаций.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPELSU.
2. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.
3. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.
4. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределенными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN BVHAFV.
5. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределенных энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.
6. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.
7. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.
8. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.
9. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

10. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDFP.

11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

ТЕЛЕГИНА ВИКТОРИЯ ОЛЕГОВНА, студент
ФРИСОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
СТУКАЛОВА ВИКТОРИЯ СЕРГЕЕВНА, студент

ЛЬВОВИЧ ЯКОВ ЕВСЕЕВИЧ, профессор
Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
Воронежский государственный технический университет,
г.Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу направлений использования возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник, система.

Помимо очевидных достоинств развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в агропромышленном комплексе и строительстве — неисчерпаемости, экологической безопасности и обеспечения энергетической устойчивости — существует ряд вызовов и рисков, которые условно делятся на экологические, экономические, политические и технологические категории [1,2]. Как от-

мечалось ранее, ветроэнергетика активно внедряется во многих странах Европейского союза, Азии и США. Она пользуется поддержкой у значительного числа сторонников, однако сталкивается и с серьёзной оппозицией. К распространённым доводам против использования энергии ветра относится то, что ветровые электростанции портят ландшафтные виды, особенно холмистую местность и прибрежные зоны.

Кроме того, до конца не изучены долгосрочные негативные последствия сосредоточения крупных групп ветряных генераторов на состоянии окружающей среды и здоровье людей [3]. На данный момент ветроустановки чаще всего располагают вдоль морских побережий, что, по замыслу, снижает нагрузку на население. Однако последние научные данные указывают на возможный вред, причиняемый массивными группами ветротурбин в морской среде, особенно для фауны водных и воздушных обитателей — морских млекопитающих и пернатой дичи.

Применение солнечной энергии в малых масштабах, например, для автономного энергоснабжения жилых домов или удалённых посёлков, практически не вызывает особых сложностей [4]. Однако массовое развитие фотоэлектрической генерации в Европе сталкивается с рядом препятствий — недостатком площадей и ограничением солнечной радиации. Нестабильность выработки энергии из-за изменчивости погодных условий [5] и времени суток влечёт за собой расхождение между периодом её производства и потребления. Это требует применения систем накопления электроэнергии, реализация которых на больших объёмах остаётся невозможной при текущем уровне технологического прогресса [6].

Одной из ключевых проблем в аграрно-промышленном комплексе и строительстве является высокая себестоимость возведения крупных солнечных электростанций и их компонентов, значительную часть которой составляет использование дефицитных редкоземельных металлов — таких, как индий и теллур.

Стимулы к развитию возобновляемых источников энергии:

— обеспечение энергетической независимости и повышение национальной безопасности;

Для многих государств, включая страны Евросоюза, переход на ВИЭ выступает способом снижения зависимости от импорта традиционных видов топлива, которая в ряде случаев приводит к политической уязвимости (например, в контексте ситуации с Украиной).

— охрана окружающей среды;

Применение возобновляемых источников энергии минимизирует воздействие на экосистемы и снижает риск [7] загрязнения воздуха, воды и почвы по сравнению с классическими источниками энергии.

— выход на глобальные рынки ВИЭ, особенно в регионах с быстрым экономическим ростом;

Национальные и корпоративные лидеры в сфере ВИЭ могут занять доминирующие позиции на международном уровне, формируя будущее лидерство в производстве чистой энергии [8].

— бережливое отношение к запасам традиционных энергоносителей ради будущих поколений;

— ограниченность доступных запасов невозобновляемых ресурсов;

— диспропорция в географическом расположении месторождений углеводородов;

— постоянный рост стоимости ископаемого топлива [9, 10];

— растущий спрос на топливо для нейтральных по энергетике отраслей, где оно используется не исключительно в целях производства энергии.

В качестве ещё одного важного аспекта стоит рассмотреть потенциал применения отдельных видов ВИЭ — солнечной и ветровой энергии — в агропромышленном комплексе и строительстве, а также в нефтегазовой отрасли, особенно на отдалённых месторождениях, где сооружение традиционных электростанций связано с высокой стоимостью и трудозатратностью.

Учитывая экономическую целесообразность, подобное использование станет возможным лишь при условии, что капиталовложения и расходы на обслуживание новых источников энергии окажутся ниже аналогичных показателей для традиционных электростанций.

На основании проведенного анализа различных форм энергии можно сделать следующие выводы: в зависимости от технологии их применяют, все ВИЭ разделяют на два типа — традиционные и нетрадиционные.

К первым относятся гидроэнергия, генерируемая на крупных гидроэлектростанциях, а также энергия биомассы (древесина, кизяк, солома и пр.), используемая для нагрева путём обычного сжигания.

К категории нетрадиционных ВИЭ причисляют солнечную и геотермальную энергию, энергию ветра и волн, приливов, течений, небольших гидрологических объектов (с мощностью до 10 МВт), а также биомассу, применяемую нестандартными методами — для производства тепла, электроэнергии и топлива для двигателей внутреннего сгорания.

Отметим, что наиболее стремительный рост за последние годы продемонстрировали как раз солнечная и ветроэнергетика.

Список литературы

1. Преображенский, Ю. П. Об экологически чистых источниках энергии / Ю. П. Преображенский // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 199-202. – EDN LKZJKS.

2. Аветисян, Т. В. Особенности управления распределёнными энергетическими системами / Т. В. Аветисян, Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2024. – № 1(48). – EDN VBHAFV.

3. Клименко, Ю. А. Проблемы использования нечеткой логики в ходе диагностирования распределённых энергетических систем / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 58-60. – EDN HTACTS.

4. Преображенский, Ю. П. О проектировании и прогнозировании в энергосбережении / Ю. П. Преображенский // Строительство и реконструкция : Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров

и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года / Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 361-363. – EDN DPELSU.

5. Клименко, Ю. А. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем / Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 88-97. – DOI 10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97. – EDN RZSDQA.

6. Аветисян, Т. В. Системный анализ обслуживания электротехнического комплекса / Т. В. Аветисян, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 20-32. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-2-20-32. – EDN TYJBMG.

7. Соломин, С. А. Проблемы обеспечения функционирования энергетических систем / С. А. Соломин, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 345-348. – EDN PBOVOS.

8. Преображенский, Ю. П. Об энергетических потоках в энергосистемах / Ю. П. Преображенский // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. – С. 319-321. – EDN YTNDPF.

9. Петранковский, А. А. О проблемах управления в энергетических системах / А. А. Петранковский, Ю. П. Преображенский // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах, Курск, 20–21 января 2022 года / Под редакцией В.М. Кузьминой. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 339-342. – EDN EFNHHY.

10. Клименко, Ю. А. Применение методов системного анализа и математического моделирования в ходе решения задач, связанных с распределительными энергетическими системами / Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 1(40). – С. 36-38. – EDN DACFEB.

11. Моделирование спектров высших гармоник в системах электроснабжения / В. И. Бирюлин, Е. И. Грачева, Д. В. Куделина, А. О. Танцюра // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2020. – Т. 10, № 3/4. – С. 136-150. – EDN GKSOUL.

12. Разработка экспертной системы энергетического менеджмента / И. В. Ворначева, Н. М. Гайдаш, Д. В. Куделина [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 111 с. – ISBN 978-5-907776-41-8. – EDN JMCBXI.

13. Танцюра, А. О. Особенности управления энергопотреблением зданий и сооружений / А. О. Танцюра, М. В. Логачев // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. В 2-х томах, Курск, 16–17 октября 2020 года. Том 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 223-229. – EDN MUQJML.

14. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем / Д. В. Куделина, В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов [и др.]. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-907138-57-5. – EDN PNVQCH.

15. Карцев, И. Ю. Роль использования асинхронных электродвигателей в энергосистеме / И. Ю. Карцев, А. Н. Горлов, А. О. Танцюра // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 73-77. – EDN PLKZCQ.

ШАЙМАРДАНОВ ИЛЬНАЗ ИНСАФОВИЧ, студент
ИСАКОВ РУСЛАН ГЕННАДЬЕВИЧ, к.т.н., доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия
(e-mail: ilnazshai@mail.ru)

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАДЁЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В статье проведён анализ причин и последствий отказов устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) в распределительных сетях 6–10 кВ сельских районов. Выполнена классификация отказов РЗА по видам и причинам, оценены последствия для электроснабжения предприятий АПК. Проведён анализ влияния отказов РЗА на время отключения коротких замыканий. Предложены мероприятия по снижению числа неправильных действий, включая переход на микропроцессорные терминалы и повышение периодичности технического обслуживания.

Ключевые слова: релейная защита и автоматика, отказы защит, сельские электрические сети, агропромышленный комплекс, надёжность электроснабжения, неправильные действия РЗА, микропроцессорные терминалы, электромеханические реле.

Введение. Релейная защита и автоматика (РЗА) является важнейшей составляющей системы электроснабжения, обеспечивающей быстрое и селективное отключение повреждённых элементов сети при коротких замыканиях. Надёжность РЗА непосредственно определяет продолжительность перерыва электроснабжения потребителей [1]. Для предприятий АПК — птицефабрик, животноводческих ферм, тепличных комбинатов — даже кратковременное отключение питания приводит к значительному технологическому и экономическому ущербу [2]. Сельские сети 6–10 кВ характеризуются большой протяжённостью ВЛ, высоким переходным сопротивлением при замыканиях и значительным износом оборудования, что обуславливает повышенную частоту неправильных действий РЗА по сравнению с городскими сетями [3].

Классификация отказов РЗА и статистика. По характеру неправильного действия выделяют три группы отказов: отказ срабатывания (защита не реагирует на КЗ в зоне действия); излишнее срабатывание (нарушение селективности); замедленное срабатывание (превышение расчётной уставки по времени) [4]. Отказ срабатывания увеличивает зону повреждений и время отключения в 3–10 раз; излишнее срабатывание вызывает необоснованное отключение исправных потребителей; замедленное — усиливает термическое и динамическое воздействие тока КЗ на оборудование.

Таблица 1 — Классификация и статистика отказов РЗА в сельских сетях 6–10 кВ

Вид отказа РЗА	Доля в сельских сетях, %	Доля в городских сетях, %	Основные причины
Отказ срабатывания	4,2	1,1	Обрыв цепей тока, износ контактов
Излишнее срабатывание	6,8	2,2	Неверные уставки, помехи
Замедленное срабатывание	3,1	0,9	Загрязнение реле, коррозия
Итого неправильных действий	14,1	4,2	—

Причины высокой частоты отказов РЗА в сельских сетях. Во-первых, физический износ: степень износа РЗА в сельских сетях превышает 65–70% против 40–50% в городских. Большинство подстанций оснащено реле серий РТ, РС, РВ выпуска 1970–1990-х годов, давно выработавшими нормативный срок службы 25 лет [3]. Во-вторых, нарушение периодичности ТО: нормативный межремонтный цикл 1–3 года, фактически же из-за дефицита персонала и финансирования он составляет 5–8 лет. В-третьих, специфика токов КЗ: высокое переходное сопротивление при дуговых замыканиях на ВЛ 10 кВ снижает ток КЗ до значений, близких к токам нагрузки, что затрудняет надёжное срабатывание МТЗ [4].

Влияние отказов РЗА на электроснабжение предприятий АПК. Последствия отказов РЗА для предприятий АПК существенно тяжелее, чем для городских потребителей, ввиду чувствительности технологических процессов к перерывам питания (таблица 2).

Таблица 2 — Влияние отказов РЗА на ущерб для предприятий АПК

Вид отказа РЗА	Доп. время откл., с	Расширение зоны откл.	Последствия для АПК
Отказ срабатывания	+1,5–5,0 с	До резервной зоны	Отключение смежных фидеров, широкая зона аварии
Излишнее срабатывание	Полный перерыв	Исправные потребители	Незапланированный перерыв питания фермы или теплицы
Замедленное срабатывание	+0,3–1,5 с	Повреждение кабелей, тр-ров	Повреждение оборудования, рост ущерба от КЗ

Особую опасность представляют излишние срабатывания защит при бросках тока намагничивания трансформаторов и самозапуске электродвигателей. Перегрузка сети пусковыми токами при одновременном самозапуске нескольких двигателей фермы (насосы, вентиляторы, кормораздатчики) нередко вызывает повторное срабатывание МТЗ, что характерно для старых реле с нестабильной временно-токовой характеристикой [2].

Мероприятия по снижению числа неправильных действий РЗА. Для повышения надежности электроснабжения могут быть использованы различные средства. Это связано, с одной стороны, с получением экономического эффекта, в первую очередь за счет уменьшения ущерба от перерывов в электроснабжении, с другой - с дополнительными затратами на сами средства. Поэтому повышение надежности электроснабжения наиболее целесообразно до определенного оптимального уровня, при котором достигается максимальный суммарный экономический эффект с учетом обеих составляющих. Различные средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения можно разделить на две группы - организационно-технические и технические. К организационно-техническим мероприятиям относят следующие:

1. Повышение требований к эксплуатационному персоналу, том числе трудовой и производственной дисциплине, а также повышение квалификации персонала.

2. Рациональная организация текущих капитальных ремонтов и профилактических испытаний, в том числе совершенствование планирования ремонтов и профилактических работ, механизация ремонтных работ, ремонт линий под напряжением. В сельских электрических сетях линии под напряжением практически не ремонтировали.

3. Рациональная организация отыскания и ликвидации повреждений, в том числе совершенствование поиска повреждений, в частности с использованием специальной аппаратуры.

4. Обеспечение аварийных запасов материалов и оборудования.

К техническим средствам и мероприятиям по повышению надежности электроснабжения относят следующие:

1. Повышение надежности отдельных элементов сетей, в том числе опор, проводов, изоляторов, различного линейного и подстанционного оборудования.

2. Сокращение радиуса действия электрических сетей.

3. Применение подземных кабельных сетей.

4. Сетевое и местное резервирование.

5. Автоматизация сельских электрических сетей, в том числе совершенствование релейной защиты [2].

Выводы. Доля неправильных действий РЗА в сельских сетях 6–10 кВ составляет 14,1%, что в 3,4 раза превышает показатель городских сетей. Основные причины — физический износ реле, нарушение периодичности ТО и специфика токов КЗ в сетях с высоким переходным сопротивлением.

Для предприятий АПК наиболее опасны излишние срабатывания и отказы срабатывания, приводящие соответственно к незапланированным перерывам питания и расширению зоны аварийного отключения. Дополнительный ущерб от одного отказа РЗА для птицефабрики на 100 000 голов может составлять 80 000–250 000 руб.

Приоритетными мероприятиями являются: замена устаревших электромеханических реле микропроцессорными терминалами; пересмотр уставок МТЗ с

учётom токов самозапуска двигателей АПК; сокращение межремонтного цикла ТО до 1 года.

Список литературы

1. Чернобровов Н.В., Семёнов В.А. Релейная защита энергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с. – ISBN 5-283-010031-7.
2. Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: КолосС, 2000. – 655 с. – ISBN 5-10-003172-7.
3. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высшая школа, 2006. – 639 с. – ISBN 5-06-004826-8.
4. Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сети 0,4 кВ. – СПб.: ПЭИПК, 2008. – 240 с. – ISBN 978-588718-009-9.

Технологии и оборудование пищевых и перерабатывающих производств

АСАТУРЯН ЕВА АНДРЕЕВНА, студент

Научный руководитель –

МИРОНОВА ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА, к.т.н., доцент

Ставропольский государственный аграрный университет,

г. Ставрополь, Россия

(e-mail: elena_st_86@mail.ru)

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КРЕПЛЕННЫХ
(ЛИКЕРНЫХ) ВИН ХЕРЕС В РОССИИ**

В статье представлена информация о происхождении, способах производства хереса в Испании и о современном состоянии и перспективах производства крепленых (ликерных) вин херес в России.

Ключевые слова: херес, крепленые вина, биологическая выдержка.

Херес относится к категории белых крепленых вин и занимает особое место в системе мирового виноделия благодаря специфической технологии производства, основанной на биологической выдержке под дрожжевой плёнкой (flor), и выдержкой в бочках по системе «криадера-солера». Формирование органолептических свойств хереса определяется совокупностью природно-климатических факторов, сортового состава винограда и исторически сложившихся методов виноделия [1]. В настоящее время херес представляет интерес не только как традиционный продукт Испании, но и как объект адаптации в других винодельческих регионах, включая Российскую Федерацию.

Родиной хереса является юг Испании – регион Андалусия. Название вина связано с городом Херес-де-ла-Фронтера, который исторически стал центром формирования хересного виноделия. В соответствии с национальным законодательством Испании и нормами защищённых наименований происхождения, термин «херес» (Jerez) может применяться исключительно к винам, произведённым в строго ограниченной зоне, известной как «хересный треугольник» [2].

Такая правовая регламентация подчёркивает ключевую роль географического фактора и исключает возможность использования наименования «херес» для продукции, произведённой за пределами указанной территории, независимо от степени сходства технологии.

Производство испанского хереса основано на использовании трёх белых сортов винограда: Паломино Фино, Педро Хименес и Москатель. Основной объём сухих хересов изготавливается из сорта Паломино Фино, обладающего нейтральным ароматическим профилем и способствующего развитию дрожжевой плёнки в процессе выдержки. Сорта Педро Хименес и Москатель преимущественно используются для производства сладких и ликёрных разновидностей [3].

Климат Андалусии характеризуется высокой солнечной активностью, продолжительным вегетационным периодом и умеренным количеством осадков. При этом внутри региона наблюдаются выраженные микроклиматические различия. Повышенная влажность и более прохладные условия прибрежных зон создают оптимальную среду для развития флоры, что имеет принципиальное значение для биологически выдержанных хересов [1, 4].

Значительную роль в формировании качества хереса играют почвы региона. Наиболее ценной считается почва альбариса – белая, пористая, щелочная, с высоким содержанием карбоната кальция и способностью аккумулировать влагу. Она обеспечивает равномерное созревание винограда и получение виноматериалов, пригодных для длительной биологической выдержки.

Почвы типа барро и арена используются преимущественно для менее престижных вин. С учётом почвенно-климатических условий виноградники подразделяются на категории Jerez Superior и Zona.

В России сложилась устойчивая практика производства вин типа хереса. Основные центры сосредоточены в Краснодарском крае, Ростовской области, Республике Дагестан и Крыму [5].

В Краснодарском крае производится Херес Таманский, изготавливаемый с применением плёночного и поточного плёночного методов выдержки. Продукция характеризуется высокой спиртуозностью и сбалансированными органолептическими показателями [6].

На предприятиях Ростовской области и Краснодарского края применяются также методы глубинного и поточного хересования, что позволяет адаптировать классическую технологию к местным климатическим условиям [2].

В Дагестане используются автохтонные сорта винограда, а производство осуществляется плёночным способом с дополнительной выдержкой купажа. В Крыму применяется как плёночная технология, так и система солера, при этом особое значение имеет продукция винодельческого объединения «Массандра» [7].

Сравнение испанского и российского производства хереса показывает, что Испания обладает уникальным сочетанием терруара, микрофлоры и исторически сформированных технологий. В России производство вин типа хереса носит адаптационный характер и основывается на применении технологических приёмов, компенсирующих климатические ограничения [8].

Испанская модель ориентирована на биологическую выдержку под флором и системой «криадера-солера», тогда как в России шире используются поточные и глубинные методы. Тем не менее сохранение плёночной выдержки в отдельных регионах свидетельствует о стремлении приблизиться к классическим принципам хересного виноделия [2].

Рост интереса потребителей к сложным и аутентичным винам создаёт предпосылки для расширения производства хересных вин в России. Перспективы развития связаны с совершенствованием технологий выдержки, научными исследованиями микробиологических процессов и формированием культуры потребления крепленых вин [8, 9].

Дополнительным направлением может стать развитие энотуризма и образовательных программ, способствующих популяризации хереса как гастрономического и культурного продукта.

Херес является уникальным винодельческим продуктом, формирование которого определяется взаимодействием природных, технологических и исторических факторов. Испания сохраняет статус эталонного производителя, однако российский опыт демонстрирует потенциал адаптации хересной технологии к иным условиям. Взаимосвязь двух стран проявляется в преемственности технологических принципов и стремлении сохранить биологическую основу хереса как особого типа вин.

Список литературы

1. Технология виноделия : Учебник / А. В. Кочерга, Г. И. Касьянов, Е. А. Ольховатов [и др.]. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 200 с. – ISBN 978-5-534-19536-1. – EDN DVLUMH.
2. Смагина, В. Влияние способа хересования на состав и качество готовых вин типа Херес / В. Смагина, Е. А. Сосюра // Образование. Наука. Производство - 2013, Ставрополь, 15–17 октября 2013 года. – Ставрополь: ООО «Ставропольское издательство «Параграф», 2013. – С. 169-171. – EDN TMEIAL.
3. Тагиев, А. Т. Исследование сырья для производства хересного виноматериала / А. Т. Тагиев, А. Н. Аскерова // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 8(89). – С. 558-574. – EDN GNWVYT.
4. Корчагина, Л. Е. Сравнительная характеристика способов хересования виноматериалов / Л. Е. Корчагина // Молодой исследователь: возможности и перспективы : сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 14–15 мая 2020 года. – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2020. – С. 81-84. – EDN TZKZCK.
5. Отечественное виноделие: перспективы развития / И. Барабаш, Е. Романенко, Е. Сосюра [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 423. – EDN PWBDAD.
6. Ткаченко, Д. Г. Влияние способа хересования с применением расы Кубанская на химический состав хереса / Д. Г. Ткаченко, Н. М. Агеева // Сборник научных трудов SWorld. – 2012. – Т. 12, № 3. – С. 23-26. – EDN PDHGAN.
7. Чепурная, Н. Качество и безопасность продукции ГУП РК «ПАО Массандра» / Н. Чепурная // Управление качеством. – 2020. – № 4. – С. 29-33. – EDN WNCLYB.
8. Торсунова, В. Р. Современное состояние и перспективы производства ликерных вин в России / В. Р. Торсунова // Новое слово в науке. Молодежные чтения : Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 21–23 марта 2020 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «СЕКВОЙЯ», 2020. – С. 251-254. – EDN NCPQEG.
9. Выращивание винограда для качественного виноделия / Е. С. Романенко, Е. А. Сосюра, А. Ф. Нуднова, А. А. Юхнова // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 3(15). – С. 185-187. – EDN SZBVSБ.

ГРЯДОБИТОВА ЕЛЕНА ИВАНОВНА, преподаватель,
Курский государственный техникум технологий и сервиса,
г. Курск, Россия
(e-mail: gryadobitova@yandex.ru)

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ: ИННОВАЦИИ КАК ДРАЙВЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА

В данной статье рассматривается автоматизация как ключевой фактор трансформации пищевых производств. Инновационные решения в области технологий и оборудования значительно повышают эффективность процессов и качество конечной продукции. Развитие автоматизации в пищевой промышленности позволяет оптимизировать производственные процессы.

Ключевые слова: автоматизация, система контроля качества, роботизация, конкурентоспособность, устойчивые технологии

За последние несколько лет внедрение автоматизации в пищевую промышленность произвело революцию в работе отраслей. Это привело к повышению эффективности, качества и производительности. С развитием технологий все больше производителей продуктов питания включают автоматизированные системы в свои производственные процессы, чтобы удовлетворить спрос потребителей и оставаться конкурентоспособными.

Современные пищевые и перерабатывающие предприятия внедряют автоматизированные системы управления производственными процессами. Эти системы позволяют контролировать все этапы — от поступления сырья до упаковки готовой продукции [1, с. 27].

Автоматизация пищевого производства начинается с анализа текущих производственных процессов и определения участков, которые могут быть улучшены за счёт внедрения роботов и автоматизированных систем. Области, где автоматизирование пищевой промышленности может оказать наибольшее воздействие, являются упаковка, сортировка, сборка, контроль качества. Для каждого из этих процессов необходимо выбирать соответствующие технологии и оборудование, способные повысить скорость и точность операций, а также обеспечить гибкость для работы с различными продуктами и быструю адаптацию к меняющимся рыночным требованиям.

Современное оборудование, такое как роботы-манипуляторы и сенсорные технологии, также осуществляет контроль за процессами в реальном времени. Это позволяет быстро реагировать на изменения в качестве сырья и образовании отходов, обеспечивая снижение издержек и минимизацию потерь. Умные датчики помогают отслеживать параметры, такие как температура и влажность, что особенно важно для обеспечения безопасности пищевых продуктов [3, с. 70].

Одним из важных аспектов автоматизации является возможность внедрения устойчивых технологий. Современные системы позволяют оптимизировать потребление ресурсов, таких как вода и энергия, а также минимизировать отходы. Автоматизированные системы могут настраивать режимы работы оборудования в зависимости от текущих потребностей производства, что ведет к более рациональному использованию ресурсов и снижению воздействия на окружающую среду.

Стоит отметить, что автоматизация не ограничивается лишь управлением процессами. Современные технологии, такие как роботизированные линии, системы машинного зрения и интеллектуальные алгоритмы, значительно повышают качество обработки продуктов. Это позволяет более точно планировать запасы и управлять производственными циклами, способствуя повышению общей эффективности [2, с. 40].

Производители же в свою очередь становятся конкурентоспособными в постоянно меняющейся пищевой промышленности благодаря преимуществам, которые они получают от автоматизации. С помощью передовых технологий производители продуктов питания могут легко переходить на различные виды рецептов, удовлетворять различные потребности потребителей, включая устойчивость и персонализацию продуктов, и оставаться конкурентоспособными на быстро меняющемся рынке.

Автоматизированное оборудование и системы также минимизируют объем ручного труда, необходимого для производства. Не менее важно, что автоматизация позволяет улучшить управление контролем качества и прослеживаемостью, чтобы производственные процессы соответствовали нормам безопасности и гигиены. Эта технологическая интеграция повышает производительность, улучшает использование энергии и материалов и улучшает качество продукции. Пищевая промышленность переживает большие изменения [4, с. 106].

Системы контроля качества, основанные на машинном обучении, могут анализировать данные о производственном процессе и выявлять потенциальные проблемы до того, как они повлияют на конечный продукт. Это позволяет производителям также поддерживать высокие стандарты качества и удовлетворять требования потребителей.

С внедрением автоматизации возникает необходимость в обучении персонала новым навыкам. Работники должны быть готовы к взаимодействию с новыми технологиями и системами. Это создает дополнительный вызов для предприятий, но также открывает новые возможности для повышения квалификации сотрудников и их профессионального роста [5, с. 34].

Зачастую комплексная автоматизация ведёт к формированию гибких производственных линий, которые легко адаптируются под изменяющиеся рыночные условия и требования потребителей. Автоматизация также позволяет компаниям быстрее внедрять новшества, обновлять ассортимент и поддерживать высокие стандарты качества, что в итоге укрепляет их позиции на рынке и способствует устойчивому развитию.

При этом важно отметить, что внедрение автоматизации требует значительных вложений. Компании должны тщательно анализировать свои потребности и выбирать те технологии, которые принесут наибольшую выгоду.

Роботизация и автоматизация на предприятиях пищевой промышленности являются драйверами инноваций, обеспечивая массу преимуществ, таких как повышение производительности, оптимизация затрат и гарантия стабильного качества продукции.

Инновационные технологии открывают новые горизонты для предприятий, позволяя им адаптироваться к меняющимся условиям рынка и требованиям потребителей. Важно отметить, что успешная реализация автоматизации требует комплексного подхода, включающего обучение персонала и постоянное совершенствование технологий. В итоге инвестиции в автоматизацию и инновации станут залогом конкурентоспособности на рынке пищевой промышленности.

Для успешной автоматизации производств необходим комплексный подход: от анализа имеющихся процессов и выбора соответствующих робототехнических решений до интеграции новых систем в производственную среду и обучения персонала. Продуманное внедрение автоматизации позволяет пищевым предприятиям адаптироваться к требованиям современного рынка, улучшить производственные показатели и укрепить свои конкурентные позиции.

Список литературы

1. Беркетова Л. В., Крюкова Е. В. Применение инновационных технологий на предприятиях общественного питания и по производству пищевых продуктов // Диалог Наук В XXI Веке. - 2022. - №1. - с. 27-30.
2. Дмитриев Н. Д., Rogozina E. A. Применение инновационных технологий на пищевых предприятиях // Вестник университета, 2021. № 7. с. 36-44.
3. Завгородняя Л.М. Оборудование и автоматизация предприятий общественного питания: учебное пособие / Завгородняя Л. М., Шадрин М. А., Есипова М. С. — Омск: Омский государственный технический университет, 2021. — 151 с. — ISBN 978-5-8149-3385-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124848.html> (дата обращения: 11.03.2025).
4. Пучков, И. И. Пути решения вопросов повышения эффективности работы предприятий в сфере пищевой промышленности за счёт использования информационных систем / И. И. Пучков. — Казань: Молодой ученый, 2021. — с. 106-109.
5. Шлыков, С. Н. Инновации в проектировании пищевых предприятий: учебное пособие / С. Н. Шлыков, Р. С. Омаров. — Ставрополь: АГРУС, 2024. — 92 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148246.html> (дата обращения: 11.03.2025).

УДК 663.1

ЛЕОНОВА ВАЛЕРИЯ ЕВГЕНЬЕВНА, студент
(e-mail: lll.ev.a1907@icloud.com)

ЧАПЛЫГИНА ОЛЬГА РОМАНОВНА, студент
(e-mail: olga.tchaplygina@gmail.com)

Научный руководитель -

БЕЛЯЕВ АЛЕКСЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ, к.э.н., доцент
(e-mail: 1pektin@mail.ru)

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

КОНТРОЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОСКОПИИ И БИОСЕНСОРОВ

В данной статье мы рассмотрим причины распространения бактерий и методы решения проблемы с помощью спектроскопии и биосенсоров.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность, спектроскопия, ближний инфракрасный спектрометр (NIR), средний инфракрасный спектрометр (FT-IR), рамановская спектроскопия, SERS, LIBS, биосенсор, электрохимический биосенсор.

Микробиологическая безопасность остаётся одной из главных проблем пищевой отрасли. По данным международных организаций (FAO, WHO) более 600 млн человек ежегодно страдают от пищевых отравлений, из которых значительная часть связана с патогенными бактериями — *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ОЭСР, 2023.

Современные нелабораторные технологии — оптическая спектроскопия и биосенсоры — могут обеспечить быстрый, точный и бесконтактный контроль микробиологической безопасности на всех этапах пищевого производства, а также предложить практический план их внедрения.

Оптические спектроскопические методы основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с молекулами. При этом каждый биомолекулярный компонент (белки, липиды, нуклеиновые кислоты, метаболиты) имеет характерный спектральный «отпечаток», который можно записать и проанализировать.

Спектральные данные позволяют отличать живые клетки, их метаболические продукты и даже отдельные штаммы без необходимости их культивирования.

UV-Vis часто используют для быстрой скрининговой оценки наличия пищевых токсинов (стероидов, микотоксинов). При взаимодействии с бактериальными метаболитами наблюдается характерный спектральный максимум в диапазоне 260–280 нм (нуклеиновые кислоты) и 350–400 нм (пигменты).

Пример: при исследовании сыра, заражённого *Staphylococcus aureus*, в спектре появился пик 280 нм, коррелирующий с повышенным уровнем нуклеиновых кислот в образце.

NIR-спектроскопия позволяет проводить неинвазивный контроль в реальном времени, поскольку свет легко проникает сквозь жидкие и полутвёрдые среды. С помощью методов многомерного анализа (PCA, PLS-DA) можно отличать «чистый» продукт от заражённого.

Пример: на линии фасовки куриного фарша был установлен NIR-сканер ($\lambda = 900\text{--}2500$ нм). Алгоритм PLS-DA, обученный на 1500 образцах, позволил обнаруживать *Campylobacter* при концентрации 10^3 CFU / г с точностью 96 % и задержкой менее 3 мин.

Средний ИК спектр фиксирует вибрации функциональных групп (C=O, O–H, N–H). Благодаря высокой спектральной разрешающей способности FT-IR-спектрометры позволяют построить «биохимический отпечаток» конкретных бактерий.

Пример: при анализе молочных продуктов, заражённых *Listeria monocytogenes*, в спектре FT-IR наблюдались новые полосы в области 1650 см^{-1} (амид-I) и 1540 см^{-1} (амид-II), соответствующие белковым компонентам бактерий.

Raman-спектроскопия обеспечивает молекулярную специфичность за счёт измерения рассеянного света. При усилении поверхностным плазмонным резонансом (SERS) чувствительность возрастает в $10^3\text{--}10^4$ раз, позволяя обнаруживать даже отдельные клетки.

Пример: на основе наноструктурированного золотого субстрата (питтер-структура 80 nm) был создан SERS-сенсор для *Salmonella enterica*. При концентрации 10^2 CFU / мл спектр демонстрировал характерные пики 730 см^{-1} (аденин) и 1002 см^{-1} (фенилаланин).

LIBS генерирует микроплазму, спектр которой содержит элементный состав образца. Поскольку бактериальные клетки богаты калием, натрием и фосфором, их спектральный «знак» различим от матрицы продукта.

Пример: при проверке сушёных фруктов LIBS-система фиксировала повышенный уровень K α ($766,5$ нм), что свидетельствовало о наличии бактериального загрязнения.

Электрохимические сенсоры измеряют ток, потенциал или импеданс, возникающие в результате биохимической реакции.

Пример: на основе карбонометаллической электродной поверхности, модифицированной наночастицами золота, был создан амперометрический сенсор, реагирующий на β -глюкозу, экспрессируемую *E. coli*. При 10^2 CFU / мл токовый сигнал увеличивался в 5 раз за 30 сек.

Surface Plasmon Resonance (SPR) фиксирует изменение рефракционного индекса на поверхности датчика, вызванное связыванием антитела с патогеном.

Пример: на SPR-чипе с золотой плёнкой, покрытом моноклональными антителами к *Salmonella typhimurium*, был достигнут LOD = 8 CFU / мл, а время реакции ≈ 2 мин.

Маркировка ДНК-зондов флуоресцентными квантом позволяет измерять гибридизацию с геномом бактерий.

Пример: портативный флуоресцентный анализатор, использующий квантовые точки (QD) с длиной эмиссии 620 нм, идентифицировал *Listeria* в молочных продуктах с LOD = 10 CFU / мл за 5 мин.

MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization – Time-of-Flight) уже давно применяется в микробиологии для быстрой идентификации бактерий по их протеомному профилю.

Пример: время анализа ≈ 2 мин, автоматизированные базы данных (Bruker Biotyper) позволяют отличать более 6000 штаммов.

Микрофлюидика объединяет подготовку образца, реакцию и детекцию в одном кристаллическом чипе.

Пример: ПДФ-чип (полидиметилсилоксан) с 8 параллельными реакционными камерами, каждая из которых содержит ДНК-зон к *Campylobacter jejuni*. С помощью электрохимической детекции (метод кватернарного сигнала) получен LOD = 5 CFU / мл за 8 мин.

Сочетание SERS-подложки с ДНК-зоном позволяет одновременно «увидеть» молекулярный спектр и обеспечить генетическую специфичность.

Пример: на золотой SERS-платформе, покрытой олигонуклеотидом к *Salmonella*, был продемонстрирован спектр 730 см^{-1} (аденин) плюс усиленный сигнал от гибридизации, что обеспечило LOD = 1 CFU / мл и исключило ложноположительные реакции.

Заключение

Спектроскопия и биосенсоры открывают новую эру в контроле микробиологической безопасности пищевых продуктов. Их быстрота, неинвазивность и возможность онлайн-мониторинга позволяют сократить время реакции на контаминацию с дней до минут, минимизировать потери продукции и обеспечить соответствие самым строгим нормативам.

Ключ к успешному внедрению – комбинация технологий: спектроскопический скрининг (NIR, Raman) в качестве первого уровня, а биосенсоры (SPR, SERS-платформы) – как подтверждающий и уточняющий инструментарий. При правильной калибровке, интеграции в цифровую инфраструктуру предприятия и поддержке со стороны регуляторов такие решения уже сегодня становятся стандартом в лидирующих пищевых компаниях мира.

Перспектива: развитие наноматериалов, ИИ-аналитики и IoT-платформ сделает контроль микробиологической безопасности полностью автоматизированным, предиктивным и экономически выгодным.

Список литературы

1. Баранова И. В., Кузнецов А. С., Петрова Н. Л. Непрерывный контроль микробиологической чистоты пищевых продуктов с помощью NIR-спектроскопии // Проблемы пищевой безопасности. 2024. № 2. С. 45-58.
2. Гудков А. П. Оптические биосенсоры в пищевой промышленности. – Москва: Наука, 2023. – 312 с.
3. Дьяков С. М., Иванова Т. К., Соколов М. И. Применение SERS для обнаружения патогенов в пищевых продуктах // Журнал аналитической химии. 2025. Т. 80, № 4. С. 210-219.
4. Егорова Н. И. Технологии спектроскопического контроля в пищевой отрасли // Технологии и контроль качества. 2022. № 7. С. 12-22.

5. Журавлёва О. С., Климова Е. В., Мельников Д. С. Электрохимические биосенсоры для детекции *E. coli* в пищевых матрицах // Биотехнология и биоматериалы. 2024. Т. 12, № 1. С. 34-41.
6. Иванов П. К., Сидорова Т. В., Ковалёв А. В. Интеграция IoT в системы контроля микробиологии пищевых продуктов // Информатика в пищевой промышленности. 2025. Т. 9, № 3. С. 78-86.
7. Ковалёв А. В. Спектроскопия в пищевой аналитике: теоретические основы и практические применения. – Санкт-Петербург: Питер, 2022. – 256 с.
8. Лопатин В. А., Петрова Н. Л., Смирнов Д. Г. Применение FT-IR для идентификации *Listeria monocytogenes* в молочных продуктах // Журнал микробиологии. 2023. Т. 92, № 5. С. 115-124.
9. Мельников Д. С., Фролов И. Н. Обзор современных биосенсоров для пищевой безопасности // Научный вестник пищевых технологий. 2024. № 4. С. 55-68.
10. Нагорный Е. П., Соколов М. И. Обеспечение качества пищевых продуктов: стандарты и нормативные документы. – Москва: Технолоджи, 2023. – 198 с.
11. Официальный сайт FDA. Guidance for Industry: Alternative Methods for Microbial Testing. 2024. URL: <https://www.fda.gov> (дата обращения: 01.03.2026).
12. Петров Г. М., Кузнецова А. С., Иванова Т. К. Применение микрофлюидных платформ для быстрой диагностики пищевых патогенов // Техника и наука. 2025. Т. 15, № 2. С. 89-97.
13. Сидорова Т. В., Михайлова Е. Л., Федоров А. Н. LIBS в контроле микробиологической загрязнённости сухих продуктов // Технологический журнал. 2023. Т. 27, № 6. С. 202-210.
14. Федоров А. Н., Кравцов И. Д., Петрова Н. И. Машинное обучение в спектральном анализе пищевых продуктов // Журнал искусственного интеллекта. 2024. Т. 31, № 1. С. 45-53.
15. Холодов И. Л. Регуляторные требования EFSA к методам контроля микробиологической безопасности // Европейская пищевая безопасность. 2025. № 1. С. 10-19.
16. Исследование концентрации пектиновых биополимеров с использованием спектрофотометрии при различных способах очистки экстрактов, полученных из растительного сырья / А. Г. Беляев, И. А. Авилова, С. А. Чугунов, О. А. Бывалец // Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов : труды XI Международной конференции, Курск, 13–15 мая 2014 года. Том Часть 2. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2014. – С. 333-337. – EDN TAXJET.
17. Выделение пектиновых биополимеров из отходов растительного сырья и исследование их пищевой безопасности / А. Г. Беляев, И. Ю. Шаталов, Ю. И. Шеставина, Е. П. Степина // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. – 2014. – № 1. – С. 62-66. – EDN SKHRHF.
18. Беляев, А. Г. Современные приборы и методы исследований в технологии продуктов питания / А. Г. Беляев. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2016. – 184 с. – ISBN 978-5-7681-1097-0. – EDN YSXHYTR.
19. Авилова, И. А. Изучение возможности использования нетрадиционного растительного сырья при производстве функциональных хлебобулочных изделий / И. А. Авилова, А. Г. Беляев, А. Г. Петрова // Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров : Сборник научных статей материалы 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 06 апреля 2017 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 47-49. – EDN YMKLWP.
20. Физико-химические методы идентификации и определения веществ / И. А. Авилова, А. Г. Беляев, О. А. Бывалец [и др.]. – Курск : Общество с ограниченной ответственностью "Научно-образовательное учреждение "Вектор науки", 2014. – 110 с. – ISBN 978-5-905463-84-6. – EDN UZUTZP.
21. Кризисное состояние молочной отрасли региона: причины, последствия, эффективность мер государственной поддержки / О. С. Фомин, К. Б. Жилинкова, А. А. Огу-Олува [и

- др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 88-94. – EDN QXPEUY.
22. Продовольственное обеспечение как составляющая часть экономической безопасности России в условиях санкций / Е. Н. Ноздрачева, С. Г. Боев, В. В. Дуплин, С. А. Харитонова // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2023. – Т. 12, № 3(44). – С. 72-76. – DOI 10.57145/27128482_2023_12_03_16. – EDN KJLJCS.
23. Боев, С. Г. Развитие бройлерного птицеводства в регионе / С. Г. Боев, О. С. Фомин // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 10. – С. 21-22. – EDN ISDAXH.
24. Изучение возможности применения продуктов кипрея узколистного и арахисовой муки в технологии ржано-пшеничного хлеба на ржаной закваске / А. Г. Беляев, А. Г. Калужских, С. Г. Боев, А. А. Черкашина // Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития : Материалы национальной научно-практической конференции, Москва, 28 октября 2020 года. – Москва: ЗооВетКнига, 2020. – С. 119-125. – EDN RNIFOP.
25. Боев, С. Г. Основные аспекты экономической эффективности бройлерного птицеводства / С. Г. Боев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 21-24. – EDN RBDEHV.
26. Боев, С. Г. Программирование оптимальных параметров производства продукции животноводства в системе перспективного планирования регионального аграрного производства / С. Г. Боев, Э. А. Пьяникова, А. С. Рудых // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 3(17). – С. 114-121. – EDN ZDZTOZX.

САВЧУК ЯНА СЕРГЕЕВНА, студент
СМИРНОВ МАКСИМ МАКСИМОВИЧ, студент
ЛЫКОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ, студент

Научный руководитель –
БОЕВ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, к.э.н., доцент
 Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск, Россия
 (Savchukyana2004@gmail.com)

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В статье освещаются современные подходы к разработке энергоэффективных технологий и оборудования для переработки мясных и молочных продуктов. Рассматриваются перспективы использования возобновляемых источников энергии, новых материалов и технологий автоматизации для повышения экологической устойчивости и снижения затрат энергии на производстве.

Ключевые слова: энергоэффективные технологии, переработка, пищевая промышленность, продукты животного происхождения.

На современном этапе развития пищевой промышленности особое значение приобретают вопросы энергоэффективности и экологической ответственности. Производственные процессы переработки мясных и молочных продуктов ха-

рактируются высоким энергопотреблением, что ведет к увеличению себестоимости продукции и негативному воздействию на окружающую среду.

В условиях роста цен на энергоносители и ужесточения требований к экологической безопасности актуальной становится разработка новых технологий и оборудования, позволяющих минимизировать энергетические расходы без потери технологического качества продукции [1].

Практика показывает, что основные источники энергопотерь — это нагревательные и охлаждающие системы, механизмы транспортировки и переработки сырья, а также системы вентиляции и освещения. Множество устаревших технологических линий работают без учета энергетической эффективности, что ведет к излишним затратам.

Проблемы заключаются в: высоком энергопотреблении технологического оборудования; низком уровне автоматизации операционных процессов; недостаточной оптимизации технологических режимов; отсутствии систем мониторинга и анализа энергопотребления.

Для решения этих проблем необходимо внедрение энергоэффективных технологий, использование возобновляемых источников энергии и автоматизированных систем контроля [2].

Внедрение солнечных панелей, тепловых насосов и биогазовых установок на производствах продуктов животного происхождения позволяет снизить зависимость от ископаемых топлив за счёт использования возобновляемых источников энергии и переработки органических отходов. Эти технологии помогают аграриям сокращать углеродный след, снижать затраты и решать проблему утилизации отходов.

Солнечные батареи используются для питания систем орошения, освещения, вентиляции и работы небольших перерабатывающих линий. Некоторые особенности применения.

Тепловые насосы используются для нагрева воды, применяемой для технологических нужд, и отопления бытовых помещений [3]. Источниками низкотемпературного тепла на животноводческих фермах являются тёплое молоко, окружающий воздух, почва и грунтовые воды.

Биогазовые установки позволяют утилизировать навоз, растительные остатки и пищевые отходы, превращая их в метан для выработки тепла и электричества. Некоторые особенности применения: замещение покупной электроэнергии и тепла; экономия на переработке и вывозе навоза и помёта; использование биогаза как источника энергии.

Важно, что в последние годы появились модульные и компактные установки для фермеров и небольших кооперативов (мощностью от 30–75 кВт), которые не требуют масштабной строительной инфраструктуры и могут устанавливаться в хозяйствах с ограниченными ресурсами.

Разработка новых теплообменников на производствах продуктов животного происхождения с повышенной теплоотдачей и меньшими потерями энергии позволяет уменьшить энергозатраты на нагрев и охлаждение сырья и продукции.

Это достигается за счёт интенсификации теплообмена, оптимизации конструкции теплообменника и учёта факторов, влияющих на эффективность работы.

Направления разработки теплообменников для производств продуктов животного происхождения: использование теплоты удаляемого воздуха (сократить затраты на обогрев помещения во время отопительного сезона; подогреть приточный воздух, что снижает использование отопительного оборудования); интенсификация теплообмена (оребрение поверхностей; использование круглых канавок на поверхности корпуса труб; применение пластин с технологическими углублениями); регенеративный теплообмен (теплоносители попеременно соприкасаются с одной и той же поверхностью нагрева, которая в один период нагревается, аккумулируя тепло «горячего» теплоносителя, а во второй период охлаждается, отдавая тепло «холодному» теплоносителю) [4].

Внедрение систем автоматического управления и мониторинга энергопотребления (системы Building Management Systems, BMS, или Energy Management Systems, EMS) обеспечивает учет и снижение ненужных затрат энергии, а также позволяет оперативно реагировать на отклонения.

Технологии рекуперации тепла используются на производствах продуктов животного происхождения. Они позволяют возвращать часть использованной энергии (теплоту из отработанного воздуха) для нужд предварительного нагрева или отопления, что снижает затраты на подогрев свежего воздуха.

Объединение солнечных коллекторов и тепловых насосов на производствах продуктов животного происхождения позволяет достигать максимальной энергоэффективности при минимальных затратах за счёт комбинирования двух технологий, которые дополняют друг друга.

Солнечные коллекторы преобразуют солнечную энергию в тепловую, которая используется для нагрева теплоносителя для технологических нужд [5]. Тепловые насосы извлекают тепло из низкотемпературных источников, таких как охлаждаемые склады или вентиляционные системы, и направляют его на подогрев воды или воздуха для других производственных нужд.

В гибридных системах солнечные коллекторы и тепловые насосы работают совместно, дополняя друг друга. Преимущества гибридных систем: повышение энергоэффективности; устойчивая работа; экономия ресурсов. Перспективы: применение в системах микроклимата (воздушные тепловые насосы позволяют регулировать температуру и влажность воздуха, что улучшает условия содержания животных и снижает затраты на отопление); снижение углеродного следа (использование солнечной энергии и тепловых насосов соответствует требованиям ESG, повышая экологичность производства).

Цифровые двойники и искусственный интеллект (AI) используются на производствах продуктов животного происхождения для оптимизации технологических процессов и повышения эффективности энергопотребления. Эти технологии позволяют моделировать состояние объектов, прогнозировать результаты и автоматизировать процессы принятия решений.

Цифровой двойник - это виртуальная копия реального объекта (животного, фермы). Он создаётся на основе данных с датчиков, спутниковых снимков, ме-

тео прогнозов и другой информации. Применение цифровых двойников в животноводстве: мониторинг здоровья и благополучия животных; оптимизация кормления и воспроизводства; улучшение управленческих решений [6].

Искусственный интеллект (AI) используется для оптимизации процессов в животноводстве: мониторинг здоровья животных; рациональное кормление; селекция и разведение животных; оптимизация работы ферм.

Перспективы: масштабируемость решений (успешные пилоты можно расширить на крупные агрохолдинги и региональные хозяйства, что приведёт к снижению себестоимости и повышению конкурентоспособности); долгосрочная трансформация отрасли (в перспективе технологии искусственного интеллекта станут стандартом в управлении кормлением, селекцией, мониторингом здоровья и условиями содержания животных. Это позволит значительно повысить эффективность производственных процессов, снизить потери и обеспечить устойчивое развитие животноводческой отрасли).

Каждое нововведение имеет особое значение в пищевой отрасли. Распределение инновационных решений представлено на рисунке 1.

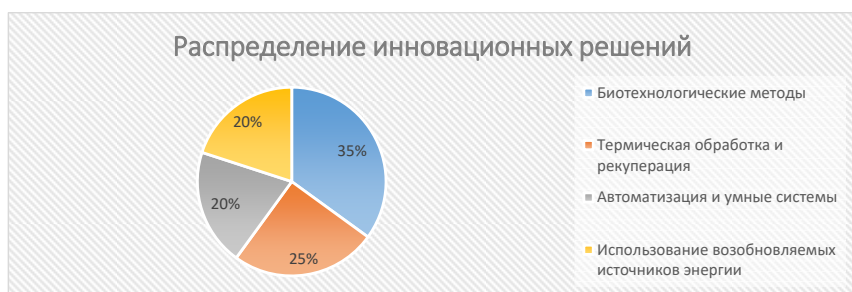


Рисунок 1 – Распределение инновационных решений

Разработка и внедрение энергосберегающих технологий и оборудования в переработке мясных и молочных продуктов является важной задачей, способствующей повышению экономической конкурентоспособности и экологической устойчивости отрасли. Перспективными являются комплексные подходы с использованием возобновляемых источников энергии, современных теплообменных систем, автоматизации и интеллектуальных систем управления.

Список литературы

1. Иванова Е. А., Петров В. И. Энергосбережение и автоматизация в мясоперерабатывающей промышленности // Журнал "Энергосбережение", 2020, №3.
2. Смирнов А. Н., Воронцов Ю. В. Современные технологии теплообмена в пищевой промышленности // Технический журнал, 2021.
3. Михайлов С. Ю. Использование возобновляемых источников энергии в пищевом производстве // Энергетика и промышленность, 2022.
4. Инновационный подход при разработке продуктов питания : монография / А. Г. Беляев, С. Г. Боев, О. В. Евдокимова [и др.]. - Курск : Университетская книга, 2024. - 203 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-00261-015-0 : 500 экз.

5. Кузнецова Н. В., Егоров С. М. Интеллектуальные системы контроля энергопотребления // Автоматизация производства, 2023.

6. Модернизация животноводческих комплексов и их роль в обеспечении продовольственной безопасности. Иванов, А. В., Петров, С. А. (2021). Журнал сельскохозяйственной науки, 45(3), 78-85.

СУШКОВ ДАНИИЛ ДЕНИСОВИЧ, студент
КОСТИНОВА МАРИЯ АНАТОЛЬЕВНА, студент
ИЛЬЯШЕНКО АННА ВЛАДИМИРОВНА, студент

Научный руководитель –

БОЕВ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, к.э.н., доцент
 Юго-западный государственный университет, г. Курск, Россия
 (e-mail: boev.boss@yandex.ru)

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РОЗНИЧНОЙ СЕТИ Г. КУРСКА

В статье представлены результаты исследования ассортимента и качества батончиков с горчичным маслом, реализуемых в торговых сетях г. Курска. Объектами исследования выступили образцы трех производителей: АО «Курскхлеб» (г. Курск), Орловский хлебокомбинат (г. Орёл) и продукция торговой сети «Европа» (производитель «Свежий хлеб»). Проведен анализ маркировки, органолептическая оценка по показателям внешнего вида, состояния мякиша, вкуса и запаха. Выявлены различия в потребительских свойствах образцов.

Ключевые слова: батончик горчичный, качество хлеба, органолептическая оценка, Курскхлеб, розничная сеть «Европа», сравнительный анализ.

Хлеб и хлебобулочные изделия были и остаются продуктами первой необходимости, основой рациона большинства россиян. Для жителей Курска, как и для всей страны, качество и свежесть выпечки имеют первостепенное значение. На полках местных магазинов сегодня представлено огромное разнообразие – от простых буханок до изысканных батончиков с добавками. Однако далеко не всегда понятно, на что ориентироваться при выборе: на цену, знакомого производителя или красивую упаковку [1]. Цель этой работы – разобраться в ситуации на конкретном примере и сравнить, что же предлагают курским покупателям разные производители и торговые сети.

Для исследования были взяты три образца батончиков с горчичным маслом. Этот вид батончика был выбран по нескольким ключевым признакам: он достаточно популярен, имеет характерную вкусовую особенность и представлен в магазинах разными брендами. Все образцы закупались в обычных розничных точках Курска в марте 2026 года, чтобы оценить именно тот товар, который попадает на стол к обычному покупателю [4].

Первым объектом стал батон горчичный, нарезанный от местного производителя АО «Курскхлеб» весом 400 граммов. Куплен он был в магазине «Пятёрочка» на улице Ленина, 94, и обошелся в 99 рублей 90 копеек. Второй образец – батон горчичный нарезанный весом 350 граммов производства Орловского хлебокомбината. Его приобрели в торговом центре «Европа» на улице Карла Маркса, 6, а цена оказалась значительно ниже – 49 рублей 99 копеек. Третий образец, тоже купленный в «Европе», представлял собой батон с горчичным маслом весом 400 граммов от производителя «Свежий хлеб», который выпекается специально для этой торговой сети. Его цена составила 59 рублей 40 копеек. Все производители, согласно этикеткам, уверяют, что их продукция не содержит искусственных добавок и ГМО.

Если посмотреть на сухие цифры с упаковок, можно заметить интересные различия [5]. Для наглядности перевели основные данные характеристик каждого продукта в таблицу.

Таблица 1 –Характеристика батонов

Показатель	Образец №1 (Курскхлеб)	Образец №2 (Орловский)	Образец №3 (Свежий хлеб / Европа)
Масса, г	400	350	400
Цена, руб.	99,90	49,99	59,40
Цена за 100 г, руб.	~25	~14,30	~14,90
Калорийность, ккал	270	290	300
Белки / Жиры / Углеводы, г	7,0 / 5,0 / 52,0	7,5 / 5,0 / 53,0	8,0 / 3,0 / 59,0
Сорт муки	Общего назначения М 55-23	Высший сорт	Высший сорт

Уже на этом этапе видно, что местный батон заметно дороже своих «соседей» по витрине. Пересчет на 100 граммов показывает, что разница в цене между курским и, скажем, орловским образцом составляет почти 75%. Интересно и то, что при одинаковом весе с третьим образцом, батон от «Курскхлеба» почти на 70% дороже, хотя в его составе используется мука не высшего, а общего назначения.

Конечно, цифры на упаковке – это важно, но главное для хлеба – это его внешний вид, вкус и аромат [2]. Поэтому следующим этапом стала органолептическая оценка, то есть обычная человеческая проверка: как батон выглядит, пахнет и какой он на вкус [3].

Батон от «Курскхлеб» выглядит в соответствии с представлением свежего хлебобулочного изделия. Форма правильная, аккуратная, нарезка ровная – удобно работать с ним в быту, вынул из пачки и можно готовить, не прибегая к помощи ножа. Корочка блестящая, золотисто-коричневая, без подгоревших мест. В разрезе, мякиш оказывается эластичным, хорошо пропеченным, с рав-

номерной мелкой пористостью. Цвет у него приятный, с легким кремовым оттенком. В запахе сразу чувствуется та самая горчичная нотка – ярко и аппетитно. На вкус батон в меру соленый, с характерным маслянистым послевкусием.

Орловский батон внешне отличался. Форма тоже правильная, но корка более затемненная, матовая [6]. Мякиш оказался мягким, пористым, поры были крупными и распределены по всему мякишу неравномерно. Запах оказался слабее, и сам вкус показался более простым и пресноватым по сравнению с курским образцом. Горчичное масло ощущалось, но не ярко выражено.

Третий образец, испеченный для торговой сети «Европа», внешне был очень симпатичным: гляцевая, румяная корочка, ровный золотистый цвет. Мякиш оказался самым воздушным и пористым, просто невесомым, белого цвета. На вкус, батон произвел иное впечатление: запах и привкус горчицы в нем практически отсутствовали. Зато явно чувствовалась сладость. Похоже, производитель сделал упор на сдобность, а горчица осталась лишь номинальным ингредиентом, на любителя.

В итоге получилась очень показательная картина. Первое, что бросается в глаза – это разброс цен. Продукция курского комбината стоит существенно дороже. Это может быть связано и с репутацией бренда, и с затратами на производство, и с меньшими объемами. Но дороже – не всегда значит лучше для всех. С точки зрения вкуса, местный батон действительно выигрывает своей насыщенностью и честным горчичным ароматом. Это продукт для тех, кто ищет тот самый «тот самый» вкус. Орловский батон – бюджетный вариант, который выполняет свою функцию, но без особых изысков. А батон из «Европы» – это скорее сладкая булка, замаскированная под горчичный батон. Он мягкий, симпатичный, но любителям пряного вкуса он вряд ли подойдет.

Проведенный анализ позволяет сделать несколько выводов. Ассортимент в Курске есть, и выбрать действительно есть из чего. Информация на упаковках у всех образцов в порядке, претензий к маркировке нет. Цена за 100 граммов может сильно различаться даже внутри одной товарной группы, поэтому внимательному покупателю есть смысл считать и сравнивать. И главное: внешность и цена бывают обманчивы. Самый дорогой образец от «Курскхлеба» оказался самым интересным по вкусу. Самый дешевый орловский – самым простым. А яркий и недорогой батон из супермаркета удивил полным отсутствием заявленного вкуса, сделав ставку на сладость. Так что при выборе хлеба лучше ориентироваться не только на ценник, но и на свои вкусовые предпочтения.

Список литературы

1. ТР ТС 022/2011. Технический регламент Таможенного союза. Пищевая продукция в части ее маркировки : технический регламент Таможенного союза : дата введения 2013-07-01 / Комиссия Таможенного союза. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 26 с.
2. ГОСТ 31805-2012. Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : дата введения 2013-07-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2013. – III, 7 с.

3. Юдина, М. Н. Исследование некоторых показателей качества хлебобулочных изделий / М. Н. Юдина, С. Г. Боев // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Орел, 19 апреля 2023 года. Том Выпуск 2. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 177-182. – EDN RGNHKG.

4. Пучкова, В. Ф. Технология хлебопекарного производства / В. Ф. Пучкова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2019. – 456 с

5. Елисеева Л.Г. Товароведение однородных групп продовольственных товаров: учебник. – М.: Дашков и К, 2022. – 930 с.

6. ГОСТ 5667-2022. Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий : межгосударственный стандарт : дата введения 2023-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2022. – 8 с.

ТАЛЫШЕВА ЕЛИЗАВЕТА ВЛАДИМИРОВНА, студент
ТРУБНИКОВ ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., доцент

Курский аграрный университет, г. Курск, Россия

Научный руководитель –

БОЕВ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, к.э.н., доцент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: tt-kstu@yandex.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБА

В данной статье рассматривается использование трав для обогащения хлеба, проявляясь в качестве инновационного подхода, способствующего в улучшение его питательной ценности, вкусовых качеств и ароматических свойств. Использование некоторых трав способствует не только обогащению эфирными маслами, витаминами и антиоксидантами, но также считаются естественными консервантами, замедляющие процесс порчи продукта.

Ключевые слова: травы, хлеб, компоненты, качество, пищевая ценность, витамины, добавки, продукт.

Хлеб является пищевым продуктом, который получается путем выпекания теста, минимальный сырьевой состав которого состоит из муки и воды, разрыхленного дрожжами или закваской. Также он является основным продуктом присутствующим в ежедневном рационе человека, так как обладает высокими показателями пищевой ценности и способствует в обеспечении организма сложными углеводами (крахмалом, пищевыми волокнами), белками, витаминами (В1, В2, В6, РР, Е, фолатами), магнием и железом [4].

Ассортимент хлеба достаточно разнообразен, на сегодняшний день производят хлеб, обогащенный различными пищевыми добавками и разделяющие на две ключевые категории [1]:

- обогащенные комплексом микронутриентов синтетического происхождения;

- обогащенные натуральными добавками произведенные из сырья растительного происхождения.

На сегодняшний день большую популярность приобретает обогащение хлеба травами. Данная технология востребована как среди пекарей, так и среди потребителей, которые стремятся к более здоровому и рациональному питанию [5].

Например, в качестве обогащающей добавки используют крапиву, которая наделена множеством полезных свойств и обладает большим спросом в народной медицине и кулинарии. В последнее время все чаще крапива используется в качестве полезного компонента для обогащения хлеба, за счет наличия в ней питательных веществ и придачи уникального вкуса изделию.

Крапива может быть добавлена в хлеб в следующих обработках:

- в сухом виде. Добавление крапивы в сушеном и измельченном виде позволяет сохранить большую часть полезных свойств растения, а также указывает на простоту в использовании;

- в свежем виде. Свежие листья предварительно стоит отварить или ошпарить, что позволит минимизировать их жгучесть. Добавление крапивы в свежем виде способствует в насыщении цвета и текстуры хлеба;

- крапивная мука. Крапиву можно измолоть в муку, которая в последующем применяется в качестве одного из компонентов теста, что позволяет в равномерно распределить питательные вещества по всему изделию.

Полезные свойства крапивы:

- наличие множественного количества антиоксидантов, которые способствуют в защите организма от свободных радикалов;

- клетчатка, содержащаяся в крапиве, улучшает пищеварение и поддерживает здоровье кишечника;

Также для обогащения теста применяется ромашка аптечная, которая обладает полезными, лекарственными свойствами. Способы использования ромашки представлены ниже:

- сушеные ромашки. Цветы засушиваются и добавляются непосредственно в тесто, в приблизительных пропорциях 1-2 столовые ложки на 500 г муки;

- отвар ромашки. Отваром ромашки можно заменить воду, которая используется для приготовления теста, что позволит придать хлебу более яркий и насыщенный вкус и аромат.

Полезные свойства ромашки:

- ромашка содержит флавоноиды и другие антиоксиданты, способствующие в укреплении иммунной системы, также способствуя в обогащении организма;

- обладает противовоспалительным эффектом;

- имеет расслабляющий эффект, который благоприятно сказывается в стрессовых ситуациях.

Необходимо учитывать, что не всем подходит такой вариант обогащения хлеба, при помощи ромашки, необходимо учитывать аллергические реакции, в первую очередь тем, у кого есть аллергии на растения семейства астровых.

Топинамбур или сушеная груша применяется в качестве обогащающего компоненты при производстве хлеба. Как правило его используют в виде порошка получаемого из клубней растения, либо же в виде сушеных хлопьев.

Хлопья топинамбура способствуют в обогащении теста биологически активными веществами (витаминами, фруктозой, микро- и макроэлементами), являющиеся питательной средой для дрожжевых и молочнокислых бактерий, способствуя в усилении их активности и газообразования, что ускоряет процесс созревания теста.

Введение топинамбура может происходить как непосредственно в процессе приготовления теста, так может быть применен при приготовлении заранее смеси с мукой. Необходимо соблюдать соотношение муки из зерен по отношению к добавке – 1:2-100.

Использование базилика в качестве обогащающей добавки хлеба позволяет придать выпечке свежий травяной аромат и необычный вкус, благоприятно сказываясь на пищевой ценности хлеба, за счет наличия антиоксидантов и противовоспалительных свойств.

Для добавления базилика в хлеб используют его в сушеном или свежем виде, которые измельчают и добавляют непосредственно в тесто. Чтобы не получить слишком резкий вкус и не перебить основной вкус хлеба, необходимо контролировать количество вносимого базилика.

Помимо улучшения вкусовых качества хлеба, базилик способствует в улучшении структура хлеба. Эфирные масла, содержащиеся в базилике, влияют на процесс брожения хлеба, помогаю тесту лучше подниматься, придавая корке приятную хрустящую структуру. Наилучшие сочетание базилика в хлебе с пшеничной мукой, также используется при производстве хлеба, в основе которого используется цельнозерновая или ржаная мука, где базилик помогает подчеркнуть естественную насыщенность выпечки.

Использование розмарина в хлебе позволяет получить изделие с более выраженным ароматом и увеличенным сроком хранения, за счет содержания в траве антиоксидантов, витаминов и эфирных масел, обладающие противовоспалительными и антимикробными свойствами.

Антимикробные свойства позволяют замедлить процесс окисления и развития плесени, что позволяет дольше хранить выпечку без потери качества.

Использование свежих листьев розмарина позволяет добиться более яркого и насыщенного аромата изделия, но при этом необходимо их более тщательно измельчить, чтобы более равномерно распределить их в тесте. Сушеный розмарин использовать более удобно, так как обладает более концентрированным вкусом, при этом у изделия может быть менее выраженный аромат.

Таблица – Пищевая ценность хлеба, обогащенного различными травами

Наименование показателя	Полученный результат					
	Хлеб с крапиво	Хлеб с ромашкой	Хлеб с топинамбуром	Хлеб с базиликом	Хлеб с розмарином	Хлеб с тимьяном
Витамины						
А, РЭ, мкг	30	1,1	2	19,3	2,7	35,2
Бета, Каротин, мг	0,17	0,012	0,012	0,056	-	0,017
В1, мг	0,291	0,013	0,07	0,164	0,099	0,623
В2, мг	0,103	0,007	0,06	0,08	0,048	0,151
В4, мг	30,58	0,35	30	48,15	21,23	58,87
В5, мг	0,407	0,021	0,397	0,328	0,185	0,585
В6, мг	0,124	0,007	-	0,143	0,083	0,312
В9, мкг	56,178	1,385	-	30,51	17,019	56,742
В12, мкг	0,001	-	-	0,027	-	0,068
С, мг	34,82	3,74	6	3,35	0,39	1,05
Е, мг	0,998	0,012	0,2	2,839	1,396	4,91
К, мкг	0,2	-	0,1	11,5	0,9	1,2
РР, мг	2,4899	0,0173	1,6	2,4459	1,3453	4,4007
Ниацин, мг	0,734	0,005	1,3	-	0,486	-
Минеральные вещества						
К, мг	93,29	21,25	200	144,24	98,65	351,83
Са, мг	17,61	6,56	20	33,26	38,7	224,98
Mg, мг	11,8	1,8	12	17,63	18,28	190,86
Na, мг	309,55	2,26	3	220,25	10,89	51,91
S, мг	48,83	0,73	-	55,34	27,36	-
P, мг	62,7	1,6	78	73,4	75,9	342,9
Fe, мг	0,866	0,129	0,4	1,62	0,832	4,157
Mn, мг	0,3365	0,0542	-	0,4468	0,4452	1,1126
Cu, мкг	70,88	20,13	-	98,48	59,03	663,63
F, мкг	37,38	2,25	-	36,41	-	83,92
Zn, мг	0,5499	0,0478	-	0,6139	0,4806	2,886
Белки, г	7,1	0,1	8,4	8,1	9,3	11,2
Жиры, г	0,9	-	1,3	5,2	4,8	26,5
Углеводы, г	42,4	1	37,4	47,3	37,5	3,9
Калорийность, ккал	208,7	5	201	266,3	223,3	309,4

Использование тимьяна в хлебе, может положительно сказываться на работе пищеварения и общем состоянии организма, за счет содержания антисептических и противовоспалительных свойств. Выступая не только в качестве ароматизатора, но и в качестве натурального консерванта, способствуя в более дли-

тельном хранении хлеба. Для того, чтобы аромат был заметным, но не подавляющим используют 1-2 чайные ложки сушеного тимьяна на 500 грамм муки.

С точки зрения технологии, добавление тимьяна не требует внесения значительных изменений в процедуру приготовления хлеба, но стоит помнить о том, что избыточное использование трав, может оказать значительное воздействие на изменение структуры теста и конечный вкус изделия, что требует тщательной дозировки ингредиентов.

Рассмотрим показатели пищевой ценности хлеба, обогащенного травами, применяемыми для обогащения хлеба в таблице 1 [2]. Травы позволяют обогатить хлеб не только витаминами и минералами, но и биологически активными веществами, такими как флавоноиды, каротиноиды и эфирные масла. Данные компоненты благоприятно сказываются по казателе обмена веществ, укрепляя иммунную систему и способствуют в улучшении общего самочувствия [3].

Таким образом применение трав в качестве компоненты для обогащения хлеба открывает новые горизонты не только для улучшения показателей качества изделия и его пользы, но и открывает возможности для удовлетворения потребностей своевременных потребителей, которые стремятся в поддержании здорового питания.

Список литературы

1. Кузнецова, А. А. Перспективы формирования ассортимента хлебного рынка России на основе мировых тенденций / А. А. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – №16(306). – С. 251-252.
2. Павловская, С.М. Разработка нового ассортимента и совершенствование технологии обогащенных хлебобулочных изделий для профилактического питания : дисс. ... кан. тех. наук. – С. М. Павловская – Воронеж : ВГУИТ, 2022. – 170 с. – Текст : непосредственный.
3. Поснова, Г. В. Разработка технологии хлебобулочного изделия пшеницы с повышенной пищевой ценностью / Г. В. Поснова, Н. Г. Иванова. – Текст : непосредственный // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2024. – №3(27). – С. 400-411.
4. Сахарова, А. А. Хлеб – гениальное творение человечества / А. А. Сахарова, Л. Х. Токарева. – Текст : непосредственный // Юный ученый. – 2022. – № 3.1 (55.1). – С. 60-63.
5. Скорбина, Е. А. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами / Е. А. Скорбина, О. В. Сычева, И. А. Трубина, Е. О. Ежова. – Текст : непосредственный // Пищевая индустрия. – 2021. – №3. – С. 30-32.
6. Изучение возможности применения продуктов кипрея узколистного и арахисовой муки в технологии ржано-пшеничного хлеба на ржаной закваске / А. Г. Беляев, А. Г. Калужских, С. Г. Боев, А. А. Черкашина // Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития : Материалы национальной научно-практической конференции, Москва, 28 октября 2020 года. – Москва: ЗооВетКнига, 2020. – С. 119-125. – EDN RNIFOP.
7. Беляев, А. Г. Использование Иван-чая в создании функциональных продуктов питания / А. Г. Беляев, С. Г. Боев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 327 с. – ISBN 978-5-907744-13-4. – DOI 10.47581/2023/Belyev-Boev.01. – EDN YOFMWK.
8. Боев, С. Г. Изучение влияния безглютеновой мучной смеси и корня лопуха на пористость и энергетическую ценность хлеба / С. Г. Боев, И. В. Беляева, В. Н. Трубников // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 3. – С. 25-31. – DOI 10.24412/2311-6447-2023-3-25-31. – EDN KIANPW.

ХАСБУЛАТОВА БАРИЯТ МЕДЖИДОВНА, к.э.н., доцент
(e-mail: bariyat1975@mail.ru)

Дагестанский государственный университет народного хозяйства,
г. Махачкала, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ДРАЙВЕР РЕШЕНИЯ ТРИЕДИНОЙ ЗАДАЧИ: ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, НУТРИЦИОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

В статье рассматривается трансформация парадигмы пищевых технологий в ответ на глобальные вызовы современности. Аграрно-пищевые технологии (АПТ) способны обеспечивать устойчивое развитие продовольственной системы, улучшать здоровье населения и снижать нагрузку на природные ресурсы. Анализ современных научно-технических решений в области пищевой инженерии направлены одновременно на обеспечение физической и экономической доступности пищи (безопасность), формирование рационов, способствующих активному долголетию (здоровье), и минимизацию антропогенной нагрузки на экосистемы (природопользование). Рассмотрены технологии глубокой переработки сырья, создание продуктов с заданными нутрицевтическими свойствами, а также принципы «зеленого» производства.

Ключевые слова: пищевая инженерия, продовольственная безопасность, здоровое питание, устойчивое развитие, зеленая экономика, глубокая переработка сырья, альтернативные источники белка.

Растущее население планеты (прогноз 9.7 млрд к 2050 году), истощение природных ресурсов и изменение климата формируют «идеальный шторм» для глобальной продовольственной системы. Традиционная модель производства продуктов питания, ориентированная исключительно на калорийность и объем, доказала свою несостоятельность с точки зрения экологии (парниковые газы от животноводства) и здоровья населения (рост неинфекционных заболеваний) [3].

Современная наука о питании (нутрициология) и пищевая инженерия предлагают конвергентный подход. Новые технологии должны не просто накормить человека, а обеспечить его организм необходимыми микронутриентами, предотвращая болезни, и сделать это без вреда для окружающей среды [3].

Классическое понимание продовольственной безопасности (физическое наличие еды) дополняется требованиями экономической доступности. Здесь ключевую роль играют технологии, снижающие себестоимость и потери [2]:

Во-первых, технологии глубокой и безотходной переработки сырья. Современные мембранные технологии (ультрафильтрация, нано-фильтрация) позволяют извлекать из вторичного сырья (молочной сыворотки, лузги, жмыха) ценные белки и пищевые волокна. Это увеличивает выход готовой продукции с единицы сырья, снижая нагрузку на пашню и удешевляя конечный продукт.

Во-вторых, альтернативные источники белка. Технологии ферментации (производство микопротеина) и культивирования клеточного мяса позволяют создавать белковые продукты без традиционного животноводства, требующего огромных земельных и водных ресурсов. Это диверсифицирует продовольственную базу и делает её менее уязвимой к климатическим катаклизмам.

Технологии здорового питания: персонализация и биофортификация

Проблема «скрытого голода» (дефицит витаминов и микроэлементов при избытке калорий) решается через внедрение нутрицевтиков в повседневные продукты.

- Биофортификация и прецизионная ферментация. Научные методы позволяют повышать содержание полезных веществ в сырье на этапе выращивания (например, обогащенные селеном злаки) или в процессе переработки. Использование пробиотических культур в хлебопечении и кисломолочной продукции восстанавливает микробиом человека [1].

- Аддитивные технологии (3D-печать еды). Это не просто развлечение, а технология персонализированного питания. Пищевой 3D-принтер, запрограммированный «чернилами» из белково-жировых эмульсий, может создавать продукт с идеально сбалансированным составом микроэлементов для конкретного человека (спортсмена, пожилого человека, ребенка), решая проблему здорового рациона на индивидуальном уровне [1].

Рациональное природопользование: зеленая упаковка и энергоэффективность

Пищевая промышленность - один из крупнейших загрязнителей (пищевые отходы, пластик). Научные технологии направлены на замыкание циклов [2].

1. Биоразлагаемые и «умные» упаковочные материалы. Разработка съедобных пленок на основе полисахаридов или упаковки из молочного белка казеина, которая растворяется в воде, позволяет отказаться от пластика. «Умные» индикаторы на упаковке меняют цвет, если продукт испортился, что сокращает количество пищевых отходов, выбрасываемых из-за сомнений в свежести.

2. Энергоэффективные и низкоуглеродные технологии. Внедрение мембранных методов очистки сточных вод и тепловых насосов для сушки и пастеризации позволяет повторно использовать тепло и воду, снижая углеродный след производства.

Синтез подходов: капсула здоровья и экологии

Наиболее ярким примером конвергенции трех задач является развитие индустрии функциональных продуктов питания. Например, создание растительного мяса:

- Безопасность: обеспечивает доступный белок.
- Здоровье: содержит клетчатку и не содержит «плохого» холестерина.
- Природопользование: требует на 90% меньше воды и земли, чем производство говядины.

Таким образом, современные пищевые технологии перестали быть просто инструментом переработки сырья. Они становятся стратегическим ресурсом,

позволяющим балансировать между физиологическими потребностями человека и возможностями биосферы.

Переход к экономике замкнутого цикла в пищевой индустрии, массовое внедрение растительных альтернатив и точная настройка нутриентного состава продуктов - это магистральные направления науки, которые обеспечат здоровье населения и устойчивость планеты в долгосрочной перспективе. Дальнейшие исследования должны быть направлены на снижение стоимости этих высокотехнологичных продуктов, чтобы они были доступны не только жителям развитых стран, но и всему населению Земли.

Список литературы

1. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. Нутрициология и клиническая диетология // Вопросы питания. - 2023. - Т. 92, № 4. - С. 6-17.
2. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Погожева А.В. Оптимальное питание - основа здорового образа жизни // Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. Том 3. - Москва: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2019. - С. 228-249.
3. Хасбулатова, Б. М. Рациональное питание как основной фактор здорового образа жизни // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации: Сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции, Орел, 25 апреля 2024 года. - Орел: ЗАО «Университетская книга», 2024. - С. 200-204.

ХАСБУЛАТОВА БАРИЯТ МЕДЖИДОВНА, к.э.н., доцент
(e-mail: bariyat1975@mail.ru)

Дагестанский государственный университет народного хозяйства,
г. Махачкала, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОТРАСЛЕЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ АПК НА БАЗЕ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются современные тенденции цифровой трансформации отраслей пищевой промышленности как ключевого сегмента агропромышленного комплекса (АПК). Анализируется влияние сквозных цифровых технологий (интернет вещей, искусственный интеллект, роботизация) на эффективность производства, качество продукции и прослеживаемость сырья. Выявлены основные барьеры внедрения инноваций и определены перспективные направления развития «умного» производства продуктов питания.

Ключевые слова: цифровизация, пищевая промышленность, АПК, Индустрия 4.0, продовольственная безопасность, сквозные технологии, Big Data.

Современный агропродовольственный комплекс (АПК) сталкивается с ростом спроса на продовольствие, необходимостью снижения экологического следа и требованием к прозрачности продукции. Агропромышленный комплекс является системообразующей сферой экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. Пищевая промышленность, как финальный этап производственной цепочки АПК, сталкивается с рядом вызовов: необходимость

импортозамещения, жесткая конкуренция, требования к экологичности и снижению потерь продукции. Традиционные методы управления производством уже не позволяют достичь требуемого уровня маржинальности и качества. Цифровые технологии (ЦТ) становятся ключевым фактором повышения эффективности, качества и устойчивости отрасли.

Переход к концепции «Индустрия 4.0» предлагает кардинально новые подходы. Цифровизация пищевой промышленности - это не просто автоматизация отдельных процессов, а создание киберфизических систем, управляющих жизненным циклом продукта от поля до прилавка. Систематизация направления цифрового развития отраслей пищевой промышленности, уровень внедрения ЦТ в АПК, оценка их влияние на производительность и устойчивость, а также определения направления дальнейшего развития является одним из приоритетных инновационных преобразований отраслей пищевой промышленности АПК России [3].

Современный этап развития характеризуется внедрением комплекса технологий, которые трансформируют производственные и логистические процессы: прослеживаемость на основе технологии Блокчейн и RFID-меток, промышленный Интернет вещей (IoT) и киберфизические системы, искусственный интеллект (ИИ) и компьютерное зрение [3].

В отраслях пищевой промышленности критически важным является контроль сырья. Цифровые платформы позволяют потребителю и контролирующим органам отследить весь путь продукта: где выращено зерно, каким кормом питалась птица, при каких условиях хранилось молоко. Это не только снижает риск фальсификата, но и позволяет быстро локализовать партию товара в случае чрезвычайных ситуаций.

В мясной, молочной и хлебопекарной промышленности датчики, встроенные в оборудование, в режиме реального времени передают данные о температуре, влажности и вибрации. Это позволяет перейти от планово-предупредительных ремонтов к предиктивной аналитике, когда система сама сообщает о вероятной поломке до того, как она остановила конвейер.

Системы технического зрения на сортировке овощей и фруктов отбраковывают некондиционные плоды быстрее и точнее человека. В переработке ИИ оптимизирует рецептуру, анализируя химический состав сырья (муки, молока) для подбора идеального режима производства конечного продукта.

Цифровизация имеет различное преломление в зависимости от подотрасли пищевой промышленности [2]:

- Молочная промышленность. Активно внедряются системы автоматического контроля кислотности и жирности в потоке. Цифровые двойники производственных линий позволяют моделировать выход сыра или творога до начала фактической переработки сырья.

- Мясо переработка. Высокий уровень роботизации разделки туш. Роботы, оснащенные 3D-сенсорами, сканируют тушу и производят раздел с минимальными потерями, адаптируясь под анатомические особенности каждой единицы скота.

- Масложировая и зерноперерабатывающая отрасли. Акцент делается на автоматизацию элеваторов и логистику. Цифровые платформы управления запасами позволяют минимизировать потери при хранении и оптимизировать маршруты поставок.

Несмотря на очевидные преимущества (снижение себестоимости на 15-20%, уменьшение потерь сырья), процесс цифровизации пищевых производств сталкивается с серьезными препятствиями [2]:

1. Высокая стоимость внедрения и длительный ROI. Для малых и средних предприятий (МСП) закупка дорогостоящих линий с искусственным интеллектом (ИИ) часто экономически нецелесообразна без государственной поддержки.

2. Дефицит кадров. Пищевой отрасли требуются не только технологи, но и специалисты по Data Science, способные обслуживать киберфизические системы.

3. Разрозненность информационных систем. Часто наблюдается цифровой разрыв между поставщиками сырья (сельхозпроизводителями) и переработчиками, что снижает эффект синергии во всем АПК.

Таким образом, развитие отраслей пищевой промышленности АПК на основе цифровых технологий является не просто трендом, а объективной необходимостью для обеспечения конкурентоспособности. Внедрение IoT, искусственного интеллекта и систем прослеживаемости позволяет решить главную задачу: накормить растущее население планеты качественными и безопасными продуктами с минимальным воздействием на окружающую среду.

Для ускорения цифровой трансформации необходим комплексный подход, включающий государственное субсидирование программ автоматизации для переработчиков, интеграцию отраслевых образовательных программ с IT-компетенциями и создание единых цифровых платформ для обмена данными между всеми звеньями агропромышленного комплекса [1].

Цифровые технологии уже трансформируют агропроизводство и пищевую промышленность, повышая эффективность, прозрачность и устойчивость. Наибольший экономический эффект наблюдается при интеграции IoT и AI, тогда как блокчейн усиливает доверие потребителей. Основные барьеры – финансовые, технические и регуляторные – требуют совместных усилий государства, бизнеса и академического сообщества.

Для дальнейшего ускорения цифровой трансформации рекомендуется: создание национальных платформ, открытых данных (стандарты, API), государственная поддержка инвестиций (гранты, налоговые льготы), образовательные программы по цифровой агрономии и AI-инженерии, разработка регулирующих актов с учётом новых технологий (GDPR-compatible IoT, сертификация AI-моделей).

Список литературы

1. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг., утверждена Указом Президента РФ от 09.05.2027 г. № 203. [Электронный ресурс]. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (дата обращения: 05.03.2026).

2. Статья «10 инновационных технологий в пищевой промышленности в 2025 году» / Режим доступа: <https://innovanews.ru/info/innovations/10-innovatsionnykh-tehnologij-v-pishhevoj-promyshlennosti-v-2025-godu/?ysclid=mmehismtp6157588054> (дата обращения 03.03.2026 год.)

3. Крапива Т.В., Давыденко Н.И., Маюрникова Л.А. Цифровая трансформация пищевой промышленности России – фудтех. Состояние и структура отрасли // Продовольственная политика и безопасность. – 2024. – Том 11. – № 3. – С. 519–540.

Заключение

*Сегодня здесь родились яркие идеи науки,
Мы шагнули в будущее — к прорывным задачам.
Автономные тракторы и роботы — помощники в поле,
ИИ и сенсоры в технике точной, как слово в сборнике.
Пусть ваши знания, как GPS, приведут к успеху,
Проекты летят уверенно, как дроны над полем.
Пусть инновации строят прочный фундамент,
И каждый из вас — создатель будущих перемен!
Сегодня здесь рождённые идеи,
Где мысль смела и поиск вдохновлён.
Технологии, машины, новые проекты —
В науке каждый будет окрылён.
АПК — пространство создания и силы,
Где труд и знания ведут вперёд страну.
Тринадцатый сборник — старт для новых открытий,
И в пятницу, 13-го, мы зажгли звезду!
Благодарим всех, принявших участие в конференции, и ждем всех на майскую
Всероссийскую научно-практическую конференцию, в которой продолжим об-
суждение научных исследований, прорывных технологий и современных пер-
спектив развития гибких производственных систем.*

*С наилучшими пожеланиями и до новой встречи,
председатель организационной комиссии,
профессор Курского ГАУ, Волкова С.Н.*

Научное издание

4-я Международная научно-практическая
конференция молодых ученых,
аспирантов, магистров и бакалавров

**«Технологии, машины и оборудование
для проектирования, строительства объектов АПК»**

сборник научных статей

13 марта 2026 года

ISBN 978-5-00261-846-0



Компьютерная верстка и макет *Горохов А.А.*

Подписано в печать 20.03.2026.

Формат 60x84 1/16, Бумага офисная.

Уч.-изд. л. 19,5. Усл. печ. л. 21,6. Тираж 100 экз. Заказ № 4011

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 www.nauka46.ru