



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

3-я Всероссийская
научно-практическая конференция
молодых ученых, аспирантов,
магистров и бакалавров

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ: АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

сборник научных статей

21 ноября 2025 года

Курск - 2025

УДК 631.3
ББК 40.72
С56 ФМ-12

Председатель организационного комитета -
Волкова Светлана Николаевна, профессор кафедры
физико-математических дисциплин и информатики КурскГАУ,
Зам. председателя организационного комитета –
Сивак Елена Евгеньевна, профессор кафедры ФМДИ КурскГАУ,
Зам. председателя организационного комитета –
Шлеенко Алексей Васильевич, заведующий кафедрой ПГС ЮЗГУ

Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство: сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (21 ноября 2025 года); Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2025. - 294 с.

ISBN 978-5-00261-637-4

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных молодых ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе.

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

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-00261-637-4

УДК 631.3
ББК 40.72

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

© Авторы статей, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Информационные системы и технологии АПК и ПГС	10
ВОЛКОВА С.Н., СИВАК Е.Е., БОРОДИН Д.А., БЕЛОВА Т.В. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	10
ВОЛКОВА С.Н., СИВАК Е.Е., СУРНЕНКОВ П.М., СИВАК Н.А. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И ТРАКТОРОВ.....	13
КУШНЕРЕВ Н.Ю. ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СКЛАДСКИХ ЗДАНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	16
МОРОЗОВА В.В., АЛЕКСЕЕНКО Р.Е. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В АПК.....	20
МОРОЗОВА В.В., ВОРОНКИНА А.Н. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	22
МОРОЗОВА В.В., РАГОЗИН А.В. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРОВ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ	24
САЛТЫК И.П., КОНЕВА А.Н. КРИВАЯ ГАУССА - «КОРОЛЕВА» НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.....	26
СОКОЛОВА А.П., ХРЕСТИН Е.В., ХРЕСТИНА В.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ.....	31
Технологии, машины и оборудование для АПК	35
АХРОМЕШИН А.В. РИТМИЧНОСТЬ ПОСТАВОК ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА	35
ВАСИЛЬЕВ Д.А., ЛАТЫПОВ Р.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОГНЕУПОРНОЙ КЛАДКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ (ОБЗОР)	39
ВОЛКОВА С.Н., СИВАК Е.Е., КОРОВИН М.А., БЕЛОВА Т.В. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	44
ИВАШОВА Н.В., ПОСТНЫХ Р.В., БАБКОВ А.П. К ВОПРОСУ ХРАНЕНИЯ И ПОГРУЗКИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ	47
КАШИРЦЕВ С.С., БЕЗМЕН П.А. ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ САДОВ И ТЕПЛИЦ С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ	49
КУШНЕРЕВ Н.Ю. ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ МОДУЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	56
ЛАПСАРЬ О.М. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	59
ЯРОВЕЦ С.А., БЕЗМЕН П.А. ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ САДОВ И ТЕПЛИЦ С ПОМОЩЬЮ АГРОДРОНОВ.....	61
Проектирование, строительство и архитектура для АПК и ПГС.....	68
ALTEMIMI FIRAS A.A., ALOBAIDI AMENAH H.F., ERMOSHIN N.A. FREE VIBRATION ANALYSIS OF CURVED CELLULAR BRIDGES	68

АЛЬТЕМИМИ ФИРАС А.А., АЛЬОБАЙДИ АМЕНА Х.Ф., ЕРМОШИН Н.А. СИСТЕМЫ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ	76
АЛЬТЕМИМИ ФИРАС А.А., АЛЬОБАЙДИ АМЕНА Х.Ф., ЕРМОШИН Н.А. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ, МОДЕЛИ ОЦЕНКИ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ МОСТОВ.....	83
АНТОНЮК В.И., КАЛУГЯН К.Д. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫБОРОМ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	91
БЕЗРОДНАЯ А.С., КАНУННИКОВ Д.А., БОРИСЕНКОВ К.С. ЭНЕРГОАУДИТ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	94
БЕЗРОДНАЯ А.С., КАНУННИКОВ Д.А., БОРИСЕНКОВ К.С. ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРИСТЫХ И ВАКУУМНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕКОНСТРУКЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ.....	97
БЕЗРОДНАЯ А.С., КАНУННИКОВ Д.А., БОРИСЕНКОВ К.С. УТЕПЛЕНИЕ БЕЗ МОСТИКОВ ХОЛОДА: МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?	100
БОРОВОЙ В.А., БРАЙКО С.А., КАЛУГЯН К.Д. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ.....	102
БУНЕСКУ С.С., МУЗАККА Е.А. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ.....	105
ГОЛУБЕВА Е.А., КОРОЛЕВА Л.И., АРДАНКИНА А.Н. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....	108
ГОРКАВЕНКО Д.Д., ИСАКОВА Н.В. ГОРОДСКАЯ СРЕДА КАК «ТРЕТИЙ ЛАНДШАФТ»: ФИЛОСОФСКИЙ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ АНАЛИЗ	115
ГОРОБЕЦ О.О., ЗАВИДОВСКИЙ Н.В. МЕТОДИКИ УЧЁТА ИНФЛЯЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦЕНОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СМЕТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	118
ГОРОБЕЦ О.О., ЗАВИДОВСКИЙ Н.В. ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ СТЕН КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ РОССИИ.....	121
ГОРОХОВ И.А. АНАЛИЗ ВЫСОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ САНК-ПЕТЕРБУРГА.....	124
ЗИЛЬБЕРОВ Р.Д., БУНЕСКУ С.С. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	127
ИВАНОВА А.С. ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	130
ИВАНОВА А.С. СОВРЕМЕННЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В 2025 ГОДУ	133
КАРПОВА Г.В., ЛЕМЕШЕВ Р.А., СУЧИЛКИН В.В. РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МОСТОСТРОЕНИИ: ОТ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДО КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	136
КАРПОВА Г.В., КУРОВИЦКИЙ М.О., СУЧИЛКИН В.В. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ПОД ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКОЙ: ПОЧЕМУ НЕБОСКРЕБЫ РАСКАЧИВАЮТСЯ, НО НЕ ПАДАЮТ	140
КЛЮЕВА И.Е., СЕМЕНОВА Э.Е. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	144
КОНОПЛИНА А.С., ИВАНОВА Ж.В. К ВОПРОСУ АДАПТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОД ОБЩЕСТВЕННО-ЖИЛУЮ ЗАСТРОЙКУ	149

КУШНЕРЕВ Н.Ю. ЗНАЧИМОСТЬ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА: КЛЮЧ К КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКОГО ИНЖЕНЕРА.....	151
МАХОВ В.С. СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ В 2025 ГОДУ: АНАЛИТИКА И ТРЕНДЫ... 154	
МАХОВ В.С. СТРОИТЕЛЬСТВО В ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ В 2025 ГОДУ.....	157
НЕДОСЕКО А.И., ХАЛИКОВ Р.М. РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ В РЕГИОНАЛЬНОМ ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	159
ПЕТРОВ К.С., КАЛУЖАН К.Д. ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ СИСТЕМАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ.....	163
ПЕТРОЧЕНКО М.В. СТРУКТУРА КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ.....	166
ПОПОВ Е.Г., БУНЕСКУ С.С., МУЗАККА Е.А. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....	170
ПОТОЛОВА И.Е. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ НА ПРИНЦИПАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫЕ ПАРТНЕРСТВА.....	173
ПОТОЛОВА И.Е. СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ НАДСТРОЙКЕ ЭТАЖЕЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.....	176
ПОТОЛОВА И.Е. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА В МНОГОЭТАПНОМ СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА.....	179
ПРОЛОМОВА В.В. ПРЕИМУЩЕСТВА УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И СТЕКЛОПЛАСТИКА ПЕРЕД СТАЛЬНОЙ АРМАТУРОЙ.....	181
ФИРСОВ В.И., МИХАЙЛОВ Е.В., ПОГОРЕЛОВА К.С. ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.....	184
ХОДЫКИН И.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	187
ШЕРКУНОВА Д.А. ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕНОГО БРУСА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	189
ШЕРКУНОВА Д.А. СРАВНЕНИЕ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	194
ЯМОЧКИНА И.А., ВОЛКОВ К.Р. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ.....	198
ЯМОЧКИНА И.А., ВОЛКОВ К.Р. ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК (ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЙ) НА ПОВЕДЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	201
Экологические проблемы и безопасность жизнедеятельности в АПК и ПГС	204
БАКУЛИНА Н.Б. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ РЕЧНОГО СТОКА.....	204
БАЛИТОВ Р.Б. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПУТЕЙ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	206

ЖИЛЯЕВ А.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ ПГС.....	211
КИРИЛЬЧУК И.О., ПАУКОВА Ю.С. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ.....	214
КОРОТЫШЕВА Л.Б., РЫГОВАННЫЙ А.Н. РОЛЬ СУДОХОДСТВА В ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ АКВАТОРИИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И ФИНСКОГО ЗАЛИВА.....	217
КУРОВИЦКИЙ М.О. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ТРАССИРОВАНИЕ ДОРОГИ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И ЭРОЗИИ ПОЧВ.....	221
ЛАДЭ Р.А. ПРАВОВОЙ СТАТУС И РЕЖИМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БОЛЬШИХ ДАННЫХ.....	225
САДОВА В.А. МЕЛИОРАТИВНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ В АПК.....	230
Транспортные системы и эксплуатация машинно-тракторного парка АПК и ПГС	233
ГОРОХОВЦЕВ А.О., КОНОНЕНКО Е.О., БЕЛОУСОВ Н.И. ДЕНДРОФЛОРА КАК МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ГУМУСА.....	233
Электроэнергетика и электротехника в АПК и ПГС	237
АБРОСИМОВ И.П. О РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК.....	237
АБРОСИМОВ И.П. О ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВНУТРИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК.....	240
АБРОСИМОВ И.П. ОБ АНАЛИЗЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ВНУТРИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК.....	242
АВЕТИСЯН Т.В., АМИРАСЛАНОВ А.А., БАСКАКОВА А.А., БЕЛИКОВА К.Г. О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	244
АВЕТИСЯН Т.В., БОГОДЕЕВ Д.А., БОНДАРЕВ А.А., БОХОНЬКО У.А. О ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	247
АВЕТИСЯН Т.В., ЗЕНИЦЕВА А.В., ЕФРЕМОВА В.В. О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОДДЕРЖКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	250
БУГАЙ Д.Е., БАКУЛИНА Н.Б., ДРОЖЖИНА М.Н. РАЗВИТИЕ МАЛЫХ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ.....	252
ДУБРОВ И.В., ВОЛКОВ Р.О. ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	256
ДУБРОВ И.В., ВОЛКОВ Р.О. КОМБИНАЦИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И LI-ION АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТЯЖЕЛОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	258
ДУБРОВ И.В., ВОЛКОВ Р.О. ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ, ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК.....	261
КАТАЕВА И.А. К ВОПРОСУ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ И РИСКОВ ПРИ ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ДИРЕКЦИИ ПО ТЕПЛОДОСНАБЖЕНИЮ РЖД.....	264
НАГОРНЫХ А.А., БУДНИКОВ А.И. СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	268

НАГОРНЫХ А.А., БУДНИКОВ А.И. СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ.....	270
НАГОРНЫХ А.А., БУДНИКОВ А.И. ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ АПК.....	273
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Ю.П., ПАНИН Д.В., ЗОЛОТАРЕВ А.А., ЖИЛЕЙКО А.А. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В АПК	275
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Ю.П., ДЮКОВ А.В., БОГДАНОВ Я.А., СОКОЛОВ А.С. О ПРИМЕНЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК	278
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ Ю.П., ФИРСОВА Е.А., СТУКАЛОВА В.С., ТЕЛЕГИНА В.О. О ПРИМЕНЕНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК И ПГС	281
Технологии и оборудование пищевых и перерабатывающих производств	284
ВАСИЛЕНКО Т.Р., СЛИПЧЕНКО Е.В. БИОКОНВЕРСИЯ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ	284
ОБОЛОНСКАЯ Е.А., СЛИПЧЕНКО Е.В. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СУШКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ	287
СОЛОДОВНИКОВА М.К. СОВРЕМЕННЫЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	290

*Свято место пустым не бывает!
Superwood на него спешит,
И китайский робот о нём мечтает,
Наш российский учёный не спит.
А о том, что он предлагает,
В нашем сборнике всех удивит!*



Дорогие наши участники 3-й Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов, магистров и бакалавров «Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство»! Рада приветствовать вас и сообщить, что за эти три года со дня нашего совместного проекта выпущено 12 сборников с оригинальными и креативными идеями, которые успешно нашли путь, дойдя до защиты кандидатских диссертаций, периодически освещая результаты своей работы в сборниках наших конференций. Под руководством опытных наставников и своих руководителей молодёжь активно созидает на научно-исследовательской ниве, совмещая работу с образовательным процессом. Не перестают нас радовать и открытия мирового масштаба, связанные с тематикой наших направлений, делая ставку на ресурсосбережение и экологию в таких отраслях, как строительство и проектирование ПГС, животноводство, растениеводство в АПК. Чего только стоит китайский робот-селекционер — это целая новая эра в сельском хозяйстве! Данная разработка обеспечивает непрерывный процесс выведения устойчивых к болезням и изменению климата сельскохозяйственных культур благодаря применению искусственного интеллекта, охватывающего весь цикл выведения новых сортов, включая этапы формирования генетической базы, анализа образцов и их тестирования в ходе роста. Робот-селекционер призван упростить переход научных достижений в область реального сельского хозяйства, повышая конкурентоспособность и качество продукции. Благодаря технологии оптимизации светового и температурного режимов интеллектуальными системами он может выращивать сразу несколько культур, причём в течение более чем одного поколения. В процессе роста робот воссоздаёт разные параметры окружающей среды, в том числе экстремальные, чтобы оценить устойчивость новых видов растений. Новый прорыв в аграрных технологиях демонстрирует симбиоз науки и промышленности в целях устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли. Учёными также разработан новый сплав на основе хрома, молибдена и кремния, который сохраняет прочность при комнатной температуре и не теряет защитных свойств при воздействии экстремальных температур — до 1100 °С. Добавление кремния в небольших дозах способствует формированию защитного оксидного слоя, не вызывая хрупкости. Выдающаяся стойкость к износу предотвращает разрушение даже при 2000 °С, что повышает эффективность работы двигателей, снижает расход топлива и выбросы, а также увеличивает срок службы деталей, работающих в экстремальных условиях. Эти качества открывают путь к созданию более надёжных и экологических энергетических систем

будущего. Американская компания Invent Wood нашла новый суперматериал, который очень скоро изменит строительство. Он называется Superwood – «супердерево», в 10 раз прочнее стали по соотношению прочности к весу, при этом в шесть раз легче. Начало разработки материала приходится на 2017 год, когда удалось усилить структуру древесины, обработав её химически и спрессовав под высокой температурой. В результате материал превзошёл по плотности и прочности большинство металлов. Superwood официально вышел на рынок. Его делают из настоящей древесины, которую очищают, химически изменяют и затем сжимают до предела, «сплющивая» её клеточную структуру. Производится на заводе в Мэриленде, процесс занимает несколько часов. Материал планируют использовать не только для фасадов, террас, но и для мебели, полов и панелей. В перспективе будут возводить целые здания: лёгкие, устойчивые к землетрясениям и не требующие массивных фундаментов. Оно в 20 раз прочнее обычного дерева, в 10 раз устойчивее к вмятинам, не боится влаги, грибов и насекомых, огнестойчиво. По сравнению со сталью, оно выбрасывает в атмосферу на 90% меньше углерода. Инженеры делают его альтернативой бетону и стали, которые сегодня доминируют в строительстве и сильно загрязняют планету. Производство цемента отвечает за 7% мировых выбросов CO₂.

Оно не только легче и экологичнее, но и способно хранить углерод, превращая здания в своеобразные «ловушки» для парниковых газов. Консерватизм строительной отрасли заключается в том, что строители не спешат рисковать, заменяя старые материалы и производства на новые. Зато архитекторы вдохновляются на смелые проекты из таких материалов, как Superwood, что становится шагом к экологичным городам будущего. Можно перечислить и множество других открытий, но и этих достаточно для оценки масштаба новых идей, связанных с ресурсосбережением и экологией будущего в агропромышленных отраслях, в проектировании и строительстве нашего с вами будущего. Начало моего выступления в приветственном слове будет продолжено и подтверждено вашими исследованиями по семи направлениям работы секций на нашей конференции с подведением итогов и выработкой рекомендаций для дальнейшей работы. И пусть чистота помыслов и жажда новых открытий на благо человечества не покидает вас на протяжении всего творческого пути. Желаю всем нам успешной работы, которая нас прославит и сделает ещё сильнее и энергичнее в достижении своих открытий.

С уважением, председатель организационного комитета, профессор Курского ГАУ, Волкова С.Н.

Председатель организационного комитета -
профессор кафедры физико-математических
дисциплин и информатики Курского ГАУ

Волкова С.Н.

Информационные системы и технологии АПК и ПГС

ВОЛКОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, д.с.-х.н., профессор
СИВАК ЕЛЕНА ЕВГЕНЬЕВНА, д.с.-х.н., профессор
БОРОДИН ДМИТРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, 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»

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Статья рассматривает современные тенденции инженерных экспериментов в России, сравнивая традиционные лабораторные методы и цифровые технологии. Описаны ограничения физических испытаний, преимущества моделирования, применение САД, САЕ и цифровых двойников, примеры отечественных университетов и предприятий, вопросы стандартизации, кадровой подготовки и инфраструктуры, интеграция методов, ускорение исследований, снижение затрат, повышение точности и безопасности.

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

В современной российской инженерной практике всё заметнее сдвиг в сторону цифровых технологий вместо классических подходов. Инженерные эксперименты по-прежнему служат важнейшим способом оценки прочностных свойств материалов, эффективности механизмов и поведения сложных систем, но у традиционных методов есть существенные ограничения. Лабораторные стенды и натурные испытания требуют серьёзной подготовки, точной стабилизации условий и значительных финансовых вложений — особенно когда речь идёт о дорогих комплектующих, например, при проверках роботов или агрегатов энергетического назначения. Хотя такие исследования дают надёжные данные, они часто труднореализуемы в плане повторяемости и масштабирования, да и одновременный учёт множества параметров вызывает сложности. В российской действительности, где лабораторные бюджеты и ресурсы нередко скромны, эти обстоятельства становятся серьёзным препятствием для широкого внедрения комплексных инженерных тестов. [1]

Традиционные методы остаются востребованными в случаях, когда необходимо прямое наблюдение физических процессов. Лабораторные испытания материалов на растяжение и сжатие, например, с использованием испытательных машин INSTRON серии 5980, позволяют измерять реальные деформации и предел прочности с точностью до микрон. Для динамических исследований механизмов применяются вибростенды и динамометры, которые дают возможность

анализировать колебательные характеристики и нагрузки. При этом натурные испытания сложных агрегатов, таких как промышленные насосные установки или роботизированные линии, требуют времени на сборку прототипа, настройку измерительных каналов и контроль температуры, давления и влажности. Ограниченная возможность моделирования альтернативных сценариев приводит к необходимости повторного проведения испытаний при каждом изменении параметров, что повышает затраты и сроки исследований. [2]

Цифровые методы позволяют сократить эти ограничения с помощью моделирования и виртуальных экспериментов. Программное обеспечение типа ANSYS Mechanical, SolidWorks Simulation и COMSOL Multiphysics используется для анализа прочностных и тепловых характеристик конструкций без физического прототипа. В России такие системы применяются как в университетских лабораториях, так и на предприятиях машиностроительной отрасли, включая конструкторские бюро оборонного комплекса и энергетические компании. Цифровое моделирование позволяет изменять параметры материалов, геометрию деталей и нагрузочные условия мгновенно, получать поля напряжений, деформаций и температур, а также прогнозировать поведение систем при аварийных режимах без риска для оборудования. [3]

Внедрение цифровых технологий в России сталкивается с рядом проблем. В первую очередь, это недостаток вычислительных мощностей в малых и средних лабораториях, что ограничивает возможность проведения сложных симуляций в ANSYS или COMSOL для крупных сборок. Во-вторых, кадровый вопрос: инженерно-технический персонал не всегда обладает навыками работы с современными CAE-системами, требуется дополнительное обучение и повышение квалификации. [4] Третий аспект — соответствие цифровых экспериментов государственным стандартам и нормативам по моделированию механических систем или отраслевым инструкциям предприятий энергетической и машиностроительной сферы. Без адаптации программных решений под требования стандартов предприятия сталкиваются с трудностями при сертификации продукции. Кроме того, интеграция цифровых моделей с существующими экспериментальными процессами требует согласованности измерительных систем и обмена данными между лабораторными стендами и программным обеспечением. [5]

Примеры российских практик показывают, что цифровизация инженерных исследований даёт конкретные результаты. В энергетике цифровые двойники турбин позволяют прогнозировать нагрузку на лопатки и выявлять критические зоны без остановки оборудования. В машиностроении всё чаще используют виртуальное моделирование редукторов и роботизированных манипуляторов. Такой подход позволяет заранее оценить, как техника будет работать под нагрузкой, и понять, что можно улучшить в конструкции. В университетах вроде МГТУ имени Баумана студенты уже осваивают ANSYS и SolidWorks Simulation, чтобы на практике научиться решать реальные инженерные задачи. Это помогает подготовить выпускников к работе на производстве и уменьшает

разрыв между теорией, которую дают в вузе, и тем, с чем сталкиваются на заводе. [5]

Кроме того, цифровые методы сильно упрощают обработку результатов. Например, с помощью Python или MATLAB можно написать скрипты, которые быстро анализируют данные симуляций, находят критические параметры и формируют отчёты без лишней ручной работы. [6]

Это ускоряет работу с большими объёмами информации и снижает риск ошибок, которые возникают при ручном анализе экспериментальных данных. В российских компаниях подобные подходы применяются при проектировании автомобильных компонентов, робототехнических комплексов и элементов аэрокосмической техники. [7]

Таким образом, современная инженерная практика в России постепенно смещается в сторону цифровых технологий, но традиционные методы остаются незаменимыми для проверки критических данных и калибровки моделей. [8] Комбинация цифрового моделирования и лабораторных испытаний позволяет существенно сократить сроки исследований, снизить затраты и повысить точность прогнозирования поведения систем. В то же время инфраструктурные ограничения, кадровые вопросы и нормативные требования определяют темпы внедрения цифровых технологий в различных отраслях, требуя комплексного подхода к модернизации исследовательских процессов. [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 упрочнённых 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.

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

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И ТРАКТОРОВ

Статья предлагает методику экспериментальной оценки энергетической эффективности комбинированных почвообрабатывающих машин отечественного производства. Рассматриваются конструктивные особенности агрегатов (культиваторы ККШ-9, ККМ-6, дисковые плуги ПД-3,4, ПД-5,0, чизельные АЧК-5, универсальные КМД-6 и т.д.), последовательность подготовки и работы техники, проектирование маршрутов, а также режимы обработки.

Ключевые слова: энергоэффективность, комбинированные почвообрабатывающие машины, методика, почвенно-климатические условия, стандартизация, тракторы.

Энергоэффективность комбинированных почвообрабатывающих машин является одним из ключевых факторов повышения производительности и снижения себестоимости сельскохозяйственного производства в России. На сегодняшний день агропредприятия сталкиваются с необходимостью оптимизации расхода топлива и ресурсов, что особенно актуально для регионов с высокими энергоносителями и протяжёнными полями, таких как Центральный и Поволжский регионы. [1] Комбинированные машины, такие как КМД-6, КСТ-10, агрегаты типа «Культиватор комбинированный ККШ-9» или дисковые плуги ПД-3,4, применяются для комплексной обработки почвы, включая рыхление, выравнивание и закладку удобрений, и при этом отличаются высокими энергозатратами из-за значительной тяговой нагрузки и большого сопротивления почвы. Традиционные методы эксплуатации этих машин часто не учитывают вариативность плотности почвы, влажности и рельефа, что ведёт к перерасходу дизельного топлива и увеличению износа рабочих органов. Многие хозяйства продолжают использовать устаревшие трактора Т-150К, ХТЗ-17221 и ЮМЗ-6 с механическим управлением, где режимы работы агрегатов регулируются вручную без учета оптимальной скорости движения и нагрузки на агрегат, что снижает эффективность обработки и повышает эксплуатационные затраты. [2]

Энергетическая эффективность почвообрабатывающих машин определяется как соотношение полезной работы, выполняемой агрегатом при обработке почвы, к затраченной энергии топлива, при этом учитываются как тяговые характеристики трактора, так и сопротивление рабочих органов. Концептуально ключевыми показателями служат удельный расход энергии на гектар обрабатываемой площади, нагрузка на двигатель и крутящий момент, передаваемый от трактора на рабочие органы агрегата. [3] Комбинированные машины в российской сельхозпрактике представлены несколькими основными типами: культиваторы ККШ-9 и ККМ-6, дисковые плуги ПД-3,4 и ПД-5,0, чизельные агрегаты АЧК-5, а также универсальные комбинированные агрегаты КМД-6, которые совмещают функции рыхления и выравнивания почвы с заделкой удобрений. Культиваторы ККШ-9 предназначены для сплошного рыхления на глубину до 15 см при ширине захвата 3,6 м, оснащены рабочими органами с пружинным подвесом, что снижает ударную нагрузку и позволяет экономить топливо. Дисковые плуги ПД-3,4 с шириной захвата 3,4 м используют вращающиеся диски диаметром 560 мм для обработки плотной почвы и способны работать с тракторами Т-150К мощностью 150 л.с., обеспечивая стабильный расход топлива около 16 л/га на чернозёме средней плотности. Чизельные агрегаты АЧК-5 применяются для глубокой рыхлой обработки до 35 см с тракторами ХТЗ-17221, где энергоёмкость работы зависит от скорости движения и влажности почвы, особенно при весенней вспашке на суглинках. На энергозатраты напрямую влияют конструктивные особенности машин, включая массу, ширину захвата, тип рабочих органов, а также режим работы — скорость движения, глубина и частота обработки, состояние почвы. [4]

Построение методики оценки энергетической эффективности комбинированных почвообрабатывающих машин начинается с определения последовательности действий и выбора ключевых параметров. Основными этапами являются подготовка машины, проектирование маршрута работы и определение режимов обработки, при этом все действия рассматриваются на теоретическом уровне без проведения физических испытаний. Подготовка машины включает проверку технического состояния трактора и агрегата, например, Т-150К с культиватором ККШ-9 или ХТЗ-17221 с дисковым плугом ПД-3,4. На этом этапе описываются регламентные операции: проверка зазоров в трансмиссии, исправность гидросистем, состояние пружинных подвесов рабочих органов культиватора, натяжение цепей и состояние дисков плуга. Проектирование маршрута работы подразумевает определение направления движения, ширины прохода, последовательности захватов и чередования смежных рядов с учётом рельефа и плотности почвы. Например, при работе КМД-6 с Т-150К на чернозёмах Центрального Черноземья рекомендуется планировать маршруты с минимизацией поворотов на холмистой местности и равномерным распределением нагрузки по агрегату. [5] Определение режимов работы включает выбор глубины обработки, скорости движения и угла атаки рабочих органов, где для дискового плуга ПД-3,4 допустимая скорость 6–8 км/ч при глубине захвата 18–20 см, а для чизельного агрегата АЧК-5 с ХТЗ-17221 — 4–6 км/ч при глубине 30–35 см. Парамет-

ры, учитываемые в методике, включают тип и ширину рабочих органов, массу агрегата, мощность трактора, сопротивление почвы, влажность и плотность грунта, а также сезонные климатические особенности региона эксплуатации. На основе этих характеристик формируется описательная схема оценки, где каждый параметр сопоставляется с оптимальными условиями работы, установленными для отечественных моделей техники, без необходимости проведения измерений. [6]

В малых и средних хозяйствах часто эксплуатируются трактора Т-150К и ХТЗ-17221 с культиваторами ККШ-9, ККМ-6 или дисковыми плугами ПД-3,4, но операторы не всегда имеют опыт оптимальной настройки гидравлических систем и регулировки рабочих органов, что затрудняет применение даже теоретической методики. В хозяйствах с устаревшими мастерскими и ограниченной базой для ремонта техника может использоваться не по паспортным характеристикам: например, изношенные пружинные подвесы ККШ-9 изменяют распределение нагрузки на грунт, а неполадки в трансмиссии Т-150К повышают удельный расход топлива, что влияет на описательную оценку энергетической эффективности. [7] Стандартизация процедур и подготовка кадров остаются ключевыми проблемами, так как методика требует соблюдения определённой последовательности действий: проверка состояния техники, настройка глубины обработки, определение режима работы. Для этого необходимо проводить обучение операторов, инженеров-механиков и агротехников по инструкциям завода-изготовителя трактора Т-150К и агрегатов КМД-6, а также внутренним нормативам и ГОСТу, что позволяет теоретически учитывать оптимальные параметры работы без экспериментов. [8]. Методика экспериментальной оценки энергетической эффективности комбинированных почвообрабатывающих машин позволяет формализовать подход к использованию отечественной техники без проведения физических испытаний, опираясь на паспортные характеристики, конструктивные особенности и нормативные документы. В российских условиях применение тракторов Т-150К, ХТЗ-17221, ЮМЗ-6 с культиваторами ККШ-9, ККМ-6, дисковыми плугами ПД-3,4, ПД-5,0 и чизельными агрегатами АЧК-5 требует учета ширины захвата, глубины обработки, массы агрегата, типа рабочих органов и сопротивления почвы. Ограничения внедрения связаны с разным уровнем технической подготовки операторов и инфраструктуры хозяйств, особенностями взаимодействия с устаревшими тракторами и производственными регламентами, а также необходимостью стандартизации процедур и обучения персонала по инструкциям завода-изготовителя и требованиям ГОСТ 34631-2019. [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

КУШНЕРОВ НИКОЛАЙ ЮРЬЕВИЧ, студент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: milord_d@vk.com)

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СКЛАДСКИХ ЗДАНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Складские здания агропромышленного комплекса играют ключевую роль в обеспечении эффективного хранения и распределения продукции. Оптимизация объемно-планировочных решений в таких зданиях не только повышает эффективность логистических процессов, но и снижает затраты на эксплуатацию. В статье рассматриваются основные аспекты оптимизации проектирования складских зданий с учетом логистических процессов.

Ключевые слова: строительство, агропромышленный комплекс, здания и сооружения.

Складские здания в агропромышленном комплексе играют критически важную роль в обеспечении сохранности сельскохозяйственной продукции, сырья и готовых товаров. Эффективность складских операций напрямую зависит от объемно-планировочных решений, которые должны учитывать особенности логистических процессов, включая приемку, хранение, комплектовку и отгрузку товаров. Оптимизация этих решений позволяет сократить временные и финан-

совые издержки, повысить гибкость и надежность цепочек поставок, а также обеспечить соответствие современным требованиям устойчивого развития. Особую актуальность эти вопросы приобретают в условиях сезонных колебаний грузопотоков и необходимости соблюдения строгих требований к хранению сельскохозяйственной продукции.

Оптимизация объемно-планировочных решений складских зданий АПК начинается с анализа логистических процессов. Ключевыми факторами являются: тип хранимой продукции (сыпучие материалы, охлажденные товары и т.д.), интенсивность грузопотоков, необходимость создания специальных условий хранения (температура, влажность, вентиляция) и использование автоматизированных систем управления складом (WMS).

Особое значение имеет учет отраслевой специфики агропромышленного комплекса. Для различных видов сельскохозяйственной продукции требуются специализированные условия хранения. Например, для зерновых культур необходимы силосы с системами активной вентиляции и контроля влажности, для плодоовощной продукции — холодильные камеры с регулируемой газовой средой, для продукции животноводства — морозильные установки с поддержанием стабильного температурного режима. Эти требования напрямую влияют на архитектурно-планировочные решения, определяя высоту помещений, организацию внутреннего пространства и инженерные коммуникации.

Одним из важнейших принципов является зонирование пространства. Склад должен быть разделен на функциональные зоны: приемки, хранения, комплектации и отгрузки. Рациональное расположение этих зон относительно друг друга позволяет минимизировать внутренние перемещения грузов и сократить время обработки. Например, зоны приемки и отгрузки часто размещаются рядом для удобства, а зона хранения организуется с учетом частоты обращения к товарам — наиболее востребованные позиции размещаются ближе к зонам комплектации.[2]

Для складов АПК особенно важно предусмотреть буферные зоны для временного хранения продукции, проходящей фитосанитарный контроль или ожидающей лабораторных исследований. Эти зоны должны быть изолированы от основных складских помещений, но иметь удобные логистические связи с зонами приемки и отгрузки.

Выбор конструктивной схемы здания также играет важную роль. Современные складские комплексы часто проектируются с использованием каркасных систем из легких металлических конструкций (ЛМК) или сэндвич-панелей, которые позволяют создавать большие пролеты без внутренних опор. Это обеспечивает гибкость планировки и удобство размещения стеллажного оборудования. Высота складских помещений должна учитывать возможность использования многоуровневых стеллажных систем и механизмов вертикального хранения, что особенно актуально для складов с высокой интенсивностью грузопотоков.

При проектировании высотных складов необходимо учитывать особенности работы складской техники. Высота помещения должна позволять установку

стеллажного оборудования с запасом по высоте для безопасной работы погрузчиков и штабелеров. Для удобства обслуживания высотных стеллажей следует предусмотреть специальные технические зоны для обслуживающих лифтов и подъемников. [3,4]

Интеграция технологических решений является еще одним ключевым аспектом. Например, использование напольных конвейеров, автоматических штабелеров и роботизированных систем комплектации требует особого внимания к планировке пространства, включая ширину проездов, размещение технологических линий и организацию точек доступа. Для складов АПК, работающих с температурно-чувствительной продукцией, необходимо предусмотреть изолированные камеры хранения с системами климат-контроля, которые также влияют на объемно-планировочные решения.

Современные логистические требования диктуют необходимость создания гибких складских пространств, способных адаптироваться к изменяющимся объемам хранения. Это достигается за счет использования трансформируемых перегородок, мобильного стеллажного оборудования и модульной организации пространства. Такие решения особенно важны для агропромышленного комплекса, характеризующегося сезонными колебаниями грузопотоков.[5]

Энергоэффективность и устойчивое развитие становятся все более важными критериями при проектировании складских зданий. Использование естественного освещения через световые фонари, установка солнечных панелей на кровле, рекуперация тепла, и система умного энергоменеджмента позволяют снизить эксплуатационные расходы и минимизировать экологический след. Для складов АПК особенно актуальны системы рекуперации тепла от холодильного оборудования, которые могут быть использованы для отопления вспомогательных помещений.

Отдельное внимание следует уделить организации прилегающей территории. Планировка подъездных путей, маневровых площадок и мест для стоянки транспорта должна обеспечивать бесперебойную работу склада в периоды пиковых нагрузок. Для агропромышленных складов необходимо предусмотреть площадки для санитарной обработки транспорта и специальные зоны для взвешивания грузов.

Оптимизация объемно-планировочных решений складских зданий агропромышленного комплекса требует комплексного подхода, учитывающего логистические процессы, технологические особенности и принципы устойчивого развития. Рациональное зонирование, выбор современной конструктивной схемы и интеграция автоматизированных систем позволяют создать эффективную и гибкую складскую инфраструктуру, способную адаптироваться к изменяющимся условиям рынка. Такой подход не только сокращает издержки, но и повышает конкурентоспособность предприятий АПК за счет ускорения обработки грузов и улучшения качества хранения продукции.[1]

Перспективным направлением развития является создание интеллектуальных складских комплексов, где все процессы управления пространством и грузопотоками автоматизированы и оптимизированы с помощью искусственного ин-

теллекта. Внедрение цифровых двойников складов позволяет моделировать различные сценарии работы и выбирать наиболее эффективные планировочные решения еще на этапе проектирования. Для агропромышленного комплекса это особенно важно, так как позволяет минимизировать риски порчи продукции и обеспечить ее максимальную сохранность всей логистической цепочки.

Список литературы

1. Энергосберегающее обустройство территории в эко-домах / Д. А. Бредихин, О. А. Кравченко, Е. Скуркан, Л. В. Чайковская // Научные исследования: проблемы и перспективы в контексте глобальных вызовов : Сборник научных трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции, Анапа, 21 января 2023 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2023. – С. 68-72. – EDN PXSCWA.

2. Кушнерев, Н. Ю. Современные автоматизированные строительные комплексы. Достоинства и недостатки / Н. Ю. Кушнерев // 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, 23 мая 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 272-275. – EDN KLEXYB.

3. Чайковская, Л. В. К вопросу внедрения еврокодов в Российской Федерации / Л. В. Чайковская, И. С. Брагина, Е. И. Четверикова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2024. – № 9(1081). – С. 16-19. – EDN LQKNKF.

4. Кушнерев, Н. Ю. Развитие энергосберегающих ресурсов в условиях санкций / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 278-280. – EDN VECBYJ.

5. Чайковская, Л. В. Различные типы окон, используемых в здании / Л. В. Чайковская, М. Д. Каландаров // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : Сборник научных статей 3-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 3-х томах, Курск, 03 июня 2022 года / Отв. редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 164-167. – EDN STIUNZ.

УДК 62-529.4

МОРОЗОВА ВИКТОРИЯ ВИКТОРОВНА, к.п.н., доцент

АЛЕКСЕЕНКО РОМАН ЕВГЕНЬЕВИЧ, студент

Курский ГАУ, Россия

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В АПК

В данной статье рассмотрены различные виды автоматизированных процессов с использованием датчиков и Интернета вещей в сельском хозяйстве. Анализируются перспективы применения беспроводных сенсорных сетей для автоматизации процессов, что делает сельское хозяйство более рентабельным, устойчивым и предсказуемым.

Ключевые слова: интернет вещей, датчики, беспроводные сенсорные сети, сельское хозяйство

Интернет вещей - это система при которой сенсоры, датчики, техника подключаются к единой сети, обмениваются данными и могут работать без прямого участия человека. Все устройства должны уметь собирать информацию, передавать ее в облако или на сервер, взаимодействовать друг с другом и выполнять команды дистанционно.

Система автоматизации на основе Интернета вещей в сельском хозяйстве позволяет мониторить состояние почвы и посевов с помощью датчиков влажности, температуры и освещенности; помогают контролировать полив; при хранении продукции отслеживают температурный режим и другие показатели в хранилище. В животноводстве при помощи датчиков можно контролировать состояние животных, автоматизировать процесс кормления. Цель автоматизации – увеличить эффективность и рентабельность производства. Устройства Интернета вещей доказали свою полезность в улучшении управления сельскохозяйственными ресурсами и повышении устойчивости производства.[1]

Ключевые характеристики устройств Интернета вещей: энергоэффективность и автономность, возможность подключения, наличие датчиков или актуаторов, низкая стоимость, небольшие размеры и физическая компактность, вычислительная способность, простота и специализация, безопасность, надежность и способность работать в реальных условиях, масштабируемость и управляемость. Расстояние между отправителем и устройством мониторинга в беспроводных сенсорных сетях обычно составляет от 1 м до 100 км. Однако при использовании Интернета вещей и облачного анализа данных это расстояние становится неограниченным.[2].

Чтобы обеспечить непрерывный сбор данных, в крупных фермах необходимо тщательно продумать такие факторы, как количество сенсорных узлов, ретрансляторов, энергопотребление, рабочие частоты и расстояние между передатчиками и приёмниками. Разработка архитектуры Интернета вещей и успешное внедрение передатчиков и приёмников в полевых условиях могут быть

сопряжены с определёнными трудностями. В большинстве шлюзов используются одноплатные компьютеры с процессорами ARM, в то время как большинство программных приложений предназначено для процессоров x86. Это приводит к проблемам с совместимостью и непредвиденному поведению.

Выбор типа беспроводной сенсорной сети для АПК зависит от конкретной задачи. Для мониторинга обширных полей или пастбищ идеально подходят LPWAN-технологии (LoRaWAN, NB-IoT) из-за дальности и автономности. Для автоматизации компактных объектов (теплицы, коровники) отлично работают Zigbee или BLE mesh-сети. Для задач, требующих передачи видео или отслеживания движущихся объектов, подходят сотовые сети (LTE-M). [3].

Часто используется гибридный подход, где разные типы сетей взаимодействуют для достижения оптимального результата.

Внедрение новых технологий тормозится из-за ряда проблем, связанных с их высокой стоимостью, наличием высококвалифицированных специалистов, а также тот факт, что обычно поля расположены далеко от развитой инфраструктуры и нет возможности подключения к интернету или мобильной сети, что исключает возможность передачи данных от датчиков, т.е. исключает работу всей системы.

Решение этих проблем, связанных с внедрением, имеет решающее значение для обеспечения эффективного и повсеместного использования автоматизированных процессов с применением беспроводных датчиков и Интернета вещей в сфере сельского хозяйства. [4]. Этого можно добиться за счёт повышения осведомлённости и уровня образования, решения проблем, связанных с затратами и инфраструктурой, обеспечения конфиденциальности и безопасности данных, а также внедрения стандартных протоколов и правил для поддержки функциональной совместимости и совместимости данных. [5].

Список литературы

1. Савин И. Ю., Блохин Ю. И., Чинилин А. В. Методология оперативного мониторинга состояния посевов на основе технологий интернета вещей // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. – № 6. – С. 43-46
2. Сапун О. Л. Интеграция интернета вещей в умное сельское хозяйство / О. Л. Сапун // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 07–08 июня 2023 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2023. – С. 113-117.
3. Абдрахманов, В. Х. Исследование возможности применения информационно-измерительных технологий и Интернета вещей в агропромышленном комплексе / В. Х. Абдрахманов, К. В. Важаев, Р. Б. Салихов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 85-95
4. Воронкина А. Н., Морозова В.В. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы // 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.
5. Пашкова М. И., Александров А. Е. Роль инновационных технологий в сельскохозяйственном производстве // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, про-

ектирование и строительство: сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 27-29.

УДК 62-529.4

МОРОЗОВА ВИКТОРИЯ ВИКТОРОВНА, к.п.н., доцент
ВОРОНКИНА АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВНА, студент
Курский ГАУ, Россия

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В данной статье рассмотрены различные виды сельскохозяйственной робототехники, потенциальные преимущества ее использования в сельском хозяйстве, отечественные компании-разработчики беспилотной робототехники. Анализируются перспективы применения роботов для автоматизации процессов, снижения затрат, повышения урожайности, и улучшения качества продукции.

Ключевые слова: робототехника, сельское хозяйство, роботы, системы автоматизации.

В последние годы в сельскохозяйственную отрасль активно внедряется робототехника, которая помогает с посадкой, поливом, сбором урожая, что значительно повышает производительность. Сельскохозяйственные роботы используют сочетание новых технологий, таких как компьютерное зрение, беспроводные сенсорные сети, спутниковые навигационные системы, искусственный интеллект, облачные вычисления и Интернет вещей. [1]. Роботизация в сельском хозяйстве охватывает разные сферы: растениеводство, животноводство, логистику и мониторинг.

Отрасль сельскохозяйственной робототехники сталкивается с многочисленными проблемами, связанными с функциональной совместимостью и стандартизацией, включая взаимодействие между различными платформами. Эти препятствия существенно тормозят прогресс. Крайне важно расширить возможности роботов, чтобы они могли работать не только в лабораториях и теплицах, но и на открытом воздухе, где они могут эффективно функционировать в суровых и непредсказуемых условиях. Высокая стоимость передовых технологий и потребность в ресурсах и инфраструктуре для внедрения робототехники в сельском хозяйстве создают значительные препятствия для повсеместного внедрения сельскохозяйственной робототехники. Также для работы с современной техникой необходимо наличие высококвалифицированного персонала, способного управлять роботами.

Для выращивания различных сельскохозяйственных культур применяют роботы для посева семян. Есть роботы, которые работают во взаимодействии с людьми, а есть полностью автономные. Для полива посевов используют робо-

ты, которые оснащены датчиками влажности почвы, чтобы определить когда и где нужен полив. Для прополки сорняков тоже есть роботы, в которых есть датчики зрения, чтобы различать сорняки от растения. И, наконец, собирать урожай также помогают роботы со сложным программным обеспечением и камерами. Лидирующую позицию по внедрению робототехники занимает молочная промышленность. Это системы подачи кормов, очистки коровников и т.п. Также перспективное направление — роботы для выпаса животных (Робот-пастух). [2].

Российские компании Avroга robotics и Cognitive Technologies занимаются разработкой беспилотной робототехники и систем автоматизации в сельском хозяйстве.

Avroга Robotics специализируется на робототехнике и системах автономного управления транспортными средствами. Компания разрабатывает программное обеспечение, которое позволяет сделать уже известную технику и транспортные средства беспилотными. Среди проектов Avroга Robotics: «АгроБот» для автоматизации сельского хозяйства, «МАРС» — беспилотная техника для специального применения, IQ-Bus — универсальная многоцелевая платформа для автономного движения по заданному замкнутому маршруту под контролем оператора и IQBoat — плавающие прогулочные платформы с автопилотом. [3].

Cognitive Technologies разрабатывает российский комплекс автоматизации Cognitive Agro Pilot («Когнитивный Агро Пилот»). Автоматика комплекса справляется с вождением комбайна, не допуская столкновений с посторонними объектами, техникой, людьми и животными. Решение адаптировано к сложным мелкоконтурным полям с переменным рельефом. Комплекс CAP (Cognitive Agro Pilot) может устанавливаться также на трактора или опрыскиватели. [4].

Роботы позволяют привлекать меньше людей в производство, снижают нагрузки на человека, тем самым уменьшая трудозатраты. Качество выполняемых задач улучшается, так как роботы обладают высокой точностью и позволяют минимизировать ошибки. Машины работают непрерывно, сокращая время выполнения поставленных задач. Эти преимущества устраняют проблему нехватки рабочей силы, уменьшают влияние человеческого фактора на результаты производства и в целом повышают производительность труда. [5].

На рынке можно наблюдать увеличение числа стартапов, занимающихся разработкой робототехники. Государственная поддержка и инвестиции играют большую роль в развитии и продвижении сельскохозяйственной робототехники, начиная от подготовки высококвалифицированных специалистов и поддержки малого бизнеса.

Список литературы

1. Воронкина, А. Н., Морозова В.В. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы // 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.

2. Быков, С. Н. Агроробот для пастбищного животноводства / С. Н. Быков // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XXII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 06–07 декабря 2023 года. – Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2023. – С. 572-577

3. Аврога Роботикс [Электронный ресурс]. URL: <https://avroга-robotics.com/> (дата обращения: 25.10.2025).

4. Робототехника в сельском хозяйстве: виды и применения [Электронный ресурс]. URL: <https://sdexpert.ru/news/project/robototekhnika-v-selskom-khozyaystve-vidy-i-primeneniya/> (дата обращения: 25.10.2025).

5. Семин, А. Н. Принципы и факторы применения робототехники в организациях сельского хозяйства / А. Н. Семин, В. И. Набоков, Е. А. Скворцов // Теория и практика мировой науки. – 2017. – № 9. – С. 75-79

УДК 631.12

МОРОЗОВА ВИКТОРИЯ ВИКТОРОВНА, к.п.н., доцент
РАГОЗИН АНДРЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ, студент
Курский ГАУ, Россия

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРОВ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ

В данной статье рассмотрены различные виды тракторов на солнечной батарее, их принцип работы, производители. Анализируются преимущества и недостатки использования такой техники в сельском хозяйстве. Проводится сравнительный анализ с классическим дизельным трактором. Отмечены перспективы и долгосрочная экономическая выгода.

Ключевые слова: трактор, солнечные батареи, электродвигатель, экологичность, сельское хозяйство.

В мире, где вопросы экологии и устойчивого развития выходят на первый план, сельское хозяйство — одна из тех отраслей, что переживает настоящую технологическую революцию. На смену дымящим топливом гигантам приходят тихие и чистые машины. И самый яркий пример этого — появление тракторов, работающих на солнечной энергии.

От дизельного выхлопа к солнечному свету: в чем прорыв?

Традиционный сельскохозяйственный сектор — один из крупнейших потребителей дизельного топлива и источник парниковых газов. Затраты на горючее — одна из главных статей расходов для любого фермера. Трактор на солнечных батареях решает обе эти проблемы разом.

Принцип работы таких машин может быть двух типов. Первый — это прямое питание от солнца. Трактор оснащен сверхпрочными и легкими фотоэлектрическими панелями, интегрированными в его корпус (часто на крыше кабины или на прицепе). Энергия напрямую поступает к электродвигателям. Такие модели могут работать практически бесконечно в светлое время суток. Второй принцип работы — аккумуляторные батареи с солнечной подзарядкой. Трактор имеет

мощную аккумуляторную батарею, которую можно заряжать от сети, но основным источником энергии служат те же солнечные панели. Они либо постоянно подзаряжают батарею в течение дня, либо делают это в периоды простоя.[1].

Одним из пионеров в этой области стала французская компания Sabi Agri с моделью eXtra. Этот полностью электрический трактор демонстрирует все преимущества технологии, такие как:

Полная автономность и экологичность. eXtra не использует топливо и не производит вредных выбросов прямо во время работы.

Энергоэффективность. По заявлениям производителя, его эксплуатация обходится на 90% дешевле, чем содержание дизельного трактора аналогичной мощности. Солнечная энергия бесплатна. После первоначальных вложений затраты на "заправку" стремятся к нулю.

Модульная конструкция. Машина может работать в двух режимах — как классический трактор и как самоходная электростанция для питания другого навесного оборудования в поле.

Тихая работа. Уровень шума значительно снижен, что меньше тревожит животных и улучшает условия труда оператора. Снижение шума позволяет проводить работы рано утром или поздно вечером, не беспокоя соседей.

Простота обслуживания. Электродвигатель имеет гораздо меньше движущихся частей, чем дизельный, что снижает потребность в частом ремонте и замене масла.

Повышение престижа. Фермеры, использующие "зеленые" технологии, получают конкурентное преимущество на рынке, ориентированном на экологичность. [2].

Несмотря на очевидные плюсы, у технологии есть и ограничения, перечислим их:

Зависимость от погоды. Производительность падает в пасмурные дни.

Мощность. Пока солнечные тракторы не могут полностью заменить сверхмощные дизельные модели для самых тяжелых работ.[3].

Высокая начальная стоимость. Цена покупки такого инновационного трактора все еще высока.

Необходимость в инфраструктуре. Для подзарядки аккумуляторов в ночное время или в ненастье требуется доступ к электрической сети или собственная солнечная электростанция.

Однако тренд очевиден. Крупные агрохолдинги и экологически ориентированные фермерские хозяйства все чаще обращают внимание на эту технологию. Инвестиции в нее — это не только забота о планете, но и долгосрочная экономическая выгода. [4].

Трактор на солнечных батареях — это не фантастика, а реальность, которая уже сегодня работает на полях мира. Он символизирует переход к "умному" и устойчивому сельскому хозяйству, где технологии позволяют эффективно производить пищу, не нанося вред окружающей среде.[5]. Российские ученые занимаются разработками в этом направлении и уже испытали электротрактор с автономной системой электроснабжения. Пусть сегодня это лишь первые лас-

точки, но именно они прокладывают путь к будущему, где хлеб будет расти под звуки не рева мотора, а почти бесшумного гула электродвигателя, питаемого энергией солнца.

Список литературы

1. Некоторые области применения солнечной энергии в сельском хозяйстве / И. В. Титова, А. В. Чупахин, А. Н. Коноплин, Н. Н. Булыгин // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения для АПК: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 29 ноября 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 92-95.

2. Шевченко А. В., Мещеряков А. В., Мигачев А. Н. Обзор состояния мирового рынка робототехники для сельского хозяйства. Ч. 1. Беспилотная агротехника // Проблемы управления. – 2019. – № 5. – С. 3-18.

3. Иванов А. С. Состояние и перспективы беспилотных сельскохозяйственных тракторов, работающих на возобновляемых источниках энергии / А. С. Иванов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(99). – С. 153-159

4. Воронкина А. Н., Морозова В.В. Инновационные технологии в инженерно-техническом обеспечении сельскохозяйственного производства: вызовы и перспективы // 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.

5. Пашкова М. И., Александров А. Е. Роль инновационных технологий в сельскохозяйственном производстве // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство: сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 27-29.

УДК 001(095)

САЛТЫК ИВАН ПЕТРОВИЧ, д-р экон. наук, профессор, профессор
(e-mail: Saltyk46@rambler.ru)

КОНЕВА АНЖЕЛА НИКОЛАЕВНА, заведующая справочно-библиографическим сектором научной библиотеки
(e-mail: anzhela.koneva.76@mail.ru)

Курский ГАУ, г. Курск, Россия

КРИВАЯ ГАУССА - «КОРОЛЕВА» НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной статье рассказывается о Кривой Гаусса - удивительном математическом инструменте, который позволяет раскрыть закономерности в самых разных сферах нашей жизни. Этот статистический закон, открытый немецким физиком, математиком, астрономом, механиком и геодезистом Карлом Фридрихом Гауссом (1777-1855 гг.), описывает распределение случайных величин и помогает предсказывать вероятности событий. Несколько учеников Гаусса стали выдающимися математиками (Риман Бернхард, Бессель, Дедекинд, Мёбиус и другие) [1].

Ключевые слова. Кривая Гаусса, основы современной дифференциальной геометрии, построение правильного семнадцатиугольника, квадратичный закон взаимности, нормальное распределение, гистограмма роста учащихся

класса, "среднестатистический" или "общевойсковой" нос, математическое ожидание, дисперсия, коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса, свойства Закона нормального распределения.

Немного биографических данных. Широту круга научных интересов Карла Фридриха Гаусса действительно можно назвать поразительной. Будучи разно-сторонне одарённой личностью, он долгое время не мог решить, что ему ближе - математика или филология. И выбрал последнее, хотя мог бы стать и вторым Гёте (а может - и первым) [2].

Но к 25 годам он прекратил научные исследования и в области математики, и стал астрономом мирового уровня, затем не менее известным геодезистом и физиком. Сохраняя прежний интерес к математике, ученый обращается к геометрии и закладывает в ней основы современной дифференциальной геометрии [3].

В то же время Карл Гаусс сохранил свое пристрастие к языкам, он очень любил латинский язык и значительную часть своих трудов написал на нем, а произведения английской и французской литературы читал в подлинниках. Чтобы ознакомиться с трудами Лобачевского, в возрасте 62 лет Гаусс начал изучать русский язык, и вполне преуспел в этом деле [2].

Как личность Карл Гаусс интересен не только профессиональным математикам, но и просто любителям науки. Особенно в попытке осознать, как этому человеку в девятнадцатилетнем возрасте удалось решить проблему построения правильного семнадцатиугольника циркулем и линейкой, стоявшую перед математикой до этого две тысячи лет. Некоторое время спустя он доказывает квадратичный закон взаимности – «золотую» теорему (что не смогли сделать ни Эйлер, ни Лагранж, ни Лежандр). А за несколько последующих лет систематически разработал арифметику и алгебру настолько глубоко и далеко, что их судьба была определена на сто лет вперед. Затем обратился к анализу и быстро подметил с его помощью основные моменты невиданной ранее аналитической теории, получившей название теории эллиптических функций... [3].

Гаусс жил в эпоху, которая была исключительно богатой социальными и политическими событиями. Ему было 12 лет, когда потрясли мир события Французской революции; 29, когда перестала существовать, до этого казавшаяся вечной и незыблемой, тысячелетняя Священная Римская империя; 38, когда был разбит Наполеон; и за 70, когда в самой Германии произошла либеральная революция 1848 года. В этом же временном промежутке случилась и так называемая промышленная революция...

Все это ощутимо влияло на жизнь Гаусса. И тем не менее он смог осуществить крупномасштабные научные эксперименты, занимался совершенствованием телескопов и других оптических инструментов [3].

Сущность Гауссовой кривой. Закон нормального распределения, многим известный еще и как закон Гаусса, был открыт в начале XIX века немецким математиком и астрономом Карлом Гауссом. Для решения статистических задач используют и кривую Гаусса, она еще известная как нормальное рас-

пределение. Гауссом была выведена форма этой кривой, когда он изучал влияние на данные случайных ошибок [2].

Следует заметить, что, пытаясь решить проблему, ставившую годами математиков в тупик (им нужно было рассчитать частоту выпадения орла или решки при подбрасывании монеты многократно), французский учитель математики Абрахам де Муавр пришёл к той же кривой десятилетиями ранее [2].

Гаусс же, занимаясь изучением ошибок измерений, обнаружил, что среди небольших случайных отклонений результатов измерений от истинного значения есть определенные закономерности. Эта закономерность и была описана им с помощью функции, которую впоследствии назвали гауссовой кривой или кривой нормального распределения [2].

Как сказано в Википедии — свободной энциклопедии [4], «Нормальное распределение, также называемое распределением Гаусса или Гаусса — Лапласа, или колоколообразная кривая — непрерывное распределение вероятностей с пиком в центре и симметричными боковыми сторонами, которое в одномерном случае задаётся функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса»:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2},$$

где параметр μ — математическое ожидание (среднее значение), медиана и мода распределения, а параметр σ — среднеквадратическое отклонение, σ^2 — дисперсия распределения.

У графика функции колоколообразная форма, которая симметрична относительно вертикальной оси. Кривая быстро убывает в обе стороны от центральной точки. Площадь под кривой равна 1 [2].

Эти свойства Гауссовой кривой, как впоследствии оказалось, универсальны для описания распределения случайных величин. Гауссова кривая - это частный случай нормального распределения,



но его широко используют в статистике для того, чтобы выровнять эмпирические данные. Например, если построить гистограмму роста учащихся какого-нибудь школьного класса, то она будет неровной. Но если мы заменим это распределение гладкой симметричной гауссовой кривой, то нам станут видны общие закономерности [2].

Фото с сайта <https://dzen.ru/a/XuJa6soNcleoZq0G> [5]

К примеру, согласно этим закономерностям, выраженным графически, вероятность встретить человека совсем без носа (то есть родившегося таковым) близка к нулю, точно так же бесконечно мала вероятность того, что вы встретите человека с носом длиной в полметра. Зато, как отмечается в источнике [6],

«большинство из вашего окружения имеют "среднестатистический" (или, как говорили в Советской Армии, "общевойсковой") нос, а все прочие разновидности будут встречаться всё реже и реже, по мере удаления от центральной точки».



Фото с сайта

https://fabulae.ru/poems_b.php?id=144494 [7]

Почему так происходит? Во многом это связано с центральной предельной теоремой теории вероятностей. Она утверждает, что если случайная величина является суммой большого числа малых независимых слагаемых, то ее распределение приближается к нормальному. Многие процессы в природе и обществе являются результатом совокупного действия множества факторов [2].

Еще одна важная характеристика нормального распределения - *правило трех сигм*. Оно гласит, что практически все значения переменной величины (99,7%) лежат в пределах трех среднеквадратичных отклонений от среднего [2].

Благодаря этим свойствам гауссово распределение тесно связано и с другими распределениями, например биномиальным. При увеличении числа испытаний биномиальное распределение стремится к нормальному [2].

Так что же такое *нормальное распределение*? Говоря простыми словами, это совокупность объектов, в которой крайние значения некоторого признака – наименьшее и наибольшее – появляются редко. Но чем ближе значение признака к математическому ожиданию, тем встречается оно чаще.

Заметим, что нормальное распределение - наиболее распространенное в статистике распределение вероятностей. У него есть 4-х параметра:

1. Математическое ожидание. Его еще называют «центром тяжести» распределения;
2. Дисперсия, которую можно охарактеризовать как степень разброса случайной величины относительно ее математического ожидания;
3. Коэффициент асимметрии — параметр формы распределения, который определяет его симметрию относительно математического ожидания;
4. Коэффициент эксцесса представляет собой параметр распределения, который задает «остроту» пику распределения.

И в конце поговорим о свойствах Закона нормального распределения:

- вероятность появления положительных и отрицательных погрешностей одинакова;

- малые по величине погрешности имеют большую вероятность появления, чем большие;

- алгебраическая сумма отклонений от среднего значения равна нулю [8].

Невозможно представить себе Закон нормального распределения без **Правила трех сигм**. А оно заключается в том, что при нормальном распределении практически все значения величины с вероятностью 0,9973 лежат не далее трех сигм в любую сторону от математического ожидания, то есть находятся в диапазоне $[\mu - 3\sigma; \mu + 3\sigma]$.

В связи с этим может возникнуть вопрос: «Для чего нужно правило трех сигм?». Отвечая на него, можно отметить, что этот инструмент, также известный как *пределы трех сигм* или *эмпирическое правило*, помогает рассчитать вероятность набора данных. **Три сигмы** следуют правилу 68-95-99,7, то есть:

- 68% данных находятся в пределах одного стандартного отклонения от среднего;

- 95% данных находятся в пределах двух стандартных отклонений от среднего;

- 99,7% данных находятся в пределах трех стандартных отклонений от среднего [9].

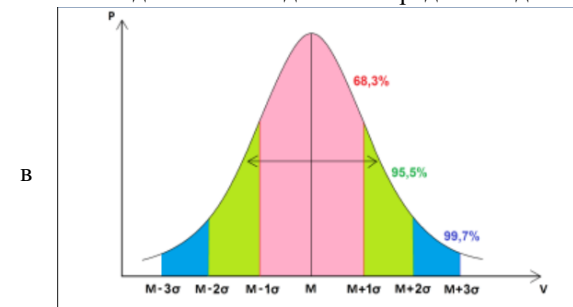


Рис. 4. График Закона нормального распределения (правило трех сигм)

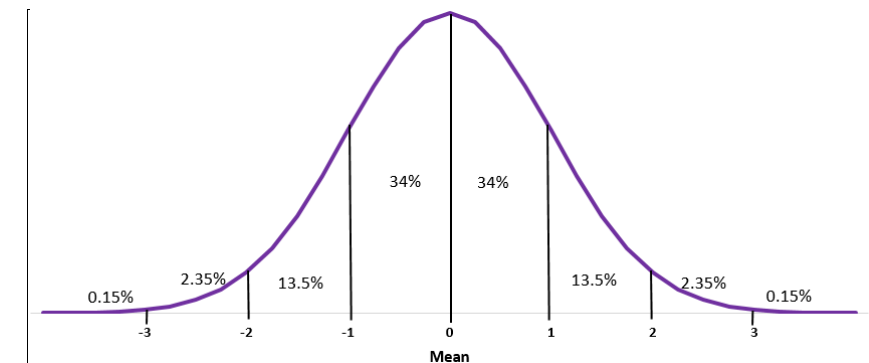


Рис. 5. График Закона нормального распределения (вероятность набора данных)

Все вышесказанное говорит о том, что кривая Гаусса – своеобразный и удивительный математический инструмент. С его помощью можно найти закономерности в самых разных сферах человеческой жизни. Благодаря этому статистическому закону, который открыл Карл Гаусс, не только можно описать распределение случайных величин, но и предсказать вероятности событий [2].

Список литературы

1. Гаусс, Карл Фридрих. – Текст электронный // <https://yandex.ru/search/?clid=9582&text=Гаусс+И+оганн&lr=8> (дата обращения 3.04.2025).
2. Кривая Гаусса. – Текст электронный. URL: https://ya.ru/search/?text=история+создания+кривой+Гаусса&lr=8&clid=9403&search_source=yaru_desktop_common&search_domain=yaru_desktop_spas_control (дата обращения 3.09.2025).
3. Бюлер В. Гаусс. Биографическое исследование: Пер. с англ. А.Л. Тоома / Под ред. С.Г. Гиндикина. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 208 с.
4. Википедия — свободная энциклопедия. – Текст электронный // https://ru.wikipedia.org/wiki/Нормальное_распределение (дата обращения 3.04.2025).
5. Текст электронный // <https://dzen.ru/a/Xula6soNcleoZq0G> (дата обращения 3.04.2025).
6. Гаусс, Карл Фридрих. – Текст электронный // https://ya.ru/search/?text=кривая+гаусса+это&lr=8&clid=9403&search_source=yaru_desktop_common&search_domain=yaru&src=suggest_B (дата обращения 3.04.2025).
7. Текст электронный // https://fabulae.ru/poems_b.php?id=144494 (дата обращения 3.04.2025).
8. Текст электронный // <https://studfile.net/preview/10908134/page:3> (дата обращения 3.04.2025).
9. Текст электронный // <https://yandex.ru/search/?clid=11450072&text=Правила+трех+сигм&lr=8> (дата обращения 3.04.2025).

СОКОЛОВА АЛЛА ПАВЛОВНА, канд. экон. наук, доцент
ХРЕСТИН ЕВГЕНИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ, студент
ХРЕСТИНА ВАЛЕРИЯ ВЛАДИМИРОВНА, студентка
Кубанский государственный университет имени И. Т. Трубилина
(e-mail: prof.sokolova@mail.ru)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

В данной статье рассматриваются основные предпосылки перехода отечественного сельского хозяйства на новый уровень технологического развития, предполагающий необходимость использования информационных технологий. Указываются преимущества, которые создает информатизация для аграрного бизнеса.

Ключевые слова: сельское хозяйство, информационные технологии, точное земледелие.

Переход отечественного агропромышленного комплекса к принципиально новому уровню технологического развития обусловлен многими факторами. Прежде всего это стало возможным благодаря масштабным научным открытиям в сельском хозяйстве и в смежных отраслях, которые в целом формируют единое пространство для создания востребованной сельскохозяйственной продукции. С другой стороны, в отрасли уже исчерпаны традиционные способы

роста эффективности производства, что может привести к ее торможению и потере позиций на мировом рынке сельскохозяйственного сырья [3].

Информатизация бизнеса становится неисчерпаемым источником роста практически всех сфер деятельности, создавая новый уровень управления хозяйственными процессами, основанный на возможности их контроля. Для аграрного бизнеса информационные технологии наиболее актуальны, что связано с особенностями отрасли [1]. Прежде всего следует учитывать глобальные вызовы, которые оказывают влияние на ее состояние и динамику развития.

1. Сегодня отечественные сельскохозяйственные предприятия производят столько продукции, которой в целом хватает для удовлетворения потребности в продуктах питания. В то же время отток населения из сельской местности, изменение его структуры в пользу нетрудоспособных граждан приводит к необходимости повышения производительности труда в максимально короткий период.

2. Сокращаются площади, пригодные для сельскохозяйственного бизнеса вследствие засоления, затопления, дефицита воды для орошения, передачи земель для городской застройки. Отдача от использования ресурсов должна расти, иначе проблема обеспечения продовольственной безопасности решена не будет.

3. В значительной степени исчерпаны возможности наращивания производства путем использования высокоэффективных сельскохозяйственных машин, удобрений, средств защиты растений и животных, наращивания их продуктивности, применения рациональных агротехнических приемов. Они по-прежнему способствуют развитию отрасли, однако их влияние становится все менее значимым [4].

4. Возникают новые технологии, которые способны решить отраслевые проблемы, сделать бизнес более предсказуемым, снизить влияние негативных факторов. Сельское хозяйство становится привлекательным для инвесторов, поскольку современные проекты позволяют получать устойчивую высокую прибыль.

Эти и другие факторы формируют как необходимость, так и возможность перехода к новому уровню организации сельскохозяйственного производства, получившего название «Сельское хозяйство 4.0».

Исследование динамики технологий позволяет выявить рейтинг влияния наиболее значимых из них в пределах различных горизонтов планирования хозяйственной деятельности (рисунок 1).

По уровню влияния на результаты деятельности аграрных предприятий лидирующую позицию сегодня занимают информационные технологии, причем в течение ближайшего периода их влияние сохранится. В то же время следует учитывать, что за пределами пятилетнего периода ситуация изменится, информатизация сельского хозяйства останется по-прежнему значимым источником роста устойчивости бизнеса, однако уровень ее влияния сократится. Это произойдет в первую очередь по причине широкого включения аграрных предприятий в цифровизацию, использования наиболее адаптированных к условиям

сельского хозяйства технологий, но более сложные и дорогие цифровые проекты смогут осуществить только крупные аграрные компании, что приведет к замедлению процесса.

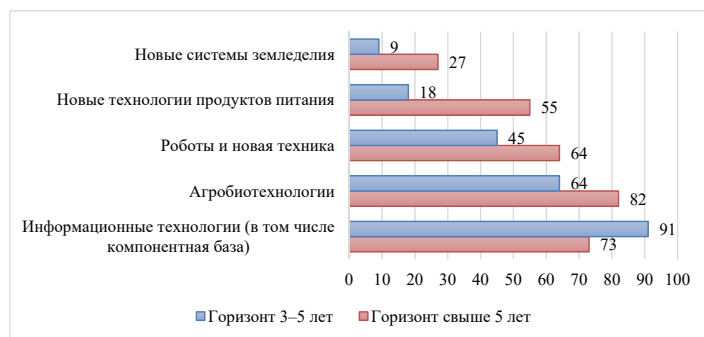


Рисунок 1 – Рейтинг влияния ключевых технологий в условиях различных горизонтов планирования, %

Другие технологии сегодня оказывают меньшее влияние на развитие отрасли, однако в будущем оно существенно возрастет.

Наиболее адаптированной к условиям современного сельского хозяйства, а также позволяющей получить высокий и устойчивый дополнительный доход в течение длительного периода, является технология точного земледелия [5]. Она позволяет управлять урожайностью культур на основе использования комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Это исключает принятие неверных решений о сроках и условиях проведения различных технологических операций (посев, внесение удобрений, обработка химическими препаратами, уборка), поскольку создает возможность точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра.

После того, как на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка, специалисты получают возможность более рационально распределять ресурсы между ними. Таким образом, удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее их недополучали. Результатом является снижение производственных затрат, сокращение себестоимости продукции, потерь, повышение качества. Если же рассматривать эффект более глобально, то следует отметить снижение нагрузки бизнеса на окружающую среду.

Система точного земледелия, так же, как и другие информационные технологии, представляет собой не просто определенный набор методик и технических средств, а является общей концепцией, основанной на использовании технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем (GIS), точного картографирования полей и других. Она включает все технологии и

системы, основанные на компьютерных и спутниковых системах и призванные рационализировать и оптимизировать использование сырья и ресурсов.

Одно из важных преимуществ точного земледелия – возможность самостоятельного выбора масштаба их внедрения. Практически это набор отдельных технологий, есть возможность использовать те, которые в наибольшей степени подходят предприятию и соответствуют условиям его функционирования.

Наиболее популярной среди технологий точного земледелия является система параллельного вождения. Она доступна для большей части аграрных предприятий, поскольку требует относительно небольшого вложения финансов на внедрение и при этом эффект возникает в течение короткого периода. Точность выполнения всех полевых работ независимо от времени суток позволяет в строго ограниченный период завершить необходимые технологические операции, что для аграрного бизнеса является важным условием устойчивости [2]. Практика использования технологии параллельного вождения демонстрирует ее высокую эффективность, период окупаемости инвестиций – не более двух сезонов.

Аграрные предприятия используют и другие системы точного земледелия: системы GPS-мониторинга, позволяющие отслеживать местонахождение технических средств; автоматизированные и роботизированные машины, сокращающие необходимость контроля со стороны человека; смарт-технологии, позволяющие из единого центра управлять инженерными системами сельскохозяйственных объектов; беспроводные датчики, контролирующиеся состояние посевов и дающие возможность оперативно реагировать на возникшие проблемы.

Информатизация аграрного бизнеса создает новые возможности для его развития, оптимизируя затраты, повышая качественные характеристики основного ресурса – сельскохозяйственных угодий, улучшая потенциал отрасли. Предприятия, активно осваивающие цифровые технологии, получают преимущества в конкурентной борьбе за рынки сбыта.

Список литературы

1. Белова, Л. А. Инновации как фактор развития сельского хозяйства региона / Л. А. Белова, А. А. Якушкина // Экономика и предпринимательство. № 12-2 (89). – С. 270–275.
2. Соколова, А. П. Инновационный потенциал аграрных предприятий России / А. П. Соколова, Е. О. Первакова // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 2-1. С. 121–128.
3. Соколова, А. П. Перспективы развития цифровой экономики в России / А. П. Соколова, О. А. Сухарева, Н. А. Медведев // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2024. № 1. С. 149–156.
4. Сухарева, О. А. Анализ динамики и источников роста производства в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края / О. А. Сухарева, О. И. Вдовин // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 11-3(117). – С. 114–119.
5. Сухарева, О. А. Современные тенденции производства сельскохозяйственной продукции в Краснодарском крае / О. А. Сухарева, В. В. Збарницкая, Д. В. Шутина // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2024. – С. 1464–1468.

Технологии, машины и оборудование для АПК

АХРОМЕШИН АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, к.т.н., доцент
(e-mail: aakhromeshin@yandex.ru)
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

РИТМИЧНОСТЬ ПОСТАВОК ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА

В статье исследуется влияние ритмичности поставок запасных частей на устойчивость бизнес-модели дилерского центра. Проанализированы ключевые риски, возникающие при нарушении графика поставок, включая прямые финансовые потери, снижение уровня сервиса и репутационные издержки. Рассмотрены методологические подходы к обеспечению ритмичности, такие как внедрение концепции «точно в срок», использование систем мониторинга и создание стратегических запасов. Доказано, что управление ритмичностью поставок является не просто операционной задачей, а стратегическим фактором, напрямую влияющим на конкурентные преимущества и долгосрочную финансовую стабильность дилерского предприятия.

Ключевые слова: дилерский центр, ритмичность поставок, управление цепями поставок, запасные части, сервисное обслуживание, бизнес-модель, устойчивость, логистика.

Современный дилерский центр представляет собой сложную многопрофильную структуру, ключевыми направлениями деятельности которой являются продажа новых и подержанных автомобилей, сервисное обслуживание и продажа запасных частей. В условиях высокой конкуренции на автомобильном рынке сервисный бизнес становится основным источником стабильного дохода и формирования лояльности клиентов. В этой связи бесперебойное обеспечение запасными частями (ЗЧ) превращается в критически важный элемент операционной деятельности.

Ритмичность поставок – это равномерное и бесперебойное поступление материальных ресурсов в соответствии с установленными плановыми показателями (объем, номенклатура, сроки). Нарушение данного принципа в контексте дилерского центра приводит к дисбалансу всей бизнес-модели. Таким образом, проблема данного исследования заключается в оценке степени влияния ритмичности поставок ЗЧ на общую устойчивость бизнеса дилера.

Целью работы является систематизация рисков, связанных с неритмичными поставками, и разработка комплексного подхода к управлению данным фактором для повышения устойчивости бизнес-модели дилерского центра.

Рассмотрим влияние неритмичности поставок на операционную и финансовую деятельность. Нарушение графика поставок ЗЧ оказывает мультипликативный негативный эффект на различные аспекты работы дилерского центра. Это проявляется в простоях сервисной зоны. Отсутствие необходимой детали

приводит к невозможности выполнения ремонтных работ. Простой ремонтного поста – это прямые убытки от невыполненных заказ-нарядов и неэффективного использования фонда оплаты труда механиков.

Рост незавершенного производства влияет на то, что автомобили, ожидающие запчастей, занимают места на парковке, создавая логистические сложности и «замораживая» капитал в виде не закрытых заказ-нарядов. Снижение оборачиваемости склада приводит к увеличению затоваривания склада, снижению эффективности использования финансовых ресурсов. Попытка компенсировать неритмичность созданием избыточных запасов приводит к «замораживанию» оборотных средств и увеличению затрат на хранение. Возрастают риски морального устаревания деталей и образования неликвидных номенклатурных позиций на складах (запасных частей, которые более 1 года находятся на складе без движения).

В результате нарушения ритмичности поставок страдают ключевые показатели эффективности бизнес дилерского центра. Снижаются такие метрики, как время выполнения заказа; уровень обслуженных заказов; удовлетворенность клиентов (CSI – Customer Satisfaction Index).

Помимо прямых финансовых потерь, неритмичность поставок порождает стратегические угрозы. Потеря лояльности клиентов отражается в том, что клиент, столкнувшийся с длительным ожиданием ремонта, с высокой долей вероятности обратится к конкурентам при следующем обращении. В долгосрочной перспективе это подрывает клиентскую базу.

Репутационный ущерб также сильно влияет на бизнес дилера в целом. В эпоху интернета и социальных сетей негативный опыт одного клиента может стать достоянием широкой аудитории, нанося урон бренду как дилерского центра, так и производителя автомобилей. Так называемое управление репутацией становится еще одним инструментом, который используется для создания и поддержания положительного имиджа компании на конкурентном рынке. Дилер, не способный обеспечить быстрое и качественное обслуживание, теряет ключевое преимущество на рынке. Устойчивость его бизнес-модели ставится под сомнение.

Для минимизации рисков, связанных с неритмичностью, необходимо внедрение комплексной системы управления поставками. Внедрение принципов «Точно в срок» (Just-In-Time), то есть синхронизация поставок ЗЧ с производственной программой сервисной зоны позволяет минимизировать страховые запасы и сократить издержки. Это требует высокого уровня координации с поставщиком (производителем).

Развитие информационных систем – это использование современных WMS (Warehouse Management System) и TMS (Transportation Management System) позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние запасов и движение грузов, прогнозировать возможные сбои.

Также актуальным является создание адаптивной системы управления запасами. Использование моделей управления запасами (например, модель с фиксированным интервалом времени или с фиксированным размером заказа) с уче-

том категоризации ЗЧ по ABC- и XYZ-анализу. Для высоколиквидных и критически важных деталей (группа AX) создаются страховые запасы, размер которых рассчитывается на основе анализа колебаний спроса и надежности поставщика.

Суть метода: ABC-анализ – это метод, который позволяет классифицировать ресурсы (в нашем случае номенклатуру запасных частей) по степени их важности или вкладу в общий результат (например, в оборот или прибыль) на три категории:

- группа А (Наиболее ценные): Небольшая доля номенклатуры (обычно 10-20%), которая дает основной вклад в результат (обычно 70-80% от оборота или прибыли).

- группа В (Промежуточные): Средняя доля номенклатуры (около 20-30%), которая обеспечивает средний вклад в результат (около 15-20%).

- группа С (Наименее ценные): Наибольшая доля номенклатуры (оставшиеся 60-70%), но с минимальным вкладом в результат (часто всего 5-10%).

Как проводится:

1. Выбирается объект анализа: номенклатура запасных частей.

2. Выбирается анализируемый параметр: чаще всего – годовой оборот по стоимости (количество проданных единиц × цена). Также можно использовать прибыльность или объем потребления.

3. Данные сортируются по убыванию выбранного параметра.

4. Рассчитывается доля каждого наименования в общей сумме и кумулятивная (накопленная) доля.

5. Проводится классификация по заданным пороговым значениям.

XYZ-анализ – это анализ по предсказуемости спроса. Суть метода: XYZ-анализ позволяет классифицировать товары в зависимости от стабильности и предсказуемости их потребления (спроса). Это помогает понять, насколько точно мы можем прогнозировать продажи:

- группа X (Стабильный спрос): Товары с предсказуемым, стабильным спросом. Низкий коэффициент вариации (обычно до 10-15%). Продажи равномерны, сезонность и тенденции слабо выражены. Прогноз по ним точен.

- группа Y (Нестабильный спрос): Товары с колеблющимся спросом, на который влияет сезонность, тенденции или другие известные факторы. Коэффициент вариации – от 15-25% до 40-50%. Прогноз возможен, но с меньшей точностью.

- группа Z (Нерегулярный/случайный спрос): Товары с эпизодическим, непредсказуемым спросом. Высокий коэффициент вариации (свыше 40-50%). Прогнозирование продаж затруднено или невозможно.

Диверсификация каналов поставок: для критически важных или дефицитных деталей целесообразно иметь альтернативные каналы закупки (например, через официальных дистрибьюторов в других регионах или у проверенных независимых поставщиков), что повышает устойчивость системы.

Общим выводом из описанной проблематики ритмичности поставок будет являться то, что управление данным процессом является не просто элементом

операционной логистики, а стратегическим фактором, непосредственно определяющим устойчивость бизнес-модели современного дилерского центра. Нарушение графика поставок запускает каскад негативных последствий: от прямых финансовых потерь и падения операционной эффективности до стратегического урона репутации и потери клиентов.

Устойчивая бизнес-модель дилера базируется на способности предсказуемо и качественно удовлетворять спрос клиентов на сервисные услуги. Обеспечение этой способности требует внедрения комплексного подхода, включающего современные методы управления цепями поставок, передовые информационные системы, научно обоснованное управление запасами и постоянный мониторинг надежности партнеров.

Таким образом, инвестиции в создание отказоустойчивой, ритмичной системы снабжения запасными частями являются инвестициями в ключевую актив дилерского центра – его деловую репутацию и долгосрочную лояльность клиентов, что в конечном итоге определяет его конкурентоспособность и устойчивость на рынке.

Список литературы

1. Blanchard B. S. Logistics Engineering and Management. – 6th ed. – Pearson, 2017. – 528 p.
2. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management. – 6th ed. – FT Publishing International, 2020. – 304 p.
3. Stock J. R., Lambert D. M. Strategic Logistics Management. – 5th ed. – McGraw-Hill/Irwin, 2017. – 768 p.
4. Гаджинский А. М. Логистика: учебник для вузов. – 22-е изд., перераб. и доп. – М.: Дашков и К°, 2022. – 420 с.
5. Джонсон М., Кристиансен К. Бизнес-модели: Учебник для слушателей программы MBA. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 512 с.
6. Логистика и управление цепями поставок: учебник и практикум для вузов / под ред. Б. А. Аникина. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 406 с.
7. Сергеев В. И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 543 с.

ВАСИЛЬЕВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, аспирант,
(e-mail: vda2008@mail.ru)
ЛАТЫПОВ РАШИТ АБДУЛХАКОВИЧ, д.т.н., профессор
(e-mail: latipov46@mail.ru)
Московский политехнический университет

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОГНЕУПОРНОЙ КЛАДКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ (ОБЗОР)

В данной статье рассматриваются вопросы эксплуатации и ремонта огнеупорной кладки тепловых агрегатов. Показано, что в процессе эксплуатации огнеупорная кладка тепловых агрегатов разрушается в результате термических, физико-химических и механических воздействий, приводящих к их остановке на ремонт. Отмечено, что эффективным способом восстановления кладки, позволяющим значительно увеличить срок эксплуатации теплового агрегата, является газопорошковая наплавка керамических покрытий, обладающих механической прочностью, тепловым расширением, пористостью и другими эксплуатационными свойствами аналогичными основной кладке.

Ключевые слова: тепловой агрегат, огнеупорная кладка, ремонт, газопорошковая наплавка, керамическое покрытие.

В промышленном производстве России находятся в эксплуатации значительное количество тепловых агрегатов.

Огнеупорная кладка (футеровка) играет ключевую роль в обеспечении надежности и эффективности работы тепловых агрегатов, таких как промышленные, лабораторные печи, муфельные и доменные печи.

Она исполняет множество функций, начиная от защиты конструктивных элементов печи от высоких температур и агрессивной химической среды, и заканчивая обеспечением оптимального теплового режима, что непосредственно влияет на производительность и долговечность оборудования.

В процессе эксплуатации футеровка тепловых агрегатов разрушается в результате термических, физико-химических и механических воздействий: в футеровке образуются сколы, трещины, раковины, которые прогрессивно увеличиваются и в результате приводят к остановке агрегатов на ремонт [1].

На основе анализа результатов обследования промышленных печей в качестве одной из главных причин разрушения футеровки признана недостаточность профилактического обслуживания или несвоевременно проведенного ремонта [2-3].

Разрушение футеровки тепловых агрегатов - это сложный процесс, обусловленный совокупным воздействием термических, механических, химических и физико-химических факторов [4]. Ниже приведены основные варианты разрушения футеровки:

1. Термические напряжения и термический шок

Термический шок возникает при резких перепадах температур (например, при пуске/останове агрегата или подаче холодного материала). Приводит к образованию трещин и откалыванию кусков футеровки.

2. Механический износ

Абразивное воздействие твердых частиц (сырья, шихты, шлака).

Ударные нагрузки от падающего материала или перемещения инструментов. Вибрации и циклические нагрузки.

3. Эрозия и вымывание

Унос частиц футеровки потоками газа или жидкости (например, при продувке инертным газом).

4. Инфильтрация расплавов и газов

Проникновение шлака, металла или газов в поры и микротрещины. Изменение структуры материала и образование напряжений, растрескивание.

Динамика развития дефектов для тепловых агрегатов представлена на схеме 1 и таблице. 1 [5].

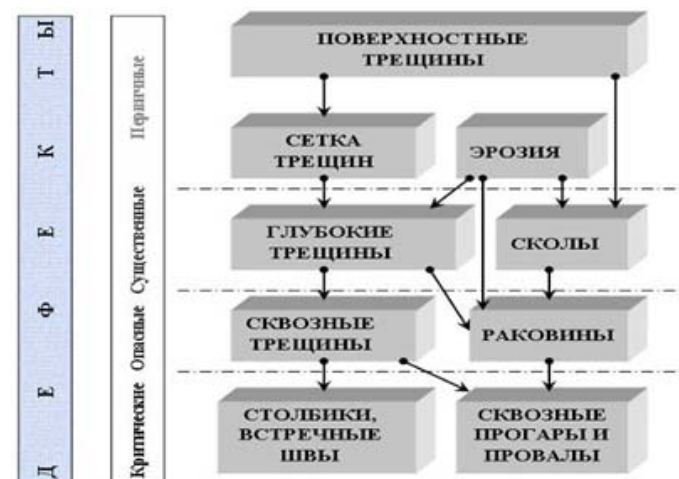


Схема 1 - Развитие дефектов огнеупорной кладки (для стекловаренных печей)

Для обеспечения долгодлительной службы высокотемпературных агрегатов используются различные технологии ремонтов и восстановления.

Горячие и холодное восстановительные ремонты тепловых агрегатов с частичной или полной перекладкой является важным средством продления срока. Иногда эта технология - единственно возможный способ для предотвращения полного разрушения. При ремонте агрегатов по технологии перекладке, одной из основных является проблема, связанная со стыковкой и расширением футеровки [6].

Таблица 1 - Динамика развития дефектов огнеупорной кладки отопительных простенков коксовых батарей

Наименование дефектов и разрушений	Годы от начала эксплуатации для камер высотой, м (объем м ³)			
	4-5 (20-30)	5,5-6 (30-32)	7 (41,6)	7* (41,3)
1	2	3	4	5
1. Трещины на трех крайних сводовых изделиях	1-3	1-3	1-3	1-3
2. Сколы «заплечиков»	2-8	2-8	2-8	2-8
3. Первые вертикальные трещины на первых вертикалях	3-5	3-5	6-10	6-10
1	2	3	4	5
4. Вторые вертикальные трещины на первых вертикалях	4-8	4-8	10-15	10-15
5. Смещение кладки между трещинами	10-15	8-15	-	-
6. Трещины под загрузочными люками	10-15	7-12	3-6	5-10
7. Трещины на вторых вертикалях	16-20	10-12	2-4	2-4
8. Трещины на третьих вертикалях	20-25	15-20	12-15	12-15
9. Заужения камеры под вторым загрузочным люком	15-20	12-15	6-10	15
10. Разрушения кладки под вторым загрузочным люком	-	8-16	6-9	-
11. «Подрезы» нижних рядов кладки от середины камеры	-	-	6-12	9-14
12. «Подрезы» кладки от «головок»	10-15	10-15	-	-
13. Заужения камеры по всей высоте между первым и вторым вертикалями	25-30	15-20	8-15	-
14. Смещение верха простенков от продольной оси	-	-	4-10	-
15. Износ подовых плит на 1,5-2 м от торца печных камер	10-15	10-15	8-12	8-12

Время, необходимое на производство работ по данному виду ремонта, является самым длительным из-за низкой производительности, так как ремонт можно производить только на остывшем агрегате.

Мокрое и полусухое нанесение ремонтного материала (торкретирование) предназначены для профилактического ремонта футеровки [7-8]. Целью таких работ является устранение мелких трещин отслоений. Ремонт проводится практически без нарушения технологического процесса работы тепловых агрегатов.

Как правило, в ремонтном материале содержится до 50% воды, что приводит к образованию паровых подушек, которые неблагоприятно действуют на прочность сцепления наносимого материала с футеровкой. При этом за счет охлаждения футеровки происходит «тепловой удар», в результате чего образуются новые микротрещины, в последующем развивающиеся глубокие дефекты [9].

При содержании влаги в ремонтном материале до 15-20 % практически отсутствует «тепловой удар», однако характер связи, как в случае мокрого торкретирования – адгезионный.

Особую группу составляют технологии ремонта, отличительной чертой которых является фазовые изменения ремонтного материала за счет как внутренних, так и внешних источников энергии. Как правило, характер связи в этом случае не адгезионный, а кристаллический, обеспечивающий значительное увеличение срока службы.

Технология плазменного напыления. Источником энергии для расплавления огнеупорного ремонтного материала является энергия плазмы. Торкрет порошок, содержит до 78% диоксида кремния, распыляется в факел плазменной пушки, энергии которой достаточно для расплавления, как самого порошка, так и ремонтируемого участка футеровки. Возникающее после охлаждения прочное соединение наплавленной массы и основной футеровки обеспечивает длительный срок службы после ремонта.

Недостатком, препятствующим широкому распространению этой технологии ремонта, является высокая стоимость работ из-за сложности конструкции оборудования, и необходимости иметь высококвалифицированный персонал [10].

Факельное торкретирование. Энергетическим источником для расплавления огнеупорного ремонтного порошка является, в основном, углеводородное топливо.

Принцип факельного ремонта заключается в следующем: огнеупорный порошок расплывается и расплавляется в высокотемпературном факеле. Горение обеспечивается подачей в струе кислорода жидкого [11], газообразного или порошкообразного горючего.

Однако высокая стоимость оборудования ограничивает широкое применение технологии.

Восстановление кладки тепловых агрегатов газопорошковой наплавкой в среде кислорода. Одним из эффективных способов восстановления кладки тепловых агрегатов является газопорошковая наплавка керамической массы, например плавленного кварца и магнезита в смеси с металлическим кремнием или электрокорунда в смеси с гидридом алюминия, в кислороде. Отличительной особенностью этого метода восстановления является то, что формирование покрытия и соединение его с футеровкой осуществляется при расплавлении огнеупорных компонентов смеси в результате выделения теплоты при сгорании топливной составляющей этой смеси в среде кислорода. При охлаждении расплавленной массы образуется керамическое покрытие, обладающее механической прочностью, тепловым расширением, пористостью и другими эксплуатационными свойствами аналогичными основной кладке теплового агрегата. При

этом следует отметить, что керамическая масса, горючие компоненты и различные добавки подаются в струе кислорода на поверхность огнеупорной кладки при рабочей температуре теплового агрегата.

Покрытие, полученное газопорошковой наплавкой керамической массы в среде кислорода, обеспечивает ритмичную работу тепловых агрегатов, снижает расход дорогостоящего огнеупорного кирпича, сокращает числа трудоемких «холодных» ремонтов, связанных с заменой огнеупорной кладки, и увеличивается срок их эксплуатации.

Выводы

1. Показано, что разрушение огнеупорной кладки тепловых агрегатов в процессе эксплуатации обусловлено совокупностью термических, механических, химических и физико-химических воздействий.

2. Отмечено, что эффективным способом восстановления кладки тепловых агрегатов является газопорошковая наплавка керамических покрытий, обладающих механической прочностью, тепловым расширением, пористостью и другими эксплуатационными свойствами аналогичными основной кладке теплового агрегата.

Список литературы

1. Парфенюк А.С., Костина Е.Д. О восстановлении кладки коксовых печей на основе прогнозирования образования дефектов // Кокс и Химия.
2. Давыдов В.В., Щкпетьева Н.П., Кривошеин В.Т. Технологии горячего ремонта огнеупоров // Кокс и химия – 1997 №11 с. 9-12.
3. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Костина Е.Д. О разрушении кладки коксовых батарей из крупных огнеупорных бетонных блоков и традициях динасовых огнеупоров // Кокс и химия – 2004. №8 с. 25-27
4. R.V. Gupta, BE (Hons.) Met. Engg., LMIM, Dy. Genl. Manager, Refractories SAIL // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) – 2017. С 767-771
5. Швецов В. И. Научно-методические основы и способы повышения надежности службы агрегатов для производства кокса // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук – 2012. с. 14.
6. Dr. Saumen Sinha, Manir Uz Zamam, Aditya Soni and Santosh Upadhyay. Repair of Blast Furnace Hearth and Tuyere Using Shotcrete Technology // Iron and Steel. Review No 9 – 2020.
7. Кривошеин В.Т. Исследования по увеличению срока службы коксовой батареи и улучшение качества кокса. // Диссертация кандидата технических наук. Свердловск. 1980 г.
8. Satoru ITOU General Manager, Head of Dept. Refractory Technology Dept. Repairing Technology of Refractories // NIPPON STEEL TECHNICAL REPORT No. 125 - 2020.
9. Тодзоки Я., Такахаси А., Икемия Х. Разработка материалов для горячего ремонта торкретированом ковша сигарообразной формы. Тайкабу цу. 1987, № 337, р. 45-49.
10. Automatic repair system for coke overs. Techno Japan. 1986. v.19, №10, p.77.
11. Маэда К. Техника ремонта факельным торкретированием металлургических агрегатов. Тайкабуцу. 1995. Т.45, №6, с.281-290.

ВОЛКОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, д.с.-х.н., профессор
СИВАК ЕЛЕНА ЕВГЕНЬЕВНА, д.с.-х. н., профессор
КОРОВИН МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ, 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»

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В статье рассматриваются преимущества использования полимерных материалов для восстановления посадочных мест подшипников качения, что представляет собой эффективную альтернативу традиционным методам ремонта.

Ключевые слова. Адгезия, антифрикционные свойства, восстановление, изнашивание, машинно-тракторный парк, наполнитель, подшипник качения.

Эксплуатация машин является ключевой частью сельскохозяйственного производства. Затраты на эксплуатацию машинно-тракторного парка (МТП) составляют значительную долю в себестоимости сельскохозяйственной продукции, достигая примерно 50%. Из этих затрат почти половина уходит на техническое обслуживание и хранение техники. Поэтому задача обеспечения надежной работы МТП при минимальной нагрузке на трудовые, финансовые и энергетические ресурсы является крайне важной. [1]

Эта проблема усугубляется постоянным ростом цен на технику, нехваткой машин и квалифицированных механизаторов, увеличением стоимости топлива и смазочных материалов, а также низким уровнем надежности ремонтно-технических баз. Большая часть современной сельскохозяйственной техники не удовлетворяет современным техническим требованиям, что увеличивает затраты на ремонт и ведет к повышенному потреблению запасных частей и горюче-смазочных материалов. Все это отрицательно влияет на работоспособность деталей и общую эффективность техники. [2]

Основной проблемой, стоящей перед сельским хозяйством, является высокая доля затрат на эксплуатацию машинно-тракторного парка, значительная часть которой приходится на техническое обслуживание и хранение техники. Эта ситуация обостряется рядом факторов:

- Постоянный рост цен на технику и запчасти.
- Недостаточная доступность машин и квалифицированного персонала.
- Повышенные расходы на топливо и смазочные материалы.

- Низкая надежность существующего ремонтно-технического оснащения.

Эти факторы требуют внедрения эффективных решений, позволяющих минимизировать затраты на эксплуатацию и продлить срок службы техники. Одним из возможных направлений является широкое применение ресурсосберегающих технологий технического обслуживания, ремонта и хранения сельскохозяйственной техники. [3]

Однако современное состояние парка сельхозмашин характеризуется низкими показателями надежности и качеством исполнения. Значительная часть техники выпускается с отклонениями от требований стандартов и безопасности, что снижает производительность и повышает риск поломок. Средний темп обновления парка намного ниже скорости вывода старой техники из эксплуатации, создавая дополнительную нагрузку на работающие агрегаты и увеличивая продолжительность ремонтных циклов. [4]

Одной из ключевых задач в усовершенствовании системы технического обслуживания сельскохозяйственной техники является восстановление изношенных деталей, что служит альтернативой покупке новых для обслуживания устаревающего парка машин и позволяет снизить затраты на поддержание техники в рабочем состоянии. [5] Российскими учеными разработаны перспективные технологии восстановления, которые обеспечивают деталям увеличенный послеремонтный ресурс и, как следствие, повышают надежность узлов, агрегатов и всей машины. Подшипники качения являются одними из наиболее распространенных элементов в машинах. Затраты на их замену за весь срок службы трактора могут составлять до 30% от его стоимости. Основной причиной отказов подшипников является износ их посадочных мест, зачастую вызванный фреттинг-коррозией. [6] Существуют различные методы восстановления посадочных мест, включая наплавку, электролитические покрытия, установку дополнительных деталей и электроконтактную приварку, однако они имеют недостатки, такие как высокая стоимость, потребность в дорогом оборудовании и необходимость механической обработки, а также не устраняют фреттинг-коррозию. Увеличение долговечности подшипников может быть достигнуто путем усовершенствования конструкции узла трения и использования износостойких материалов для восстановительных процессов. В условия эксплуатации с абразивной средой и недостатком смазки возможно замена подшипников качения на пары трения со специальными вкладышами. [7] Существует необходимость разработки полимерных или композиционных вкладышей, которые могут значительно снизить трудоемкость ремонта и расход материалов. Исследования показывают, что использование полимерных материалов для восстановления позволяет устранить ряд проблем и увеличить долговечность подшипников.

Необходимость модернизации

Оптимальным решением проблемы является развитие технологий восстановления изношенных деталей. Применение полимерных композитных материалов открывает широкие возможности для эффективного и экономически выгодного

восстановления деталей, обеспечивая значительное снижение затрат на ремонт и эксплуатацию техники.

Преимущества использования полимерных композитов включают:

- Устойчивость к коррозии и химическим веществам.
- Хорошие антифрикционные свойства.
- Простота обработки и монтажа.
- Возможность быстрого восстановления геометрии деталей.

Однако существует ряд технологических трудностей, связанных с применением полимерных композиций, таких как сложность выбора оптимального состава, необходимость специальных методик приготовления и контроля качества покрытий, влияние температуры и влажности окружающей среды. [8]

Таким образом, основным направлением дальнейшего совершенствования должно стать создание надежных и устойчивых полимерных композиционных материалов, обладающих высокими физико-механическими свойствами и обеспечивающих длительное сохранение работоспособности восстановленных деталей в агрессивных условиях эксплуатации.

Применение таких материалов позволит сократить затраты на покупку запчастей, уменьшить время простоя техники и повысить общий уровень технической готовности парка сельскохозяйственной техники, способствуя повышению конкурентоспособности отечественного сельскохозяйственного производства. [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

ИВАШОВА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА, магистрант
ПОСТНЫХ РОМАН ВАЛЕРЬЕВИЧ, магистрант
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 ХРАНЕНИЯ И ПОГРУЗКИ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

В данной статье рассматриваются способы хранения корнеплодов сахарной свёклы в кагатах и буртах. Даны рекомендации по размерам кагатов и по улучшению сохранности корнеплодов.

Ключевые слова: сахарная свёкла, корнеплод, кагат, бурт, свеклопогрузчик.

Россия занимает первое место в мире по площади посевов сахарной свёклы. В 2025 году по данным Министерства сельского хозяйства России посевная площадь составила 1,202 млн.га., урожайность **превысила 48,1 млн тонн**. Поэтому очень актуальными являются вопросы не только возделывания [1,2], но и сохранности сахарной свёклы, так как сразу переработать такое количество корнеплодов невозможно [3,4].

Для Курской области вопрос сохранности корнеплодов стоит очень остро. Раньше в области функционировало 8 сахарных заводов: Курсксахарпром, филиал Золотухинский; Кривец – сахар (Мантуровский район); Кшенский сахарный комбинат; сахарный комбинат Львовский; КурскСахарПром, филиал Любимовский; Олымский сахарный завод; Промсахар (Рыльский район); Тёткинский Сахарный Завод. В настоящее время продолжают работу только четыре сахарных завода. Проблемами свеклосахарной промышленности начинаются и заканчиваются все аграрные семинары, ведь мало вырастить, нужно еще суметь сохранить урожай.

Одним из способов хранения сахарной свёклы является свекловичный кагат. Такую технологию применяют в многие хозяйства не только в Курской области, но и в целом по России. Поначалу на предприятиях скептически относятся к кагатированию, но времена меняются и руководство понимает, что другого пути нет. В противном случае сахарная свёкла попросту останется на поле, а это ощутимый убыток для хозяйств. Для эффективного хранения важно сделать правильный кагат. Оптимальным является соотношение высоты кагата к его ширине 1:4. Если предположительное время хранения свёклы в кагате недолгое, не более месяца, то допускается высота кагата 2 метра при ширине основания 10 метров.

Однако, не все сорта сахарной свёклы одинаково хорошо хранятся в кагатах. Большинство иностранных гибридов «лежит» плохо. Так как импортные гибриды выводились с учетом почв тех мест, многолетняя практика применения данных семян показывает, что они плохо приспособлены к российским условиям. Это делает их более восприимчивыми, по сравнению с семенами, выведенными в России, к различным заболеваниям, не говоря уже про кагатную гниль. Компанией «Щелково Агрохим» был разработан препарат «Кагатник», специально предназначенный для снижения гнили, сохранения сахара в процессе хранения корнеплодов.

Еще одним из способов хранения являются бурты. Для хранения в буртах сахарную свёклу свозят на край поля, для удобства погрузки даже в условиях непогоды. Бурты укрывают либо соломой, либо полотнами из полипропилена для защиты от ветра, дождя и мороза. Доставку соломы к кагатам возможно осуществлять универсальными и специализированными транспортными средствами [5,6,7].

Погрузку сахарной свёклы в транспортные средства в хозяйствах Курской области осуществляют свеклопогрузчиками ROPA Maus, KLEINE RL 200 SF и другими. Это самоходные высокопроизводительные машины для очистки и погрузки корнеплодов сахарной свёклы. Однако при низкой влажности окружающего воздуха поверхность корнеплодов высыхает и при погрузке происходит их повреждение, вплоть до разрушения всего корнеплода. Это происходит из-за увеличения коэффициента трения корнеплодов о поверхность рабочих органов погрузчика. Поэтому рекомендуется перед погрузкой или во время работы свеклопогрузчика увлажнять кагаты и бурты сахарной свёклы, например путем орошения, что позволит снизить травмирование корнеплодов и повысить сохранность урожая до его переработки.

Список литературы

1. Алексеевкова, Е. Сахарная свекла: в борьбе за рентабельность / Е. Алексеевкова // АгроФорум. – 2020. – № 7. – С. 46-48. – EDN XYZKSS.
2. Уточнение допуска на глубину заделки семян пропашных культур / К. Р. Казаров, В. А. Черников, И. К. Лукина, В. Н. Трубников // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2012. – № 6. – С. 69-72. – EDN SXEHXJ.
3. Снижение потерь свекломассы в ходе заготовок - прямой путь к повышению эффективности свеклосахарного подкомплекса / И. П. Салтык, Ю. И. Болохонцева, В. Ф. Гранкин, В. П. Терехов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 7. – С. 166-173. – EDN BRCQGW.
4. Эффективность функционирования свеклосахарного подкомплекса АПК Центрально-Черноземного региона / И. П. Салтык, Ю. И. Болохонцева, В. Ф. Гранкин, С. Г. Боев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 191-200. – EDN PUZTZQ.
5. Бабков, А. П. Сравнительная технико-экономическая оценка транспортных тракторных агрегатов на перевозке соломы / А. П. Бабков, В. А. Кончин, А. Р. Цой // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. редактор Т.Х. Жу-

раев. – Курск: "Дурдона" ("Sadridin Salim Buxoriy" Durдона nashriyoti), 2020. – С. 50-53. – EDN ARTVLC.

6. Бабков, А. П. К вопросу обоснования параметров транспортного средства для перевозки соломы / А. П. Бабков // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса : материалы международной научно-практической конференции, Курск, 23–25 января 2008 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2008. – С. 56-58. – EDN VISFXT.

7. Бабков, А. П. Производительность транспортных средств на перевозке соломы / А. П. Бабков // Аграрная наука - сельскому хозяйству : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 27–28 января 2009 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2009. – С. 109-111. – EDN VASPBJ.

КАШИРЦЕВ СТЕПАН СЕРГЕЕВИЧ, студент

БЕЗМЕН ПЕТР АНАТОЛЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: pbezmen@yahoo.com)

ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ САДОВ И ТЕПЛИЦ С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

В данной статье рассматриваются и анализируются автономные управляемые машины, которые используются для распределения водных растворов, включая удобрения или средства защиты растений. Представлены некоторые современные варианты роботизированных опрыскивателей и описаны подходы к проектированию самоходных роботов-опрыскивателей.

Ключевые слова: робот-опрыскиватель, автономный робот, управление, алгоритм.

До появления специализированных машин для распыления химикатов уже использовались различные приспособления. В начале XX века в сельском хозяйстве применялись импортные ранцевые опрыскиватели, а также конные и конно-моторные модели, где резервуар с жидкостью устанавливался на телегу и заправлялся сжатым воздухом. Однако настоящий переворот произошел в 1947 году, когда американец Рэй Хейги сконструировал и собрал первый в мире самоходный опрыскиватель для нужд своей семейной фермы. Его изобретение положило начало новой эре в сельском хозяйстве [1-4].

С тех пор самоходные опрыскиватели претерпели значительные изменения и улучшения для повышения эффективности и безопасности обработки полей. К 1960 году Рэй Хейги разработал первый опрыскиватель Hagie 430 с задним приводом, который стал еще и первым опрыскивателем с установленной спереди штангой.



Рис. 1. Первый высококлиренсный опрыскиватель



Рис. 2. Заднеприводный опрыскиватель с передним расположением штанги

Между 1968 и 1980 годами компания Hagie внесла еще несколько изменений в конструкцию. В этот период на технику стали устанавливать более крупные баки для перевозки воды и улучшенные системы подвески. Обновленные модели также имели кабину современного типа, похожую на те, что используются в наше время.



Рис. 3. Первый самоходный опрыскиватель с гидравлическим приводом и активной подвеской Hagie 440

Позже многие производители разработали собственные самоходные опрыскиватели. Особую роль в развитии этой техники сыграл немецкий концерн Horsch. В середине 1990-х годов компания наладила серийное производство собственной модели, сделав акцент на эффективности и простоте в использовании. Совместный проект Horsch и компании Leeb привел к созданию прототипа нового самоходного опрыскивателя, серийное производство которого стартовало в 2001 году. В 2000-е годы Horsch продолжал развивать свои технологии, внедряя системы точного земледелия и автоматизации. В это время компания начала активно использовать GPS-технологии для повышения точности распыления и управления процессами.

В настоящее время роботов-опрыскивателей, в зависимости от их конструкции и выполняемых функций, можно подразделить на несколько основных типов:

1) по уровню автономности и управления (автономные роботы без участия оператора и роботы с дистанционным управлением с помощью оператора или интерфейса);

2) по типу мобильной платформы (колесные платформы для ровных поверхностей, гусеничные системы для сложного рельефа, рельсовые конструкции для стационарного использования);

3) по специализации и функциональности (универсальный робот для сплошной обработки растений, прецизионные (точечные) системы для нанесения химикатов с использованием технологий компьютерного зрения и комбинированные платформы, способные выполнять несколько задач).

При проектировании роботов-опрыскивателей приходится решать следующие задачи:

1. Выполнение комплексного анализа существующих конструкций роботов-опрыскивателей и оценка их технических требований;

2. Разработка конструктивной схемы и создание подходящего роботизированного комплекса, определяющего взаимодействие между мобильной платформой, системой навигации, оборудованием для распыления и системой управления;

3. Проектирование эффективной конструкции и проведение подбора составляющих элементов как самого робота, так и системы его автоматического или дистанционного управления;

4. Разработка управляющих алгоритмов, обеспечивающих автономное перемещение по оптимальным маршрутам с адаптацией к изменяющимся условиям: реализуются алгоритмы оптимизации расхода химикатов, учитывающие скорость движения, параметры растений и окружающие условия (температуру, влажность, скорость ветра).

В качестве примеров реализации самоходных роботов для опрыскивания можно привести следующие варианты, представленные на рис. 4.



Рис. 4. Роботы-опрыскиватели [1-3]:
а) М.М.SRL DOMINATOR RSR-E, б) TIFONE CRA, в) СелАгро ЗУБР ПВ "Колонна" 3.0

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика данных моделей роботов-опрыскивателей.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика роботов-опрыскивателей

Характеристика	М.М.SRL DOMINATOR RSR-E	Гусеничный опрыскиватель CRA	Опрыскиватель ЗУБР ПВ с приставкой "Колонна 3.0"
Основная функция	Точечное опрыскивание в труднодоступных местах садов, виноградников и теплиц	Дальнобойное распыление для борьбы с вредителями и дезинфекции на сложном рельефе	Обработка высокорослых садовых деревьев (до 4,5 м) с равномерным покрытием
Механизм работы	Автономное движение с дистанционным управлением, автоматическое распыление через форсунки с регулируемым давлением	Самоходное перемещение с дистанционным наведением пушки, электростатическое распыление	Агрегатирование с трактором, распыление через систему форсунок "Колонна" с обратной тягой
Ключевое отличие	Компактность и маневренность для работы в узких междурядьях	Уникальная система дальнобойного распыления с электростатическим зарядом капель	Специализированная приставка для обработки высоких деревьев с двух сторон
Идеальное применение	Теплицы, виноградники, питомники, ягодные плантации с узкими междурядьями	Крупные сады, парки, зоны с сложным рельефом и необходимостью дальнего распыления	Промышленные сады с высокорослыми деревьями и широкими междурядьями
Назначение	Прецизионная обработка сельскохозяйственных культур в условиях ограниченного пространства	Дезинфекция территорий, борьба с насекомыми-вредителями, обработка труднодоступных зон	Химическая защита плодовых деревьев, внесение жидких удобрений в садах интенсивного типа
Тип	Самоходный гусеничный робот на электрической тяге	Самоходный гусеничный опрыскиватель с ДВС	Прицепной опрыскиватель с гидравлическим приводом

Характеристика	M.M.SRL DOMINATOR RSR-E	Гусеничный опрыскиватель CRA	Опрыскиватель ЗУБР ПВ с приставкой "Колонна 3.0"
Грузоподъемность	200-300 кг (включая вес бака и оборудования)	500 кг (с учетом полного бака и оборудования)	1500-3000 кг (в зависимости от модели и комплектации)
Скорость движения	До 5 км/ч (рабочая), 3 км/ч (при опрыскивании)	До 8 км/ч (рабочая), 5 км/ч (при обработке)	Рабочая: 4-8 км/ч, транспортная: 10-25 км/ч (зависит от трактора)
Производительность	2-3 га/смену	5-8 га/смену	10-15 га/смену
Источник питания	Литий-ионный аккумулятор 48 В	Бензиновый двигатель Kohler 38 л.с.	Вал отбора мощности трактора + гидравлическая система
Емкость бака	200-300 л	250 л	1000-3000 л (в зависимости от модели)
Ширина захвата	1,5-3 м (регулируемая)	Точечное распыление (до 35 м дальность)	3-6 м (в зависимости от высоты дерева)
Автономность	3 часа (до подзарядки)	6-8 часов (до заправки топливом)	Зависит от емкости бака и производительности трактора
Навигация	Ручное дистанционное управление, базовые датчики препятствий	GPS с автопилотом, система компьютерного зрения, лидары	Система параллельного вождения, GPS-трекер, датчики конца ряда
Коммуникация	Радиоканал 2.4 ГГц, Bluetooth	4G/LTE, Wi-Fi, спутниковая связь	CAN-шина, проводное соединение с трактором
Основные преимущества	Нулевые выбросы, низкий шум, точное дозирование	Высокая проходимость, большая дальность действия	Высокая производительность, надежность конструкции
Типичные применения	Замкнутые пространства теплиц, междурядья виноградников	Обработка склонов, больших открытых территорий	Крупные сельхозпредприятия, плодовые хозяйства
Безопасность	Полная изоляция оператора от химикатов, автоматическая остановка при опрокидывании, защитные кожухи на движущихся частях, световая и звуковая сигнализация	Защитный каркас ROPS/FOPS, система аварийной остановки двигателя, датчики обнаружения людей в рабочей зоне, противопожарная система	Защитные ограждения штанги, блокировка включения при неисправностях, система защиты от перегрузок, аварийный слив химикатов

Tifone CRA превосходит конкурентов по совокупности ключевых параметров. M.M.SRL DOMINATOR эффективен лишь в узких пространствах теплиц

из-за низкой автономности и производительности. ЗУБР ПВ показывает высокую производительность, но полностью зависит от трактора, теряя мобильность. Tifone CRA сочетает уникальную проходимость на склонах до 45°, «дальнобойное» электростатическое распыление на 35 м, оптимальную автономность 6-8 часов и современную навигацию, что делает его наиболее универсальным и технологичным решением для большинства сельскохозяйственных задач.

Большинство из представленных роботов работает по алгоритму [5-7], блок-схема которого представлена на рис. 5.

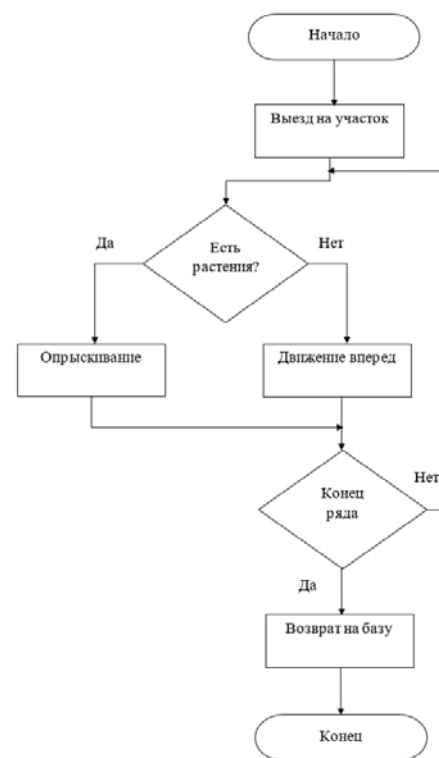


Рис. 5. Блок-схема алгоритма

Данная блок-схема описывает полный цикл работы автономного робота-опрыскивателя, начиная со старта системы и инициализации всех компонентов [8, 9].

После запуска робот определяет свое текущее положение в пространстве и непрерывно сканирует территорию на наличие препятствий, при обнаружении которых автоматически активирует алгоритм объезда, обеспечивая безопасное перемещение. Параллельно система регулярно проверяет уровень жидкости в

баке для химикатов, и при недостаточном количестве раствора робот прерывает работу для пополнения запасов, после чего возобновляет процесс опрыскивания. Основной рабочий цикл продолжается до получения команды на завершение операции, что делает процесс полностью автономным, позволяя роботу эффективно функционировать без постоянного вмешательства оператора, самостоятельно решая типовые задачи по навигации, преодолению препятствий и контролю рабочих ресурсов в условиях садового ландшафта.

Список литературы

1. Сайт компании «М.М.SRL»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.mmspray.it/>
2. Сайт компании «TIFONE»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.tifone.com/>
3. Сайт «СелАгро»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.selagro.com/>
4. Сайт «ГлавПахарь»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://glavpahar.ru/articles/pervyy-sovetskiy-samohodnyy-opryskivatel---kak-razvivalos-proizvodstvo>
5. Лупехина И. В., Безмен П. А., Яцун С. Ф. Плоскопараллельное движение вибрационно-го робота по горизонтальной шероховатой поверхности // Естественные и технические науки. 2012. №. 4. С. 41-44.
6. Экзоскелеты: моделирование движения экзоскелета нижних конечностей с учетом физиологических особенностей пациента: монография / С.Ф. Яцун, А.С. Яцун, П.А. Безмен [и др.]. - Курск: Унив. кн., 2017. - 197 с.
7. Березина Л.В., Щербакова М.П., Безмен П.А. Колесное шасси робота-поводыря / Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Том 5 / Юго-Зап. гос. унт., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2020. С. 44-46.
8. Демин, Е.Е. Аналитические исследования технических параметров самодвижущихся опрыскивателей [Текст]: / Е.Е. Демин, А.С. Старцев, А.А. Протасов, Г.Е. Шардина, Е.С. Нестеров // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 112-114.
9. Полищук, Ю.В. Эффективность использования самоходного опрыскивателя, оборудованного системой автоматического вождения [Текст] / Ю.В. Полищук, Н.В. Лаптев, А.П. Комаров // Нива Поволжья. 2020. № 4. С.4.

КУШНЕРЕВ НИКОЛАЙ ЮРЬЕВИЧ, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: milord_d@vk.com)

**ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ
МОДУЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Энергоэффективность становится важным аспектом в проектировании животноводческих комплексов, особенно в условиях растущих цен на энергоресурсы и усиливающихся требований к экологии. Модульные конструкции, благодаря своей гибкости и адаптивности, представляют собой оптимальное решение для создания современных и энергоэффективных хозяйств. В статье рассматриваются ключевые принципы энергоэффективного проектирования данных комплексов.

Ключевые слова: строительство, модульное строительство, здания и сооружения.

Современное животноводство – одна из наиболее энергоемких отраслей агропромышленного комплекса. До 70% эксплуатационных затрат типового комплекса составляют расходы на отопление, вентиляцию, кондиционирование и освещение. В условиях растущих тарифов на энергоносители и ужесточения экологических норм задача энергоэффективности становится критически важной для рентабельности. Модульное строительство, основанное на использовании готовых заводских блок-модулей, предлагает не только скорость возведения, но и уникальные возможности для интеграции передовых энергосберегающих решений на системном уровне.[3]

Модульный подход сам по себе создает прочный фундамент для энергосбережения. Ключевое преимущество заключается в заводском качестве изготовления. Все элементы, такие как стеновые и кровельные сэндвич-панели, производятся в цехах при строжайшем контроле, что гарантирует их высокую точность, полную герметичность стыков и отсутствие так называемых мостиков холода, которые являются основной причиной теплопотерь в зданиях, построенных по традиционным технологиям. Кроме того, модули поставляются на стройплощадку с уже интегрированными инженерными решениями: слоями утеплителя, встроенными элементами вентиляционных каналов и закладными для монтажа оборудования. Это позволяет создать идеально подогнанную, единую систему, а не собирать ее из разрозненных элементов на месте. Немаловажным фактором является гибкость и масштабируемость такого подхода. Любое энергоэффективное решение, будь то новая система рекуперации или тип утеплителя, можно сначала опробовать на одном пилотном модуле, а затем, убедившись в его эффективности, тиражировать на весь комплекс, минимизируя риски и капитальные затраты.[2]

Основой энергосбережения в любом здании является принцип эффективной теплоизоляции и полной герметичности ограждающих конструкций. Для модульных животноводческих комплексов это реализуется через использование сэндвич-панелей с высокоэффективным утеплителем, например, каменной ватой или PIR-плитами, толщина которых рассчитывается исходя из конкретных климатических условий региона. Не менее важна герметизация всех стыков, оконных блоков и мест примыканий для минимизации неконтролируемых потерь тепла через инфильтрацию воздуха.[4]

Следующим критически важным принципом является оптимизация микроклимата с обязательной рекуперацией тепла. На систему вентиляции приходится огромная доля энергопотребления. Установка рекуператоров, например, пластинчатых или более эффективных роторных, в приточно-вытяжную систему позволяет передавать до 90% тепла от удаляемого загрязненного воздуха холодному приточному потоку, радикально сокращая затраты на обогрев. Помимо этого, важно разумно зонировать пространство комплекса, разделяя его на модули с разными температурными режимами, чтобы не отапливать равномерно весь огромный объем, и максимально использовать естественное тепло, выделяемое самими животными.

Современный подход невозможен без активного использования возобновляемых источников энергии. Большая площадь кровель модульных зданий идеально подходит для размещения солнечных батарей, которые могут генерировать электроэнергию для работы освещения, вентиляторов и другого оборудования. Солнечные коллекторы могут решать задачу нагрева воды для технологических нужд. Высшим пилотажем считается интеграция с биогазовой установкой, которая перерабатывает навоз в биогаз, а тот, в свою очередь, используется для выработки электроэнергии и тепла, замыкая энергетический цикл и превращая отходы в ценный ресурс.

Отдельное внимание уделяется принципу энергоэффективного освещения. Повсеместный переход на светодиодные (LED) светильники с высоким КПД дополняется их автоматизацией. Датчики движения и освещенности обеспечивают включение света только в тех зонах, где присутствуют люди или животные, и только тогда, когда это действительно необходимо, что исключает работу вхолостую.[1]

Все эти элементы объединяются в единую систему через принцип интеллектуального управления и автоматизации на основе технологий Интернета Вещей (IoT). Единый диспетчерский пункт в виде автоматизированной системы управления микроклиматом получает данные в реальном времени с многочисленных датчиков температуры, влажности и содержания газов. На основе этих данных система адаптивно регулирует работу всего оборудования, прогнозирует изменения внешней погоды и заранее подготавливает режимы работы, предотвращая резкие скачки энергопотребления и постоянно оптимизируя энергозатраты.

Таким образом, энергоэффективное проектирование животноводческих комплексов на основе модульных конструкций представляет собой целостный сис-

темный подход. Это синергия сверхэффективной герметичной оболочки здания, рекуперации тепла, активного использования возобновляемых источников энергии, современного освещения и тотальной автоматизации всех процессов. Модульность выступает идеальной платформой для внедрения этих принципов, обеспечивая высочайшее качество, повторяемость и быстроту развертывания решений. Такой комплексный подход позволяет достичь сокращения энергопотребления на 40-60% по сравнению с традиционными постройками, что кардинально повышает не только экономическую устойчивость, но и экологическую ответственность сельскохозяйственного предприятия будущего.

Список литературы

1. Энергосберегающее обустройство территории в эко-домах / Д. А. Бредихин, О. А. Кравченко, Е. Скуркан, Л. В. Чайковская // Научные исследования: проблемы и перспективы в контексте глобальных вызовов : Сборник научных трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции, Анапа, 21 января 2023 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2023. – С. 68-72. – EDN PXSCWA.
2. Кушнерев, Н. Ю. Современные автоматизированные строительные комплексы. Достоинства и недостатки / Н. Ю. Кушнерев // 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, 23 мая 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 272-275. – EDN KLEXYB.
3. Чайковская, Л. В. К вопросу внедрения еврокодов в Российской Федерации / Л. В. Чайковская, И. С. Брагина, Е. И. Четверикова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2024. – № 9(1081). – С. 16-19. – EDN LQKNKF.
4. Кушнерев, Н. Ю. Развитие энергосберегающих ресурсов в условиях санкций / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 278-280. – EDN VECBYJ.

ЛАПСАРЬ ОКСАНА МИХАЙЛОВНА, к.т.н., доцент
Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, г. Москва
o.lapsary@rgau-msha.ru

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При эксплуатации и хранении сельскохозяйственной техники наблюдается комплексное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды. К ним относятся: интенсивное ультрафиолетовое излучение; образование конденсата; резкие перепады температур; агрессивные химические вещества, содержащиеся в удобрениях.

Перечисленные факторы в значительной степени способствуют развитию коррозионных процессов на металлических элементах техники. Их совокупное негативное воздействие неизбежно ухудшает технические характеристики оборудования и провоцирует различные неисправности, что в конечном итоге приводит к выводу техники из строя. Что бы минимизировать риски возникновения коррозии и замедлить её развитие, необходимо осуществлять комплексную защиту поверхностей сельскохозяйственной техники с помощью специальных обработок. Это включает в себя применение различных методов и материалов для защиты металлических элементов от разрушительного воздействия окружающей среды.

Ключевые слова: надёжность, хранение, коррозионные процессы, металлические покрытия, неметаллические покрытия, анодные покрытия, катодные покрытия.

В ходе эксплуатации и хранения сельскохозяйственной техники наблюдается комплексное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды. Среди основных негативных воздействий можно выделить: интенсивное ультрафиолетовое излучение; образование конденсата; резкие перепады температур; агрессивные химические вещества, содержащиеся в удобрениях [1-3].

Подобные воздействия провоцируют развитие коррозионных процессов на металлических элементах техники. Их совокупное негативное влияние неизбежно ухудшает технические характеристики оборудования и приводит к различным неисправностям.

Особенно ярко эти процессы проявляются на примере картофелеуборочных комбайнов, где постоянное трение почвы о металлические поверхности в сочетании с попаданием влаги приводит к механическому повреждению защитных покрытий и активному развитию коррозии [4].

Для предотвращения или минимизации коррозионных процессов необходимо проводить комплексную обработку и защиту поверхностей сельскохозяйственной техники специальными средствами. Это позволит значительно продлить срок службы оборудования и сохранить его работоспособность [5,6].

В современной практике защиты от коррозии широко применяются специальные покрытия, предназначенные для создания барьера между металлическими поверхностями и агрессивными средами. Данные защитные материалы классифицируются на две основные категории [7]:

Металлические покрытия делятся на анодные и катодные. Их нанесение осуществляется следующими технологическими методами: т газотермическое напыление; погружение (окунание); гальваническое покрытие; плакирование; термодиффузионная обработка.

Неметаллические покрытия представляют собой более обширную группу материалов, включающую: лакокрасочные материалы различных типов; полимерные защитные плёнки; силикатные эмалевые составы; резиноподобные покрытия; оксидные плёнки на основе металлов; соединения фосфора и хрома.

Каждый из перечисленных видов покрытий обладает своими уникальными свойствами и применяется в зависимости от конкретных условий эксплуатации защищаемого оборудования.

В ходе исследования были детально изучены современные технологии и материалы, применяемые для защиты как металлических, так и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники [8].

Металлические защитные покрытия подразделяются на два основных типа: анодные покрытия — материалы с более низким электрохимическим потенциалом по сравнению с защищаемым металлом; катодные покрытия — материалы с более высоким электрохимическим потенциалом [9].

Принцип действия катодных покрытий основан на создании надёжного механического барьера, который эффективно препятствует контакту агрессивной среды с основным металлом. Такие покрытия обеспечивают высокий уровень защиты поверхности от коррозионных воздействий, однако их эффективность напрямую зависит от целостности защитного слоя. При появлении повреждений защитные свойства значительно снижаются.

Важно отметить, что правильный выбор типа покрытия и технологии его нанесения играет решающую роль в обеспечении долговечности и надёжности сельскохозяйственной техники в условиях агрессивной эксплуатации.

Список литературы

1. Романченко, Н. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии : учебное пособие / Н. М. Романченко ; Н. М. Романченко; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – 188 с. – EDN KRWJOE.
2. Барчукова, А. С. Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений / А. С. Барчукова, С. М. Ветрова, Е. М. Илюшкова // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66). – DOI 10.51419/202146605. – EDN INBHSS.
3. Барчукова, А. С. Влияние азотсодержащего удобрения на всхожесть семян томата / А. С. Барчукова, С. М. Ветрова // Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курск, 31 марта 2023 года. Том Часть 1. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 16-20. – EDN JVNPKV.

4. Филимонова, В. А. Защита металлов от коррозии / В. А. Филимонова, Е. О. Харчевникова // Вологодские чтения. – 2009. – № 76. – С. 128-129. – EDN MSTIJD.

5. Исследование эффективности амидов жирных кислот в качестве ингибиторов атмосферной коррозии / С. М. Гайдар, А. М. Пикина, А. С. Барчукова [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 5. – С. 10-15. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-5-10-15. – EDN DNGYMW.

6. Антикоррозийные свойства удобрения БОРАМ и его влияние на урожайность картофеля / А. С. Барчукова, С. М. Ветрова, О. М. Лапсарь, А. М. Пикина // Агроинженерия. – 2025. – Т. 27, № 4. – С. 61-67. – DOI 10.26897/2687-1149-2025-4-61-67. – EDN DFRBOP.

7. Наумов, В. А. Виды защитных покрытий металлов и способы их нанесения / В. А. Наумов, С. Н. Шарапов, Л. И. Бессуднов // Политехнический молодежный журнал. – 2016. – № 4(4). – С. 5. – DOI 10.18698/2541-8009-2016-4-37. – EDN ХХОHVV.

8. Лапсарь, О. М. Эффективная переработка побочного сырья мясной отрасли / О. М. Лапсарь // Техника и технологии: теория и практика. – 2023. – № 2(8). – С. 7-15. – DOI 10.34286/2712-7419-2023-8-2-7-15. – EDN QDBGFZ.

9. Современные технологии и материалы для защиты металлических и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев, А. М. Кравченко, Г. А. Борисов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 142-147. – EDN JMWPRWI.

ЯРОВЕЦ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант

yarovecsergey@gmail.com

БЕЗМЕН ПЕТР АНАТОЛЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

pbezmen@yahoo.com

Юго-Западный государственный университет, г. Курск Россия

ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ САДОВ И ТЕПЛИЦ С ПОМОЩЬЮ АГРОДРОНОВ

В статье рассмотрены и проанализированы беспилотные летательные аппараты, которые используются для распределения водных растворов, включая удобрения или средства защиты растений. Представлены некоторые современные модели агродронов и описаны подходы к проектированию беспилотных систем опрыскивания.

Ключевые слова: агродрон, БПЛА, автономный полет, прецизионное земледелие, мультиспектральная съемка

Историческое развитие технологии опрыскивания

Мобильные робототехнические системы на сегодняшний день используются в самых разных отраслях промышленности и потребительских сферах [1-3]. Актуальной задачей является создание летающих робототехнических аппаратов (дронов), предназначенных для работы в сельском хозяйстве.

До появления специализированных дронов для распыления химикатов уже использовались различные авиационные средства. В середине XX века в сельском хозяйстве применялась авиационная техника – самолеты АН-2 и вертолеты, которые позволяли обрабатывать большие площади. Однако настоящий переворот произошел в 1990-х годах, когда японские инженеры впервые приме-

нили беспилотные вертолеты Yamaha R-50 для обработки рисовых полей. Их изобретение положило начало новой эре в сельском хозяйстве.



Рис. 1. Yamaha R-50 - первый сельскохозяйственный дрон

Затем агродроны претерпели значительные изменения и улучшения для повышения эффективности и безопасности обработки полей. К 2010 году китайская компания DJI разработала первую коммерчески успешную модель агродрона MG-1, которая стала массово применяться в сельском хозяйстве.



Рис. 2. DJI MG-1 - первый массовый агродрон

Производители агродронов внесли еще несколько ключевых изменений в конструкцию: на дроны стали устанавливать более емкие баки для химикатов и улучшенные системы распыления. Обновленные модели также получили интеллектуальные системы управления.



Рис. 3. Современный агродрон с интеллектуальной системой управления

Классификация агродронов

В настоящее время агродроны, в зависимости от их конструкций и выполняемых функций, можно классифицировать по нескольким основным параметрам:

1) по уровню автономности и управления (полностью автономные дроны с заранее заданным маршрутом, дроны с дистанционным управлением оператором, гибридные системы с возможностью обоих режимов);

2) по типу конструкции и двигательной установки (мультироторные системы для точного маневрирования, дроны самолетного типа для обработки больших площадей, гибридные конструкции с вертикальным взлетом);

3) по специализации и функциональности (универсальные дроны для сплошной обработки растений, прецизионные системы для точечного нанесения химикатов с использованием технологий компьютерного зрения и комбинированные платформы, способные выполнять несколько задач – опрыскивание, мониторинг, анализ состояния растений).

Задачи проектирования агродронов

При проектировании агродронов приходится решать следующие задачи [4-6]:

1) выполнение комплексного анализа существующих конструкций агродронов и оценка их технических требований;

2) разработка конструктивной схемы и создание подходящего роботизированного комплекса, определяющего взаимодействие между летающей платформой, системой навигации, оборудованием для распыления и системой управления;

3) проектирование эффективной конструкции и проведение подбора составляющих элементов как самого дрона, так и системы его автоматического или дистанционного управления;

4) разработка управляющих алгоритмов, обеспечивающих автономный полет по оптимальным маршрутам с адаптацией к изменяющимся погодным условиям, алгоритмов оптимизации расхода химикатов, учитывающих скорость полета, параметры растений и окружающие условия (температуру, влажность, скорость ветра).

Примеры современных агродронов

В качестве примеров реализации агродронов для опрыскивания можно привести следующие модели [7-9], представленные на рис. 4. В таблице 1 приведена их сравнительная характеристика.



Рис. 4. Современные агродроны:
а) DJI Agras T40, б) XAG V40, в) Агрокоптер "Геоскан"

Таблица 1 – Сравнительная характеристика агродронов

Параметр	DJI Agras T40	XAG V40	Агрокоптер "Геоскан"
Основная функция	Интеллектуальное опрыскивание больших площадей	Прецизионная обработка сложного рельефа	Точечное опрыскивание в садах и теплицах
Механизм работы	Автономный полет с активным распылением	Гибридный полет с двойной системой распыления	Компьютерное зрение для идентификации целевых зон
Ключевое отличие	Высокая производительность и емкость бака	Универсальность и маневренность	Точность распыления и адаптивность
Идеальное применение	Крупные сельхозугодья, поля	Сложный рельеф, холмистая местность	Сады, теплицы, ягодные плантации
Тип	Мультироторный дрон	Гибридный дрон	Мультироторный дрон
Грузоподъемность	50 кг (с учетом бака)	25 кг	20 кг
Скорость движения	7-10 м/с (рабочая)	8-12 м/с	5-8 м/с
Параметр	DJI Agras T40	XAG V40	Агрокоптер "Геоскан"
Производительность	10-12 га/час	8-10 га/час	5-8 га/час
Источник питания	Li-ion аккумулятор 40 А·ч	Li-ion аккумулятор 30 А·ч	Li-ion аккумулятор 20 А·ч
Емкость бака	40 л	20 л	15-25 л
Ширина захвата	7-11 м	6-9 м	3-5 м

Параметр	DJI Agras T40	XAG V40	Агрокоптер "Геоскан"
Автономность	10-12 минут	15-20 минут	20-25 минут
Средства Навигации	GPS+GLONASS, RTK, радар	GPS+Галилео, система компьютерного зрения	ГЛОНАСС, датчики определения растений
Средства безопасности	Автоматическое избегание препятствий, возврат при потере связи	Защита от перегрузок, система аварийной посадки	Защитные кожухи, автоматическое завершение работы

DJI Agras T40 превосходит конкурентов по совокупности ключевых параметров. XAG V40 эффективен на сложном рельефе благодаря гибридной конструкции, но имеет меньшую производительность. Агрокоптер «Геоскан» показывает высокую точность в ограниченных пространствах, но проигрывает в производительности. DJI Agras T40 сочетает высокую грузоподъемность, оптимальную автономность и современную навигацию, что делает его наиболее универсальным и технологичным решением для большинства сельскохозяйственных задач.

Принцип работы агродронов

Большинство из представленных агродронов работает по алгоритму, блок-схема которого представлена на рис. 5.

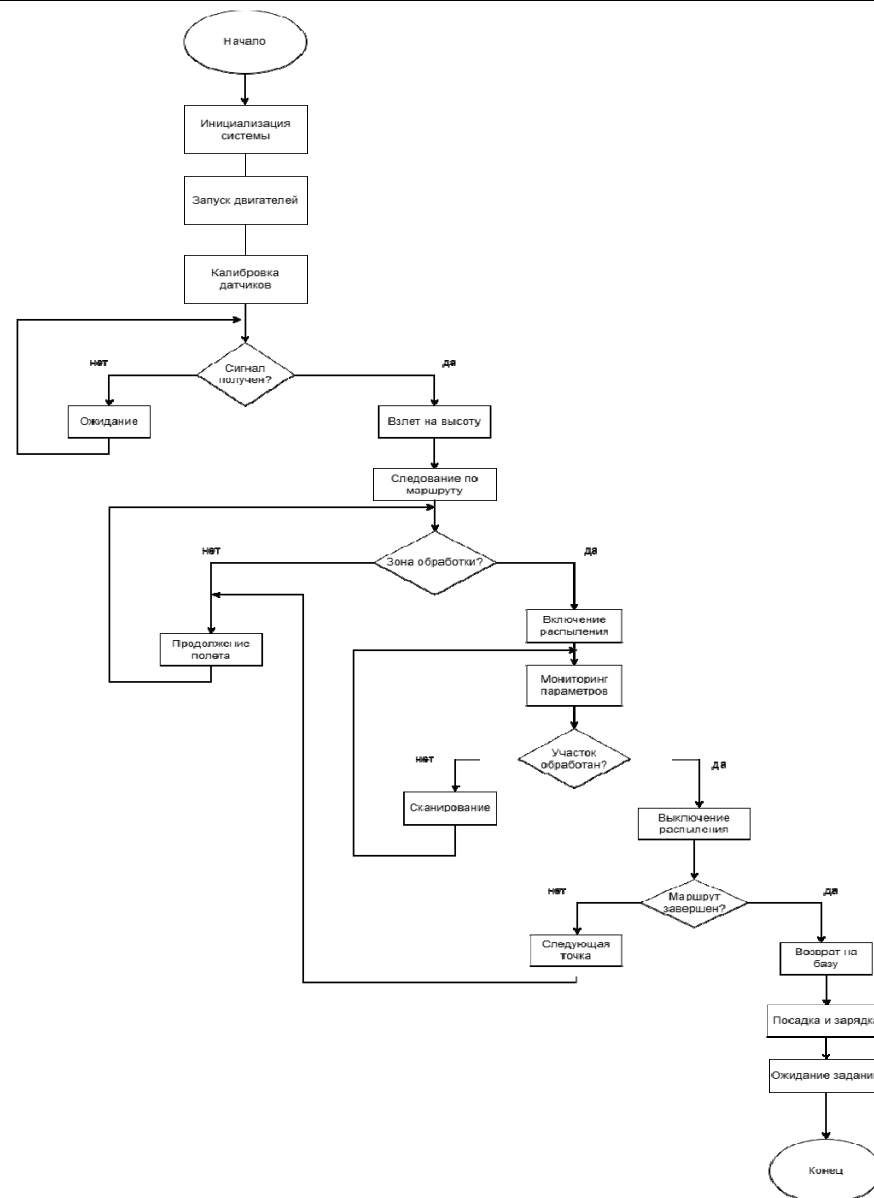


Рис. 5. Блок-схема алгоритма

Центральным управляющим звеном системы выступает блок управления полетом, который координирует работу трех основных подсистем: двигательной установки, навигационного комплекса и системы распыления. Электрические

двигатели преобразуют энергию аккумуляторов в механическое движение роторов, обеспечивая полет и маневрирование аппарата над полем, тогда как бак для химикатов поставляет жидкость в насосную систему, создающую необходимое давление для подачи раствора к распылительному оборудованию. Система форсунок выполняет финальную операцию – преобразование жидкости в аэрозольное облако и его равномерное распределение по обрабатываемой поверхности. Система навигации непрерывно взаимодействует с блоком управления, корректируя траекторию полета и параметры работы в соответствии с цифровой картой поля, что обеспечивает синхронную работу всех компонентов и позволяет достигать максимальной эффективности технологического процесса при минимальном участии оператора.

Список литературы

1. Лупехина И. В., Безмен П. А., Яцун С. Ф. Плоскопараллельное движение вибрационно-го робота по горизонтальной шероховатой поверхности // Естественные и технические науки. 2012. № 4. С. 41-44.
2. Экзоскелеты: моделирование движения экзоскелета нижних конечностей с учетом физиологических особенностей пациента: монография / С.Ф. Яцун, А.С. Яцун, П.А. Безмен [и др.]. - Курск: Унив. кн., 2017. - 197 с.
3. Березина Л.В., Щербакова М.П., Безмен П.А. Колесное шасси робота-поводыря / Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Том 5 / Юго-Зап. гос. унт., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2020. С. 44-46.
4. Сайт «Agricultural Drones Review»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://agridronesreview.com/>
5. Петров, А.В. Беспилотные авиационные системы в точном земледелии [Текст] / А.В. Петров, И.С. Козлов // Цифровизация сельского хозяйства. – 2023. – № 4. – С. 56-62.
6. Кузнецова, Е.А. Эффективность применения БПЛА для мониторинга и обработки сельскохозяйственных культур [Текст] / Е.А. Кузнецова // Материалы Международной научно-практической конференции "Инновации в АПК". – 2023. – С. 112-118.
7. Сайт компании «DJI Agriculture»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ag.dji.com/>
8. Сайт компании «ХАГ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.xa.com/>
9. Сайт «Геоскан»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://geoscan.aero/>

Проектирование, строительство и архитектура для АПК и ПГС

UDK 69, 624.21.04:624.21.67

ALTEMIMI FIRAS ABDULRIDHA ABDULRAZZAQ, Lecturer

Institute of Civil Engineering, SPbPU, Санкт-Петербург, Russia

Faculty of Engineering, University of Thi-Qar, Iraq

ALOBAIDI AMENAH HASAN FELAIH, Researcher

Faculty of Engineering, University of Thi-Qar, Iraq

ERMOSHIN NIKOLAY ALEKSEEVICH, Dr. Professor

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Санкт-Петербург, Russia

(e-mail: feras.temimi@utq.edu.iq, altemimi.f@edu.spbstu.ru)

FREE VIBRATION ANALYSIS OF CURVED CELLULAR BRIDGES

This research presents a simple procedural method for idealizing curved cellular bridges that are easy to understand, focusing on free vibrations analysis. A big benefit of the new proposed method is it works for square-shaped cellular parts, whether they are all the same size or not. The methodological approach of this work is the Panel Element Method (PEM), which is a technique that discretizes the complex and continuously curved superstructure of the bridge into an assembly of planar and non-planar plate elements. This way of breaking it down comes from the wide column idea.

The natural frequency and corresponding global mode shapes for single span curved bridge were estimated in this work using the (PE) method; vis-a-vis; the Finite Element Method (FEM), as a standard procedure, used to idealize the cellular bridge. The results show the proposed (PEM) can predict accurately the free vibration characteristics (natural frequencies and mode shapes) of single and double cell curved box-girder bridge. The difference in the fundamental modes of vibration (natural frequency) is less than (7%) between the proposed (PE) and the standard (FE). The study demonstrates the validity of the proposed method "PEM" with wide range of applicability for the dynamic behaviors of free and forced vibration response analysis of the curved cellular bridge of different configurations.

Keywords. panel element method, finite element method, wide column analogy, cellular curved bridge, free vibration analysis

Introduction. Free vibration analysis of curved bridges was investigated by many researchers; Huffington, and Hoppmann, (1958) [1], determined the exact frequencies and modal Eigen-function of rectangular orthotropic plates. Cheung, et. al. (1971) [2], used the Finite Strip Approach in the free vibration analysis of certain single and continuous span bridges for both constant and variable thickness with isotropic or orthotropic properties. The challenge of analyzing curved members has a considerable history in structural dynamics. For instance, the seminal work of Bickford and Strom (1975) [3] successfully employed a transfer matrix approach to derive natural frequencies and mode shapes for in-plane and out-of-plane vibrations of planar curved

beams. While basic, such ways were often limited to individual parts rather than complex, integrated systems like multi-cellular bridge decks. The current way is part of a history of study using discrete element idealizations for complex bridge systems. Al-Khazraji, et al. (2010) [4] added to this growing area by using a new idealization technique to the analysis of curved cell bridge decks with trapezoidal cross-sections. Gupta N., et al. (2019) used the finite element method on the solver SAP2000 to analyze the vibration frequencies of the simply supported and RCC box-girder bridge with a varying curvature in the numerical experiment [5]. Agarwal P. et al. (2022) employed a finite element method to examine free vibration in 420 varied parameters models of the box-girder type bridge [6]. More lately, Temimi, et al. (2025), focused on the vibration characteristics of 3D curved cellular bridges by using the Panel Element Method compared with finite element method by ANSYS program for single and double deck types of box-girder bridges under many parameters [7]. This work shows a key path in literature: the ongoing bettering of numerical models to catch the behavior of more complex and non-prismatic shapes, which are often led by architectural and aerodynamic thoughts in new modern bridge design.

Though bridge builds are often put to a range of dynamic loads – like vehicles moves, winds and waters wave moves – the shaking of most importance for bridges and buildings safety stays ground motion. The main place of this load scene is not just an academic worry; but it is deeply based on the big public trouble and economic ruin that always follows the failure of critical bridge structures during a big ground event. A line of big ground earthquakes in the United States – like the 1964 Alaskan (M8.4), the 1971 San Fernando (M6.6), and the 1978 Santa Barbara events – acted as harsh full-size experiments that showed the weak spots of current bridge experiments. The San Fernando earthquake alone caused about \$6.5 million in damage to bridges, a clear economic sign of system weakness. Together, these events made a big change in the engineering community, making a full and deep look again at old ground earthquake design rules. After-ground earthquake checks often bridge damage as coming from two different, but sometimes together, ways: non-vibration effects and ground seismic vibration effects. This split is key, as it guides both the after-event and the forward-looking design plans meant to stop such damage.

In the past, the main kind of ground earthquake damage seen in bridges before the 1971 San Fernando shake was non-vibration in start. This damage usually showed as a direct result of permanent ground displacements (PGD), leading to big failures like the leaning, settlement, or tipping over of substructures; the moving of supports and breaking of anchor bolts; and the settlement of start fills with connected wall damage. These failure types show the big need for base and soil-structure interaction thoughts. The bridge damage taken during the 1964 Alaskan earthquake gives a classic example of such non-vibration, PGD-made failures. But the San Fernando event marked a change point in observing ground earthquake by showing a significant, and before not seen, amount of harm coming directly from vibrating effects. This was clearly shown by wide buckling and inelastic hinging in reinforced concrete columns and other forms of cycle deterioration – failures that happened even in the missing of big permanent ground rupture.

Status of the problem. After San Fernando time, big change happens. The engineering profession who builds bridges sees they need to design bridges strong and resistant not just for heaviness but also for vibration ground. This idea becomes a rule in 1977 when **AASHTO** made new rules. These rules say using Equivalent Static Force Method for simple and regular bridges.

The equivalent static method, in its coded form, is a practical try to wrap key earthquake factors – like source nearness, local site boost effects, and structural dynamic traits – into a simple design force. Yet, a big and well-known downside of this technique is it can't be used everywhere; it gives good results only for a small set of usual, mostly short-span bridges. Its tricky shapes, like very curved or flexible structures, are not very reliable, making a big gap for developing more advanced dynamic analysis methods. For complex structures, the code says a response spectrum dynamic method should be used for the seismic analysis of the structures. The 1977 Federal Highway Administration (**FHWA**) research program, led by the Applied Technology Council (**ATC**), was started to improve the **AASHTO** seismic design rules. A key part of the new proposed specifications was not including bridges with a radius of curvature less than 500 feet. This left out detail showed a big gap in written knowledge for very curvy (sharp-curved) bridges. While the new rules were a step forward, they highlighted many important research needs. These highlighted include:

1. Developing a special user-friendly program for dynamic analysis of bridges, with first focus on linear-elastic dynamic views.
2. A comprehensive program for dynamic analysis of curved bridges. Knowing that the usual response spectrum technique method gives wrong result for structures with big curvature.
3. Creating a smart way for combining earthquake load effects in three orthogonal directions. This is very important for curved bridges where the geometric shape of the structure mixes directions in each vibration mode.
 - a) Conducting numerous studies on the ground vibration response of normal bridges was asked for, aiming to count the geometry and structural constraint on whole structure behavior. Such research should look deep into important points, to investigate the influence of key parameters including span length, degree of curvature, column height and stiffness, and materials.
4. Development of a new modified finite elements method to analysis and design bridges by using a detailed analysis of finite elements on some existing bridges.

These are the areas of research that will encompass this study which will involve a specific type of bridge.

Description and Basis of Panel Element Method (PEM). The formulation of the proposed panel element is predicated on the Wide Column Analogy [7], illustrated in (Fig. 1a). In this idealization, each element comprises two horizontal rigid arms, with the length of each arm being equal to the width of the corresponding panel segment. These rigid arms are centrally connected by a central flexible beam of length equal to the length of the panel unit (Fig. 1b). The element is assumed to have four nodes, two of which to be located at either end of each rigid arm to maintain compatibility with the other panel components (Fig. 1c). Three orthogonal translational degrees of free-

dom (d.o.f) in addition to one out-of-plane rotational degrees of freedom are assumed at each nodal point. The rigid arm assumption, however, introduces kinematic constraints by coupling the horizontal in-plane translations along the arm's axis and the out-of-plane rotations at the two nodes on each arm. Consequently, this idealization results in a panel element (PE) possessing twelve discrete degrees of freedom (12-d.o.f), a configuration detailed in (Fig. 1d).

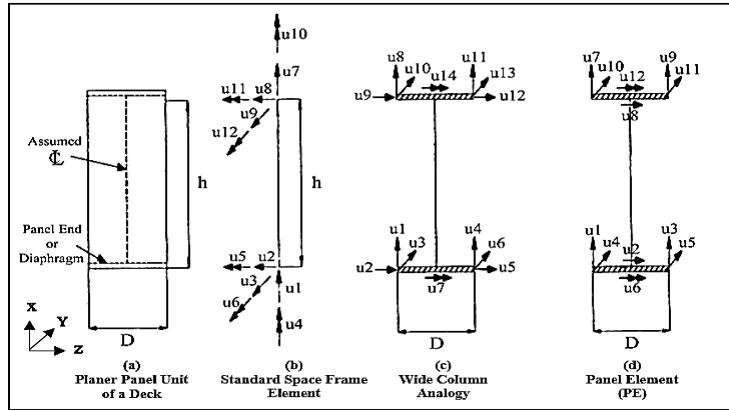


Fig. 1. Development of the Panel Element (PE). [7]

The interpretation of these (12-d.o.f) can be understood as follows:

At each side of the panel element (PE) end, or at each position of a diaphragms, the two longitudinal translations (in the horizontal direction and along the longitudinal axis of the deck) account for axial and in-plane rotation of the panel element at that side or position. The description of the panel element (PE) in-plane of paper and the order of all degrees of freedom of it, is shown in (Fig. 2).

The two out-of-plane degrees of freedom (d.o.f) account for torsion and transverse shear deformation. The in-plane lateral degree of freedom accounts for the in-plane flexural and shear deformation. Finally, the remaining out-of-plane rotation accounts for out-of-plane flexural behavior of the panel unit. The description of the panel element (PE) out-of-plane paper and the order of all degrees of freedom of it, is shown in (Fig. 3).

Finite Element Idealization Method (FEM). The finite element idealization procedure is used in this study to validate the use of the proposed Panel Element Method (PEM) and for comparison purposes. All analysis using the finite element method is done using ready software (ANSYS12), and the elements that are used in this method of modeling are **Beam4** and **SHELL63** (elastic shell) elements.

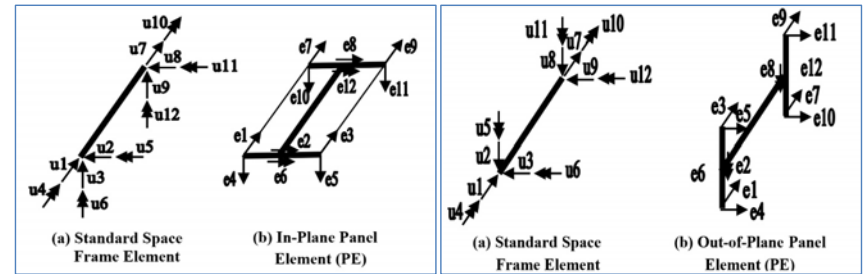


Fig. 2. Panel element in-plane of paper. Fig. 3. Panel element out-of-plane of paper.

The cellular bridge deck – an assembly of top and bottom slabs, vertical webs, and internal diaphragms – is discretized using an assemblage of general four-node flat shell elements, as depicted in (Fig. 4, and Fig.5). To guarantee the convergence and numerical accuracy of the free vibration and seismic response analyses, a mesh sensitivity study was undertaken. An initial mesh density was selected and iteratively refined until the discrepancy in critical results (e.g., natural frequencies) between two successive meshes was less than (2%), thereby ensuring mesh-independent outcomes.

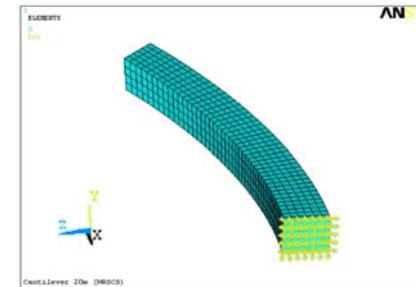


Fig. 4. Typical curved shell model.

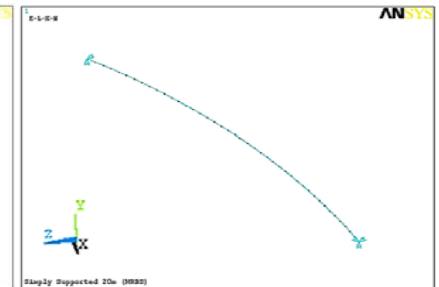


Fig. 5. Typical curved beam model.

Results and Parametric Studies. To provide a better idea about the behavior of curved box-girder bridge, two parametric studies are carried out including two main factors of; web to flange thickness ratios and the magnitude of live load acting on the deck, as follows:

Effect of Web to Flange Thicknesses Ratio. First, a single cell deck is considered with a depth of (2.3 m) and a width of (3.0 m). The bridges under consideration are of (20 m) single span with partially and fully restrained supports, the radius of curvature of the bridge span is (57.3 m). The thickness ratios varied from (0.5, 1, 1.5 and 2.0). The materials properties are listed in (Table 1), also, the resulting first five natural frequencies are listed in (Table 2), and the plots are presented in (Fig. 6a) and (Fig. 6b) for a single cell deck, and for partially and fully restrained support, respectively.

Table 1. Material properties for ANSYS models

No.	Material Properties	Values
1	Elastic Modulus (E)	$23.5 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$
2	Weight Density (γ)	$2,500 \text{ kg/m}^3$
3	Poisson's Ratio (ν)	0.20

Table 2. Natural frequencies vs. (web:slab) thicknesses ratio of a single span-single cell bridge

tw/ts ratio	Analysis Method	Circular Frequency (ω) in (Hz) according to Mode No.									
		Partially Restrained at Supports					Fully Restrained at Supports				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0.5	FEM	7.703	9.045	9.800	10.031	11.662	7.709	9.051	10.013	11.630	13.026
	PEM	7.78	9.12	10.36	10.43	12.00	7.78	9.13	10.53	13.53	14.50
1	FEM	10.879	12.785	13.816	13.959	15.245	12.738	13.818	13.970	15.272	15.856
	PEM	10.93	12.84	14.89	15.05	17.04	12.83	13.85	14.93	16.33	17.99
1.5	FEM	10.967	14.791	15.292	18.260	19.270	14.790	15.326	17.989	18.988	19.277
	PEM	11.02	14.86	15.72	19.32	20.48	14.87	15.50	18.24	20.30	21.62
2	FEM	10.831	16.120	17.209	20.051	21.146	16.119	17.231	18.820	21.124	22.677
	PEM	10.88	16.19	17.99	20.93	21.91	16.16	17.30	18.87	22.29	24.04

Effect of Live Load. Second, to explain the effect of live load, simple load cases are considered according to the Iraq's Specifications for Bridge Loading [8], and as follows:

i- Lane loading, where loads are distributed uniformly over the deck and knife edge load is considered at mid-span to give the maximum response. This load condition is designated the fast load case (load case I).

ii- Military Loading, two classes of this loading are studied as follows:

a) Class 100 (Tracked), one tracked at mid-span. This load condition is designated the second load case (load case II).

b) Class 100 (Wheeled), one wheeled at mid-span. This load condition is designated the third load case (load case III).

The resulting natural frequencies are listed in (Table 3). The proposed Panel Element Method (**PEM**) showed good agreement with the result obtained by the finite element (**FE**) approach.

Table 3. Natural frequencies of a single span-single cell bridge deck for different live loads

Load Case Type	Analysis Method	Circular Frequency (ω) in (Hz) according to Mode No.									
		Partially Restrained at Supports					Fully Restrained at Supports				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I	FEM	10.800	18.910	20.339	20.616	21.231	17.977	19.138	20.532	20.723	22.744
	PEM	10.85	18.96	20.87	22.91	26.04	18.04	19.19	21.74	21.97	25.17
II	FEM	10.609	18.576	19.980	20.252	20.856	17.660	18.800	20.169	20.357	22.342
	PEM	10.58	18.62	21.21	22.12	22.99	17.68	18.73	22.02	23.29	24.40
III	FEM	10.543	18.461	19.856	20.127	20.727	17.551	18.684	20.044	20.231	22.204
	PEM	10.60	18.50	25.92	22.02	23.71	17.59	18.73	23.15	22.20	25.61

All the above-mentioned numerical case studies resulted in the main conclusion that the developed panel element (**PE**) approach can be regarded as a versatile procedure for evaluation of the free vibration characteristics of curved bridge decks having single and double cells in cross-sections of different span lengths and of partial or full restrained conditions at supports. Though the finite element (**FE**) approach is a well-known reliable approach, the proposed panel element (**PE**) approach is promising according to the economic solution where more than (90%) reduction in the number of degrees of freedom is gained when using the panel element (**PE**) procedure. This important saving in the number of equations as compared to the minor sacrifice in accuracy of the first few modes of vibration can be considered a major outcome of the developed technique.

Discussion and Conclusions. Different configurations of curved cellular bridge decks are considered to verify the proposed Panel Element Method (**PEM**) against the Finite Element Method (**FEM**) for both free and forced vibrations analysis. According to the case studies considered in the present research, the major conclusions are drawn, as follows:

1. The Panel Element Method (**PEM**) of idealizing curved cellular type bridge decks is valid for the free vibration analysis of almost all-practical deck configurations, which are considered.

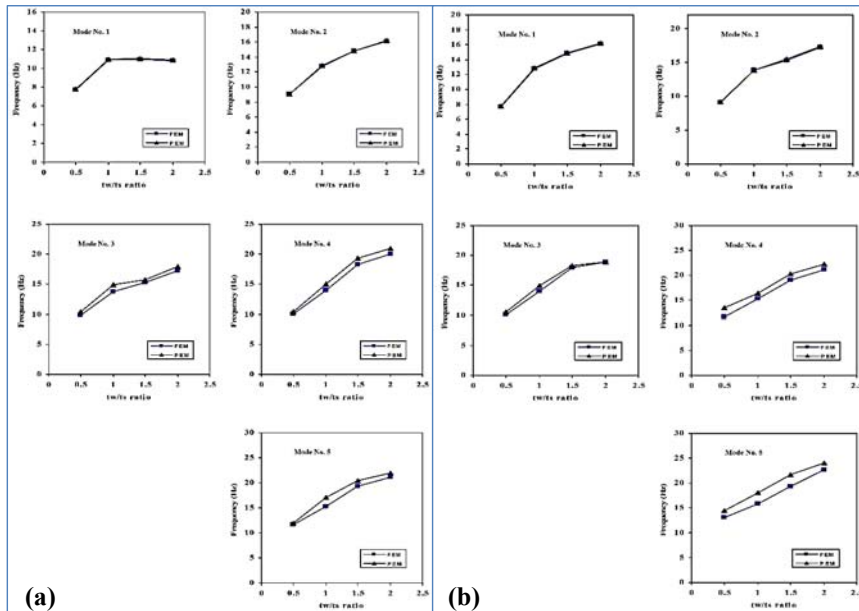


Fig. 6. a. Natural frequencies variation vs. (tw/ts) ratio of a single cell curved bridge deck (partially restrained at supports), b. Natural frequencies variation vs. (tw/ts) ratio of a single cell curved bridge deck (fully restrained at supports)

The study showed that as the web thickness to slab thickness increases, natural frequencies of the bridge increases too. This can be attributed to the increase in bridge stiffness, especially in lateral-torsional modes.

2. The proposed idealization technique of the Panel Element Method (**PEM**) can predict accurately (as compared to the Finite Element (**FE**) procedure) the free vibration characteristics (natural frequencies and mode shapes) of single and double cell curved box-girder bridge decks. The difference in the fundamental modes of vibration (natural frequency) is less than (7%) between the proposed panel element (**PE**) and the standard finite element (**FE**).

3. The partially restrained support type gives the smaller value of natural frequencies than those obtained when the support is fully restrained.

4. Moreover, since the number of degrees of freedom as needed by the proposed element is limited, the number of equations and iterations are largely reduced and hence less error is encountered.

Bibliography

1. Huffington, N. J. On the Transverse Vibrations of Rectangular Orthotropic Plates / N. J. Huffington, W. H. Hoppmann // Journal of Applied Mechanics ASME. – 1958. – Vol. 25. – PP. 389-395. – <https://doi.org/10.1115/1.4011833>.

2. Cheung, M. S. Frequency Analysis of Certain Single and Continuous Span Bridges / M. S. Cheung, Y. K. Cheung, D. V. Reddy // Devel Bridge Design & Constr Proc (UK). – 1971. – PP. 188-99. <https://trid.trb.org/View/100039>

3. Bickford, W. B. Vibration of Plane Curved Beams / W. B. Bickford, B. T. Strom // Journal of Sound and Vibration. – 1975. – Vol. 39. – PP. 135-146. – <https://doi.org/10.1016/S0022-460X%2875%2980213-6>.

4. Al-Khazraji, S. M. Structural Idealization for Free Vibration of Curved Cellular Bridge Decks / S. M. Al-Khazraji, A. F. Ali // The 2nd Regional Conference for Engineering Sciences. – 2010. – Vol.1(6). – PP. 414-425. – https://www.researchgate.net/publication/338630916_Structural_Idealization_for_Free_Vibration_of_Curved_Cellular_Bridge_Decks.

5. Gupta, N. Free Vibration Analysis of RCC Curved Box Girder Bridges / N. Gupta, P. Agarwal, P. Pal // International Journal of Technical Innovation in Modern Engineering & Science (IJTIMES). – 2019. – Vol. 5(13). – PP. 1-7. – <https://ijtimes.com/index.php/ijtimes/article/view/3001>.

6. Agarwal, P. Free Vibration Analysis of RC Box-Girder Bridges Using FEM / P. Agarwal, P. Pal, P. K. Mehta // Sound & Vibration. – 2022. – Vol. 56(2). PP. 105-125. – <https://doi.org/10.32604/sv.2022.014874>.

7. Temimi, F.A.A. Vibration Characteristics of 3D Curved Cellular Bridges via Panel Element Method / F. A. A. Temimi, A. R. Ahmed, A. H. F. Obaidi, N. A. Yermoshin // Construction of Unique Buildings and Structures. – 2025. – Vol. 2(116). – PP. 11601-11601. – <https://unistroy.spbstu.ru/en/article/2025.117.1/>.

8. State Organization of Roads and Bridges. Iraqi Standard Specifications for Road Bridges: Loadings / Ministry of Housing & Construction. – 1987. – Baghdad. – Iraq. – <https://www.scribd.com/document/712916832/Iraq-Standard-Specifications-For>.

УДК 624.21:624.042.7

DOI 10.47581/2025.FM-12/Altemimi-Fidas-01

АЛЬТЕМИМИ ФИРАС АБДУЛРИДА АБДУЛРАЗЗАГ, м.т.н., доцент

Инженерно–строительный институт, СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия

Инженерный факультет, Университет Ди-Кара, Ирак

АЛЬОБАЙДИ АМЕНА ХАСАН ФЕЛАЙХ, м.т.н., доцент

Инженерный факультет, Университет Ди-Кара, Ирак

ЕРМОШИН НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, д.в.н., профессор

Инженерно–строительный институт, СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия

(e-mail: feras.temimi@utq.edu.iq, altemimi.f@edu.spbstu.ru)

СИСТЕМЫ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

Уменьшение повреждений после сильных колебаний грунта всегда было важной задачей проектировщиков мостов. В связи с этим были предложены различные стратегии для систем снижения сейсмической силы. За последние несколько десятилетий в стратегиях сейсмического проектирования мостов был достигнут большой прогресс. Несколько эффективных инструментов, таких как стратегия проектирования пропускной способности и стратегия проектирования сейсмоизоляции, были приняты в большинстве строительных норм и используются для сейсмического проектирования мостов. Однако, следует акцентировать внимание на том, что некоторые проблемные моменты в данной сфере нуждаются в уточнении и более детальном раскрытии. В связи с этим статья посвящена изучению систем сейсмостойкости и детальному анализу глобальных стратегий проектирования автодорожных мостов. В процессе исследования рассмотрены такие подходы как изоляция основания и рассеивание энергии. Кроме того, описаны передовые стратегии возведения мостов, а именно: вязкое основание с существенно упругой надстройкой, существенно упругое основание с вязкой надстройкой, упругая надстройка и упругая подконструкция с соединительным стыком, подход, при котором конструкция проектируется так, чтобы оставаться упругой при расчетном землетрясении.

Ключевые слова: мост, конструкция, землетрясение, опора, надстройка.

Введение. Землетрясения относятся к числу одних из наиболее катастрофических природных стихийных явлений на планете. Согласно данным, опубликованным Управлением ООН по снижению риска бедствий, в период с 2001 по 2020 год в результате землетрясений, которые привели к разрушению зданий, погибло более 750 000 человек, что составило 59% всех смертей от стихийных бедствий [1].

Обрушения строительных конструкций вызывают множество вопросов относительно адекватности существующих сейсмических норм для предотвращения частичного или полного обвала. Как известно, современные сейсмические нор-

мы опираются на философию, основанную на конструкциях сильных колонн и слабых балок, ограничениях на смещение этажей и послеупругой диссипации энергии, чтобы гарантировать живучесть строительных конструкций в случае землетрясения. Однако эта живучесть никогда не была продемонстрирована ни аналитически, ни экспериментально. Более того, некоторые исследователи поставили под сомнение обоснованность такого предположения, то есть предположения о том, что действующие нормы и правила достаточны для предотвращения разрушения конструкции при землетрясении.

Современная международная практика сместилась в сторону инженерного проектирования, основанного на эксплуатационных характеристиках, где акцент делается на работоспособности и безопасности при различных уровнях магнитуды землетрясений. Также растет понимание того, что помимо методов повышения пластичности, в арсенале инженера-конструктора должны быть устройства, рассеивающие и распределяющие энергию, а также те, которые могут контролировать реакцию системы. Кроме того, были достигнуты определенные успехи в разработке соответствующих методов и устройств для предотвращения «смещения» или «отсоединения» надстройки в случае сильного сотрясения грунта.

Обозначенная проблематика приобретает особое значение для возведения и эксплуатации автодорожных мостов. Хотя за последнее десятилетие были достигнуты значительные успехи в проектировании и строительстве сейсмостойких автодорожных мостов, в моделировании их поведения во время землетрясения, все еще остаются значительные пробелы, и существует множество областей, в которых специалисты, как исследователи, так и практики, продолжают расходиться во мнениях. Это неудивительно, учитывая сложность сейсмической реакции мостов и множество структурных систем, конфигураций и деталей, встречающихся на практике. Кроме того, необходимо акцент сделать на том, что существует заметная разница в аспектах сейсмического проектирования мостов и зданий, в частности, уменьшенная степень неопределенности мостовых конструкций приводит к снижению потенциала рассеивания энергии и перераспределения нагрузки [2]. Таким образом, не подлежит сомнению тот факт, что для решения вопросов проектирования сейсмостойких мостов необходимы дополнительные исследования на основе интеграции знаний, полученных из разных предметных областей, что и предопределило выбор темы данной статьи.

Над разработкой новых проектных решений сейсмоустойчивых автодорожных мостов, которые предполагают использование модульных технологий строительства вместо традиционного монолитного железобетона, что позволяет снизить стоимость проектов и уменьшить количество конструкций на строительной площадке, трудятся Уздин А.М., Мажиев Х.Н., Сорокина Г.В., Кузнецова И.О., Никонова Н.В., Haifeng Li, Wenwei Luo, Jun Luo, Xu Chen, Chunxiang Li.

Над совершенствованием методологии сейсмической оценки высоких пирсовых мостов с использованием качающегося фундамента, оснащенного различными устройствами рассеивания энергии, трудятся Курбацкий Е.Н., Титов

Е.Ю., Баев Л.В., Мирзаев И., Yong Zeng, Xueqin Li, Yutong Zeng, Ahmed и др. (2025) также экспериментально проверили жесткость HDRB при сжатии в соответствии со стандартом STN EN 1337-3, продемонстрировав высокую степень рассеивания энергии и значительное улучшение сейсмостойкости вантовых мостов [3, 4].

Высоко оценивая публикации современных авторов, следует отметить, что отдельного внимания заслуживает усовершенствование технологий правильного соединения арматуры между сегментами балок и фундамента моста, которые до сих пор требуют большого количества бетона. Кроме того, в уточнении нуждается поведение жестких блоков мостов при качании в условиях землетрясения, а также подходы к прогнозированию последствий обрыва троса постнатяжения и деформации колонны.

Итак, с учетом вышеизложенного, цель статьи можно сформулировать следующим образом – изучить системы сейсмостойкости и глобальные стратегии проектирования автодорожных мостов.

На сегодняшний день существует ряд способов спроектировать безопасный автомобильный мост при сейсмических воздействиях, но пытаться избежать всех повреждений при сильном землетрясении – это нерентабельная задача. Принятая в настоящее время практика допускает некоторые повреждения, при этом гарантируя отсутствие обрушения при умеренном или сильном сейсмическом событии с низкой вероятностью, и предотвращая хрупкие разрушения. Рациональные принципы сейсмического проектирования включают в себя концепции пластичности, рассеивания энергии и прочности для достижения слияния или демпфирующих механизмов, допускающих устранимые повреждения в отдельных частях конструкции или небольшие смещения во время землетрясения [5].

Стратегии и методы строительства автодорожных мостов в сейсмоопасных районах. Изучая международный опыт следует отметить, что в практике строительства автодорожных мостов на территориях с высоким риском землетрясений, используются различные стратегии и подходы. Так, например, в Канаде и США широко распространены две методологии защиты мостов от повреждений при землетрясении за счет снижения сейсмических сил: (а) изоляция основания и (б) использование устройств рассеивания энергии. Рассмотрим их более подробно.

Изоляция основания. Эта концепция заключается в установке специально разработанных гибких опор, которые воспринимают большие сейсмические смещения и отделяют конструкцию от движения грунта, тем самым сдвигая периоды колебаний конструкции для уменьшения ускорения землетрясения – с учетом того, что мост будет испытывать большие смещения, которые в некоторых ситуациях трудно учесть [6]. Изоляция основания обычно достигается путем установки опор для обеспечения горизонтальной гибкости, при этом добавляются устройства рассеивания энергии для контроля смещений. Использование изоляторов основания является экономически эффективным подходом для мостов малого и среднего пролета в сейсмически активных регионах.

Рассеивание энергии. Данный подход предусматривает дополнительное демпфирование в конструктивной системе, как правило, путем установки амортизаторов, которые обеспечивают медленные перемещения в условиях эксплуатации, но в тоже время осуществляют контроль перемещений, рассеивают энергию и передают усилия при резких колебаниях, таких как землетрясения.

В мостах надстройки (опоры и примыкания) являются основными конструктивными элементами, обеспечивающими устойчивость к сейсмическому воздействию. Для рассеивания энергии необходимо вязкое поведение при изгибе этих конструктивных элементов под действием боковых сейсмических нагрузок. Это означает, что во время сильной тряски в этих элементах допускается образование пластических шарниров или изгибная деформация, чтобы снизить боковые расчетные силы до приемлемого уровня [7]. Поскольку уступка приведет к повреждениям, пластические шарниры локализуются в местах, доступных для осмотра и ремонта, т.е. в частях основания, расположенных от фундамента вверх (см. рис. 1).

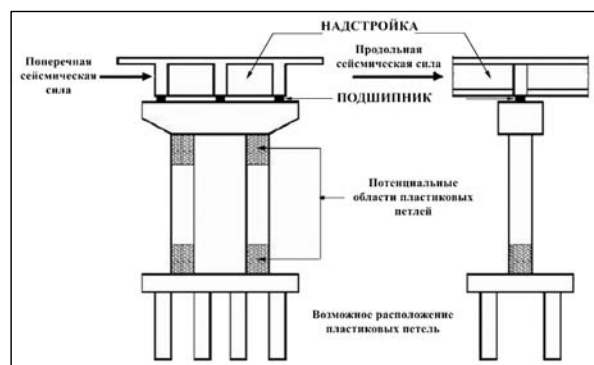


Рисунок 1. Действие сейсмической энергии на элементы конструкции моста

Стратегии проектирования автодорожных сейсмостойких мостов. В европейской практике возведения мостов используется четыре глобальных стратегии проектирования автодорожных мостов с учетом соблюдения требований сейсмостойкости:

5. Тип 1 – вязкое основание с существенно упругой надстройкой.
6. Тип 2 – существенно упругое основание с вязкой надстройкой.
7. Тип 3 – упругая надстройка и упругая подконструкция с соединительным стыком.
8. Тип 4 – подход, при котором конструкция проектируется таким образом, чтобы оставаться упругой при расчетном землетрясении [8].

На практике обозначенные стратегии в редких случаях сочетаются одна с другой. Например, вязкая подконструкция практически никогда не используется в тандеме с вязкой надстройкой, особенно при заданном изгибе. Такого рода объединение влечет за собой появление относительно сложной реакции, кото-

рую проблематично оценить с помощью традиционных методов. В тоже время, в некоторых случаях, когда имеет место ограниченная кривизна, глобальные стратегии могут использоваться совместно для продольной и поперечной реакции, когда одна из них применяется в одном направлении, а другая - в противоположном.

Рассмотрим кратко обозначенные выше глобальные стратегии.

Вязкое основание с существенно упругой надстройкой. Целью данной глобальной стратегии является обеспечить вязкую реакцию моста, в частности, его промежуточного основания, на расчетное землетрясение, что позволит предотвратить разрушение надстройки. На практике это означает сохранение упругости надстройки. Кроме того, данная стратегия включает как допустимые элементы сопротивления землетрясению, так и те, которые требуют дополнительного согласования (например, внутрисочвенные шарниры и нагрузка на сваи, превышающая геотехнические возможности).

Отдельно необходимо отметить, что этот подход характеризуется поведением и пластическим механизмом, схема действия которого продемонстрирована на рис. 2, где упругость ограничена подконструкцией.

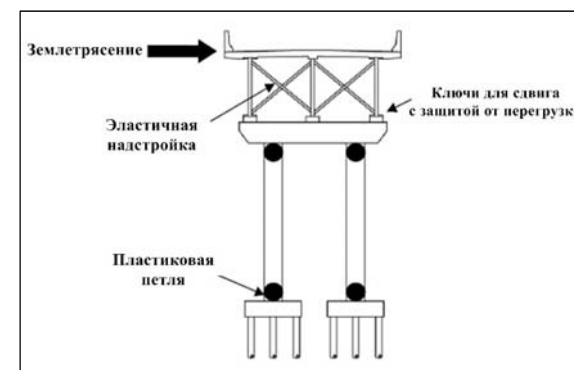


Рисунок 2. Вязкая подконструкция и упругая надстройка

Существенно упругое основание с вязкой надстройкой. Использование вязкой надстройки - относительно новая стратегия проектирования мостов, которая была разработана сначала как стратегия модернизации существующих сооружений.

Содержание этой стратегии, которая демонстрирует эффективность только в поперечном направлении, заключается в том, что поперечные рамы между балками могут быть детализированы таким образом, чтобы они были достаточно вязкими для рассеивания кинетической энергии, вызванной землетрясением. При такой стратегии только поперечные рамы на опорах и примыканиях рассматриваются как элементы, подверженные деформации. Поперечные рамы в пролете не испытывают значительных неупругих воздействий в этих системах [9]. Концепция схематично показана на рис. 3, где практически вся энергия рас-

сеивается в стальных поперечных рамах, которые были детально проработаны для обеспечения вязкой реакции. В этой стратегии расчет на прочность применяется к первичным элементам поперечной рамы, а защита на прочность используется к соединениям поперечной рамы, настилу, балкам, опорам и подконструкции. Поскольку, как отмечалось ранее, данная стратегия эффективна только в поперечном направлении, в продольном направлении потребуется обычная конструкция с уступами или стратегия изоляции (соединительный стык).

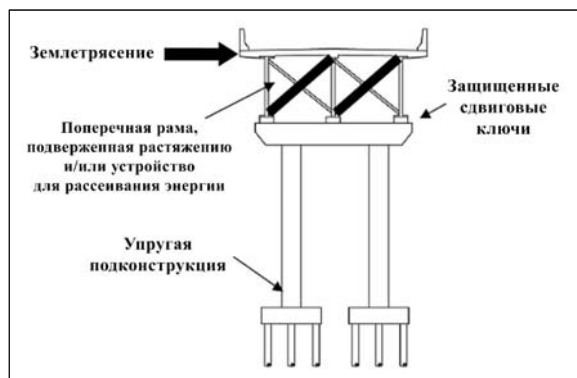


Рисунок 3. Упругая подконструкция с вязкой надстройкой

Упругая надстройка и упругая подконструкция с соединительным стыком. Данная стратегия предполагает, что между надстройкой и подконструкцией размещается плавкий стык, в результате сейсмостойкость моста обеспечивается на этом стыке. Схема действия данной стратегии представлена на рис. 4.

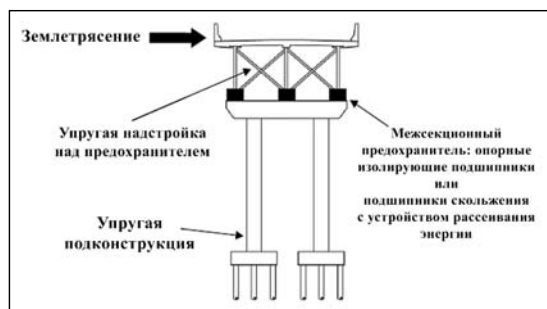


Рисунок 4. Упругая субструктура и суперструктура с соединительным элементом

Одной из самых зрелых и распространенных для таких элементов является сейсмоизоляция, которая предполагает, что между подконструкцией и над-

стройкой находится опора, увеличивающая боковую гибкость моста и обеспечивающая некоторое дополнительное демпфирование. В качестве альтернативы обычно используется простая форма скрепления с помощью сдвиговых шпонок, которые предназначены для разрушения при воздействии больших боковых сил. В таких случаях рекомендовано увеличить длину опор для размещения.

Подход, при котором конструкция проектируется таким образом, чтобы оставаться упругой при расчетном землетрясении. Эта стратегия может использоваться для сооружения мостов в районах с низким уровнем сейсмичности, поскольку ее особенностью является упругое сопротивление сейсмическим нагрузкам без явного закладывания в конструкцию элементов, повышающих пластичность. По мере увеличения расчетных сейсмических нагрузок эта стратегия становится менее привлекательной.

Заключение. Резюмируя результаты проведенного исследования, можно отметить следующее.

Мосты обычно являются важнейшими звеньями инженерных систем жизнеобеспечения, их важность несоизмеримо возрастает в сейсмически активных районах. В тоже время, подходы и концепции сейсмического проектирования, которые базируются на характеристиках зданий, к мостам применяются более ограниченно. С учетом этого, в статье нашли свое отражение различные стратегии проектирования автомобильных мостов на сейсмически активных территориях, которые призваны обеспечить их устойчивость и надежность.

Список литературы

1. Юсупов, А. Р. Оценка сейсмостойкости и сейсмоустойчивости железобетонных каркасных зданий и сооружений методом предельного равновесия / А. Р. Юсупов // Экономика и социум. – 2022. – № 11-2(102). – С. 889-892. – <https://elibrary.ru/prhblk>.
2. Wu, F. Performance-Based Seismic Fragility and Residual Seismic Resistance Study of a Long-Span Suspension Bridge / F. Wu, J. Luo, W. Zheng, C. Cai, J. Dai, Y. Wen, Q. Ji // Advances in Civil Engineering. – 2020. – Vol. 2020(1). – PP. 1-16. – <https://doi.org/10.1155/2020/8822955>.
3. Ahmed, Ahmed Ramadan. An Experimental Study of High-Damping Rubber Bearings (HDRB) and Their Implications for the Seismic Performance of Cable-Stayed Bridges / Ahmed Ramadan Ahmed, N. A. Yermoshin, Feras A. R. Temimi // Power System Technology. – 2024. – Vol. 48(1). – PP. 1609-1624. – <https://doi.org/10.52783/pst.431>.
4. Ahmed, A.R. Experimental verification of the compressive stiffness of high-damping rubber bearings (HDRB) according to STN EN 1337-3 and their effectiveness in seismic isolation for cable-stayed bridges / A.R. Ahmed, F.A.R. Temimi, N.A. Yermoshin // Asian Journal of Civil Engineering. – 2025. – Vol. 26. – PP. 719–729. – <https://doi.org/10.1007/s42107-024-01216-4>.
5. Rahmzadeh Ahmad. 3D response simulation of a bridge with a posttensioned base rocking steel pier under sequential loading of traffic loads, braking force, and earthquake excitations / Ahmad Rahmzadeh, M.S. Alam, R. Tremblay // Earthquake Engineering & Structural Dynamics. – 2023. – Vol.52(9). – PP. 2830–2851. <https://doi.org/10.1002/eqe.3898>.
6. Хрячкова, Е. С. Особенности строительства в сейсмических районах / Е. С. Хрячкова, Д. А. Шейкина, С. И. Ушаков // Строительство и недвижимость. – 2021. – № 2(9). – С. 18-21. – <https://elibrary.ru/juzazu>.
7. Liang, Y.C. Dynamic Response of Bridge-Landslide Parallel System under Earthquake / Y.C. Liang, H. Wu, T.W. Lai, H. Lei, M. Zhu, K. Ma, Z. Ji, J. Ren // Advances in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 2022(1). – PP. 7508023. – <https://doi.org/10.1155/2022/7508023>.

8. Подувальцев, В. В. Инновационные технологии и аппаратура для мониторинга геодинамической устойчивости ответственных строительных объектов / В. В. Подувальцев, Ж. Г. Могилюк // Приборы. – 2021. – № 11(257). – С. 29-34. – <https://elibrary.ru/ixrwws>.

9. Yan, J.L. Experimental study on the dynamic responses of the end-anchored floating bridge subjected to joint actions of earthquakes and water waves / J.L. Yan, J. Liu, Z. Liu, H. Li, A. Guo // Earthquake Engineering & Structural Dynamics. – 2023. – Vol. 52(10). – PP. 2945–2965. – <https://doi.org/10.1002/eqe.3904>.

УДК 624.21:624.042

DOI 10.47581/2025.FM-12/Altemimi-Fidas-02

АЛЬТЕМИМИ ФИРАС АБДУРИДА АБДУПРАЗЗАГ, м.т.н., доцент
Инженерно–строительный институт, СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия
Инженерный факультет, Университет Ди-Кара, Ирак
АЛЬБАЙДИ АМЕНА ХАСАН ФЕЛАЙХ, м.т.н., доцент
Инженерный факультет, Университет Ди-Кара, Ирак
ЕРМОШИН НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, д.в.н., профессор
Инженерно–строительный институт, СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия
(e-mail: feras.temimi@utq.edu.iq, altemimi.f@edu.spbstu.ru)

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ, МОДЕЛИ ОЦЕНКИ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ МОСТОВ

Надежность мостов является важной темой, которая изучается, как отечественными, так и зарубежными специалистами. Это обусловлено многими факторами связанными с историческими, сейсмическими и инженерно-конструкторскими процессами, которые оказывали взаимное влияние друг на друга и стали основой для разработок инженеров-сейсмологов во всем мире. Как следствие, в зависимости от природно-климатически, и сейсмических особенностей регионов, в разных странах разрабатывают собственные методы, приемы и модели оценки надежности мостов. Россия, как страна, территории которой располагаются в 4 климатических поясах, каждый из которых делится на зоны, может воспользоваться опытом зарубежных стран для оптимизации собственных конструкторских систем и методов проверки. Цель работы – рассмотреть методы и модели оценки надежности мостов. Методы, анализ и синтез актуальной литературы. Результаты и выводы включают сопоставление перечисленных методов и выделение их плюсов и минусов.

Ключевые слова: надежность автодорожных мостов, методы и модели оценки, мониторинг, эксплуатация, ремонтпригодность.

Введение. В РФ на протяжении всей истории государства наблюдались проблемы с транспортной инфраструктурой. Однако, в последние десятилетия данный вопрос обострился, что обусловлено старением инфраструктуры, увеличением количества экстремальных погодных явлений, вызванных изменением климата, а также увеличением нагрузки на дороги, что связано с ростом ко-

личества транспорта. Соответственно, сегодня растет потребность в плановых и внеплановых вмешательствах по техническому обслуживанию дорожной системы, включающей в себя, как автомагистраль-трали, так и путепроводы. Последние особенно нуждаются в контроле и оценке надежности, так как в случае обрушения моста неизбежны аварии и даже жертвы. Аварии мостов приводят к закрытию участков транспортной сети и создают чрезмерную нагрузку на и без того недостаточные бюджеты на техническое обслуживание. И, если во многих странах мира конструкторы сталкиваются с проблемой землетрясений и наводнений, то в РФ сбой работы мостов связывают с устареванием самих конструкций.

Важно отметить, что нарушения в работе конструкций автодорожной инфраструктуры несут за собой различные последствия, но как правило, провести превентивную оценку и последующий ремонт, является более оправданной мерой, чем организация ремонтных работ после окончания срока службы автодорожного моста. Как результат, администрация, регулирующая вопросы связанные с обслуживанием инфраструктуры, нуждается в инструментах, методах и моделях точной количественной оценки устойчивости путепроводов, которые позволят реализовать рациональные инвестиционные стратегии адаптации, чтобы поддерживать высокий уровень безопасности транспортных сетей. Изучение методов и моделей оценки надежности путепроводных конструкций актуализируется многими факторами, в рамках которых можно указать и территориальное расположение государства, и особенности сейсмической активности на поверхности земли, и общие вопросы безопасного конструирования, ремонта и ввода в эксплуатацию автодорожных мостов.

Цель работы – рассмотреть методы и модели оценки надежности автодорожных мостов.

Методы анализа и синтеза актуальной литературы позволили выявить наиболее практичные методы и модели, которые распространены в РФ и в ряде зарубежных стран. Последующее обобщение материала дало основание для выявления сильных и слабых сторон рассмотренных методов и моделей и разработки рекомендаций, по оптимизации оценки надежности технических решений для обеспечения сейсмостойкости мостов.

Анализ современных публикаций. Как отмечают современные исследователи, в РФ большая часть мостов была построена и/или сконструирована в Советский период и они не были спроектированы в соответствии с современными стандартами. В сочетании с такими факторами, как рост численности населения, изменение динамической нагрузки и высокоскоростных транспортных средств, многие конструкции в настоящее время нагружаются сверх проектного предела. Срок службы большинства мостов, построенных после 1945 года, подходит к концу и они, как правило, требуют капитального ремонта или перевода на более высокий функциональный уровень. Но, и современные ремонтные работы не всегда оправдывают возложенные надежды и сроки эксплуатации «новых» мостов оказываются намного ниже запланированных [1].

Исследования и применения, связанные с оценкой состояния, мониторингом состояния конструкций, моделями прогнозирования и методами укрепления, обобщались как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях в начале XXI века. Однако, данная тема крайне ограничено описывается в рамках внедрения инновационных технологий и современных достижений науки и техники, что требует особого внимания со стороны заинтересованных лиц.

Однако, на сегодняшний день, как отмечают исследователи, в рамках планирования бюджета и расчета возможных затрат на ремонт и строительство обычно используют системы, которые включают оценку состояния активов (в основном на основе визуального осмотра), прогнозирование производительности на основе исторических данных и соотношения выгод и затрат [2]. Хотя эти системы полезны для распределения бюджетов для небольших и простых объектов, они обычно не включают в себя концепции, основанные на надежности, и не принимают во внимание другие аспекты производительности, связанные с экономикой, обществом, окружающей средой и т. д. [3].

Ключевыми моделями и методами, к которым чаще всего прибегают в РФ, являются модели транспортных потоков для определения воздействия закрытий или любых сбоев, вызванных строительными или эксплуатационными работами, на пользователей. Как результат, в литературе поднимаются такие вопросы, как возможности использования внешних усилителей [4], применение композиционных материалов для придания конструкции мостов большую жесткость [5], использование железобетонных строений [6] и прч. Однако, методы, которые рассматриваются в данных исследованиях указывают на необходимость оптимизации подходов к оценке надежности и усталостной прочности автодорожных мостов. В данном ключе необходимо отметить, что исследователи указывают, что именно усталость является основной причиной выхода из строя стальных мостов, подвергающихся циклическим нагрузкам с течением времени. Следовательно, необходимо опираться на современный метод проведения вероятностной оценки усталости автодорожного моста, который затем может быть обновлен с использованием результатов проверок или ремонтных действий, чтобы информировать о будущих потребностях в техническом обслуживании [4 – 6].

Важно отметить, что зарубежные исследователи в большей мере уделяют внимание особенностям сейсмоактивности региона и окружающей среде, в процессе подбора методов для оценки и мониторинга надежности мостов [7]. Фирас и Ермошин (2025) подчеркнули необходимость комплексного подхода, сочетающего аналитические, экспериментальные и численные методы оценки в соответствии с местными условиями, уровнем сейсмического риска и конструктивными особенностями мостов, для обеспечения надежности транспортной инфраструктуры при сейсмических воздействиях [8]. При этом, ключевой момент в подходе к оцениванию заключается в использовании современных достижений. Так, выявилось, что рост усталостных трещин в отдельных (несущих) элементах моста можно моделировать стохастически с неопределенностью с использованием гамма-процесса для определения остаточного усталостного ре-

сурса конструкции. А расходы рассчитываются путем уменьшения/увеличения моделируемых трещин [9]. Кроме того, Альтемими и Ермошин (2023) также отметили, что для обеспечения надежности конструкции моста в сейсмических зонах требуется нелинейный статический анализ (Pushover) в рамках сейсмической оценки автомобильных мостов из-за их преимуществ, таких как: способность выявлять пластиковые соединения, оценивать максимальную нагрузку, рисуют несущие кривые конструкции, позволяющие определить критические зоны для последующего усиления [10].

Т.е. можно отметить, что на современном этапе, развитие технических достижений является одним из наиболее значимых факторов преобразования системы оценки, планирования и последующего ремонта автодорожных мостов. При этом, все чаще встает вопрос о выборе оптимальных методов и подходов, которые будут учитывать такие показатели как надежность и безопасность конструкций, а последующая эксплуатация приведет к выявлению усталостных деформаций и своевременной ликвидации данных явлений. Однако, для отечественной системы мониторинга система обращения к инновационным технологиям в вопросах оценки мостов является сложной и не всегда имеющей возможность для реализации (что связано с материально-техническим оснащением и квалификацией кадров проверяющих служб). Что говорит о необходимости оптимизации данной системы с учетом существующих изменений и требований к безопасности.

Результаты и обсуждения. Эффективность – это стандарт оценки пользы, который используемый метод, мера или потенциал установили для достижения желаемой цели. Впоследствии он определяется на основе количественных показателей успеха, для которых ранее были определены целевые значения и значения выполнения. Оценка эффективности часто проводится с использованием степени достижения цели в качестве ключевого показателя, с помощью которого определяется относительный успех в отношении выбранного показателя.

Надежность определяется как качество, гарантия безопасности и долговременной работоспособности конструкции при определенных условиях эксплуатации. Оценка эффективности проведенных ремонтных работ, как и оценка надежности конструкции автодорожного моста описывают свойство сохранения функциональности и определяются как вероятность того, что материал, компонент или система выполнит свою предназначенную функцию в течение определенного периода использования в заданных функциональных и стрессовых условиях. Надежность систем можно разделить на организационную доступность и техническую доступность, техническую доступность, в свою очередь, на живучесть и ремонтпригодность.

Под требованиями надежности понимают совокупность отдельных требований, учитываемых к свойствам объекта, которые влияют на его поведение в течение или после определенных периодов времени в заданных условиях применения, на конкретном уровне спецификации отдельных условий.

Следовательно, в рамках оценки надежности можно рассмотреть ряд ключевых методов (табл. 1) и моделей (табл. 2), которые позволят определить ремонтпригодность и доступность достижения безопасности в процессе последующей эксплуатации мостов.

Таблица 1. Методы оценки надежности автодорожного моста.

Название метода	Характеристика	Преимущества	Недостатки
Классификации факторов риска	На основе принципов научности, репрезентативности, независимости, иерархии факторов проводится комплексная оценка надежности при показании факторного состояния	Комплексный подход к оценке и прогнозированию	Разные риски могут быть несвязанными и результаты оценки могут оказаться неточными
Оценка конструктивного состояния	На основе внешнего вида, статуса, основания (материалов формирования) определяется уровень ремонтпригодности/усталости	Рассчитывается вероятность наступления риска/аварии на основании реальных данных	В зависимости от подхода, процент наступления аварии/риска, берется минимальный
Оценка безопасности	На основе инженерной проверки и соответствующего осмотра определяется соответствие проектным, техническим и современным требованиям безопасной эксплуатации	Обнаружение повреждений или дефектов указывает на необходимость проведения ремонтных работ	Минимальные проценты наступления риска характеризуются техническими основаниями, без учета географии и сейсмической активности
Оценка прочности	Опираясь на регулярные проверки и соответствующие проверки осуществляется мониторинг технического состояния моста	При первых появлениях дефектов принимаются ремонтные меры	Вероятность наступления риска/аварии зависит от личного фактора

Как видно из табл.1 распространенные методы оценки надежности сопряжены с такими понятиями как безопасность и факторы риска. Однако, во-первых, существует низкая вероятность того, что эти методы учитывают такой фактор

наступления аварии моста, как сейсмическая активность. Во-вторых, большая доля человеческого фактора гарантирует наступление поломки, чему способствуют современные мировые действительности. В данном ключе интересен зарубежный опыт, который основывается на применении структуры байесовской сети. Этот метод объединяя теорию вероятностей, нечеткие алгоритмы, теорию графов и достижения нейросетей, может не только обеспечить четкое визуальное представление причинно-следственных связей между факторами риска, но также количественно оценить их, выстроить логические связи посредством строгих математических рассуждений и таким образом предупредить наступление аварии. Модель байесовской сети не строится раз и навсегда, а представляет собой непрерывный процесс модификации и улучшения, требующий обновленного обучения байесовской сети для достижения точной оценки надежности. Байесовские формулы используются для расчета вероятностей оцениваемых узлов и на основе результатов вывода выносят целевые рекомендации по ремонту и усилению конструкции моста. Данный метод может быть эффективно применен при оценке состояния конструкций благодаря характеристикам вероятностных графических моделей, которые можно лучше визуализировать и таким образом, значительно сократить время, необходимое для построения моделей.

Таблица 2. Модели оценки надежности автодорожного моста.

Название модели	Характеристика	Преимущества	Недостатки
Надежности	На основе стохастического моделирования рассчитывается вероятность отката моста и расчет рисков	Проводятся регулярные проверки надежности конструкции	Основывается на расчетах проводимых человеком, не учитывается связь между повреждениями
Анализа Усталости	Мониторинг конструкции осуществляется в различных диапазонах напряжения и выносятся путем проведения экспериментальных замеров	Рассчитывается коэффициент повреждения с учетом возможных и вероятных проблем, в том числе связанных с сейсмической активностью	Алгоритм расчета опирается на работу с отдельными элементами и деталями
Конечных элементов	За основу берется модель моста, рассматриваются линии влияния и прогнозируется усталость и возможные нагрузки	Разрабатывается многомасштабная модель автодорожного моста, отражающая все возможные сла-	Необходима специализированная программа, позволяющая реализовывать точное проектирование и комби-

		бые и сильные стороны	нирование вероятностей
Динамических нагрузок	На основании данных о самой конструкции, годах построения, количестве нагрузок в день/час/год, о нагрузках во время строительства и после модулируется приближительная система расчета, который осуществляется за счет данных взвешивания в движении, усадки и просадки моста за годы существования	Используется алгоритм вероятностного расчета	Многие данные неточны, так как нет доступа к ним

На основании данных моделей и методов разрабатываются сценарии обслуживания, ремонта и технического обеспечения мостов. Однако, для построения ряда моделей необходимо соответствующее материально-техническое обеспечение, а так же квалификация сотрудников. Но, в целом, модели предполагают обновление информации и использование искусственного интеллекта или нейросетей, которые смогут моделировать и рассчитывать вероятности наступления рисков с более высокой точностью, чем это делает человек.

В то же время, для того что бы в полной мере использовать все возможные ресурсы современного прогнозирования, мониторинга и учета ремонтнопригодности можно опираться на модель затрат всего жизненного цикла, которая предполагает расчет как вероятных(запланированных), так и маловероятных (форсмажорных) сбоев в работе конструкции моста. Данная модель считается одной из самых экономически выгодных, так как предполагает расчет всех возможных направлений связанных, как с человеческим фактором, так и с климатическими изменениями, сейсмической активностью и даже самых невозможных сценариев.

Однако, выбор модели и метода – это решение, которое реализует администрация и проверяющие инстанции.

Заключение. На сегодняшний день существует множество моделей и методов, которые могут проверить надежность автодорожного моста. Однако, оптимальное применение современных моделей и методов взаимосвязано с использованием современных достижений науки и техники, а алгоритмы, которые разрабатываются специалистами имеют как свои плюсы, так и минусы.

Как следствие, предложенные методы и модели могут быть рассмотрены в качестве примеров, на основе которых и необходимо выстраивать расчеты надежности. Но, действительный выбор является результатом возможностей проверяющих инстанций.

Список литературы

1. Ахмедов, Р. М. Методы планирования и управление ремонтом мостов / Р. М. Ахмедов, О. Махмудов // Экономика и социум. – 2021. – № 11-1(90). – С. 774-788. – <https://elibrary.ru/qvnnig>.
2. Ахмедов, Р. М. Совершенствование стратегического планирования и управления ремонтом и реконструкцией автодорожных мостов / Р. М. Ахмедов, В. А. Абдурахимов // Экономика и социум. – 2020. – № 3(70). – С. 224-226. – <https://elibrary.ru/zmskac>.
3. Ахмедов, Р. М. Планирование и управление ремонтом и реконструкцией автодорожных мостов / Р. М. Ахмедов // Universum: технические науки. – 2021. – № 3-2(84). – С. 18-25. – <https://doi.org/10.32743/UniTech.2021.84.3-2.18-25>.
4. Иванова, Е. И. Жесткость железобетонных балок в конечноэлементных расчетных моделях каркасных сооружений / Е. И. Иванова, А. А. Котов // Современное строительство и архитектура. – 2019. – № 1(13). – С. 19-25. – <https://doi.org/10.18454/mca.2019.13.4>.
5. Кугаевский, Н. М. Оценка эффективности усиления железобетонных балок пролетных строений автодорожных мостовых сооружений полимерными композиционными материалами / Н. М. Кугаевский, И. И. Овчинников // Вестник евразийской науки. – 2021. – Т. 13, № 2. – с.1-17. – <https://elibrary.ru/vkftdg>.
6. Томилов, С. Н. Особенности деформаций главных балок железобетонных пролетных строений автодорожных мостов при их усилении внешней арматурой / С. Н. Томилов // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2020. – № 3(44). – С. 151-158. – <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2020-3-15>.
7. Inamov, A. N. The role of geo information technologies in management and design of the state cadastre of roads / A. N. Inamov, M. M. Ergashev, N. A. Nazirqulova, N. T. Saydazimov // *Academica: an International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Vol. 10, No. 11. – P. 154-160. – <https://doi.org/10.5958/2249-7137.2020.01317.8>.
8. Фирас, А. А. Оценка сейсмостойкости автомобильных мостов: факторы, показатели, методы / А. А. Фирас, Н. А. Ермошин // Неделя науки Инженерно-строительного института – 2025 : Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 01–04 апреля 2025 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – С. 236-239. – <https://elibrary.ru/qwbcnj>.
9. Khandel, O. Integrated Framework for Assessment of Time-Variant Flood Fragility of Bridges Using Deep Learning Neural Networks / O. Khandel, M. Soliman // *Journal of Infrastructure Systems*. – 2021. – Vol. 27, No. 1. – P. 4020-4045. – [https://doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000587](https://doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000587).
10. Альтеми, Ф. А. А. Сейсмическая оценка мостов с использованием нелинейного статического анализа / Ф. А. А. Альтеми, Н. А. Ермошин // Неделя науки ИСИ : Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 03–09 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. – С. 320-322. – <https://elibrary.ru/zxtwsi>.

АНТОНЮК ВЛАДИСЛАВ ИГОРЕВИЧ, аспирант
КАЛУГЯН КАРИНА ДИКРАНОВНА, магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫБОРОМ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ввиду негативного воздействия строительной деятельности на окружающую природную среду стратегически важным является учет экологических факторов при комплексной оценке территории для нового строительства.

Ключевые слова: экология, природная среда, экологическая безопасность, новое строительство, территориальное планирование.

В условиях глобального усиления антропогенного давления на природные системы определение и оценка факторов экологической безопасности при осуществлении строительной деятельности приобретают первостепенное значение. Рассматриваемая проблематика соотносится с глобальными приоритетами устойчивого развития территорий и сохранения природного потенциала. Строительный комплекс, генерируя значительную антропогенную нагрузку на все компоненты экосистем, обуславливает необходимость внедрения системы строгого экологического контроля и экспертной оценки при выборе площадок для нового строительства [1]. Реализация такого подхода формирует методологическую основу для предотвращения возникновения экологических рисков и минимизации долгосрочных негативных последствий.

Комплексная оценка экологических параметров на стадии выбора территории для строительства представляет собой необходимый инструмент минимизации антропогенной нагрузки и обеспечения устойчивого развития региона [2]. Формирование научно обоснованных управленческих решений требует интегрального учета широкого спектра критериев. Наряду с социально-экономическими аспектами, обязательному анализу подлежат состояние таких важных природных компонентов, как геологическая структура и устойчивость грунтов, качественные характеристики почвенного покрова, уровень биоразнообразия, потенциал водных ресурсов, качество атмосферного воздуха и степень шумового загрязнения. Реализация такой многофакторной оценки способствует не только снижению текущего негативного воздействия, но и позволяет минимизировать риски возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера в перспективе. Это имеет основополагающее значение для защиты здоровья настоящего и будущих поколений, а также для сохранения биоразнообразия и поддержания общего экологического баланса экосистем.

К числу наиболее значимых видов негативного воздействия строительной деятельности традиционно относят химическое и пылевое загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение поверхностных и подземных вод, генерацию шумовых загрязнений, проблему накопления и неэффективной утилизации

строительных отходов, а также необратимую трансформацию естественных ландшафтов [3].

Действующая нормативно-правовая база Российской Федерации в области градостроительной деятельности и охраны окружающей среды содержит систему принципов, регламентирующих сбалансированное территориальное планирование. Данные принципы нацелены на сохранение природного потенциала, обеспечение экологической безопасности и активное внедрение механизмов смягчения негативного воздействия на окружающую среду. Процедура выбора земельного участка для размещения объекта нового строительства должна осуществляться в строгом соответствии с условиями сохранения природной среды и рационального, ресурсосберегающего природопользования [4].

Законодательные ограничения, регламентирующие размещение объектов, можно систематизировать по нескольким блокам. Первый блок связан с градостроительным зонированием, где перспективное размещение объектов различного функционального назначения определяется документами территориального планирования. Второй блок регулируется земельным законодательством, которое детально описывает процедуры предоставления земельных участков для строительных целей, включая проведение аукционов и заключение договоров аренды с учетом установленных исключений. Третий блок составляют нормы природоресурсного законодательства, налагающие строгие ограничения и запреты на хозяйственную деятельность в целях защиты окружающей среды. Таким образом, процесс размещения объекта для достижения целей устойчивого развития требует мультидисциплинарного учета экологических, экономических и правовых факторов.

Информационной основой для планирования размещения объектов на протяжении длительного времени служат данные о состоянии и динамике параметров окружающей природной среды. Для их получения широко применяется разветвленная сеть мониторинговых наблюдений: сейсмологических, метеорологических, фенологических и др. Получаемые в ходе экологического мониторинга данные являются незаменимыми не только для разработки оперативных мероприятий по устранению выявленных проблем, но и для построения среднесрочных и долгосрочных прогнозов социально-экономического и экологического развития территории. Однако, как показывает практика, простое расширение сети наблюдений и увеличение количества контролируемых показателей не позволяет в полной мере решить стоящие перед мониторингом задачи. Основным сдерживающим фактором выступает несовершенство используемого научно-технического инструментария, который не обеспечивает необходимой полноты, точности и оперативности информации для принятия безошибочных организационно-технических решений в строительстве [5].

В связи с этим, стратегически важным направлением представляется перспективное развитие и активное внедрение современных информационных технологий в практику экологического мониторинга. Цифровые платформы, технологии сбора и обработки больших данных, геоинформационные системы и дистанционное зондирование способны в значительной степени повысить эф-

фективность контроля состояния окружающей среды. Их применение напрямую способствует снижению экологических рисков, обеспечивая тем самым устойчивое и безопасное развитие территорий.

Комплексное решение проблем информационного характера, неизбежно возникающих при проведении комплексной экологической оценки территории, требует целостного, системного подхода, что еще раз подчеркивает потребность в модернизации системы мониторинга на основе передовых цифровых решений. Учет всего комплекса экологических аспектов на самых ранних стадиях планирования строительных проектов позволяет создавать более устойчивые и безопасные условия как для самих объектов капитального строительства, так и для экосистем застраиваемых территорий в их системной целостности.

Список литературы

1. Петров К.С., Полонская Л.П., Михайлов Е.В. Особенности проведения экспертизы инвестиционно-строительных проектов // Строительство и архитектура – 2025: материалы международной научно-практической конференции факультета ПГС. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2025. С. 101-103.

2. Петров К.С., Лукьянова Е.Э., Попов Е.Г. Комплексный анализ территории для формирования комфортной городской среды // Актуальные вопросы развития строительной отрасли, экологической и промышленной безопасности: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Вологда: ВоГУ, 2023. С. 171-173.

3. Новоселова И.В., Агаджанян А.Н., Полонская К.Д., Патарая И.З. Применение экологической сертификация для повышения инвестиционной привлекательности строительных проектов // Актуальные проблемы социально-экономического развития России, 2021, № 4. С. 63-66.

4. Белая Е.А., Караваев Р.В. Современные подходы к управлению размещением объектов коммерческой недвижимости на территории города // Научное сообщество студентов: сборник материалов XV Международной студенческой научно-практической конференции. Чебоксары: Интерактив плюс, 2017. С. 110-112.

5. Устойчивое развитие территорий, городов и предприятий: монография / С.Г. Шеина, И.Ю. Зильберова, В.Ф. Касьянов [и др.]. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2018. 144 с.

БЕЗРОДНАЯ АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА, студент

(e-mail: bezrodnayaan@yandex.ru)

КАНУННИКОВ ДАНИИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

(e-mail: kanunnikov479@yandex.ru)

БОРИСЕНКОВ КИРИЛЛ СЕРГЕЕВИЧ, студент

(e-mail: korisenkov@gmail.com)

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

ЭНЕРГОАУДИТ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В статье раскрывается ключевая роль энергоаудита как эффективного инструмента для снижения затрат на энергию и повышения экологической устойчивости зданий. Рассматриваются основные этапы процесса обследования — от сбора данных и тепловизионной диагностики до разработки конкретных рекомендаций по энергосбережению.

Ключевые слова: строительство, энергоаудит, здания, сооружения, энергия.

В современном мире, где вопросы энергосбережения и устойчивого развития становятся все более актуальными, энергоаудит зданий и сооружений занимает ключевое место. Энергоаудит, также известный как энергетическое обследование, представляет собой комплексное исследование, направленное на выявление возможностей повышения энергоэффективности объекта, снижение потребления энергоресурсов и оптимизацию затрат на энергию.[1]

Что такое энергоаудит и зачем он нужен?

Энергоаудит – это систематический процесс оценки энергопотребления здания или сооружения, включающий в себя сбор и анализ данных об использовании энергетических ресурсов, выявление энергопотерь и разработку рекомендаций по их устранению. Цель энергоаудита – предоставить владельцу или управляющему зданием конкретные и экономически обоснованные решения для повышения энергоэффективности, сокращения затрат на энергию и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Необходимость проведения энергоаудита обусловлена несколькими факторами:

- **Экономическая выгода:** сокращение расходов на энергию позволяет существенно снизить эксплуатационные затраты, что особенно актуально для крупных объектов.
- **Улучшение комфорта:** оптимизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования повышает комфорт пребывания в здании для всех его пользователей.
- **Снижение экологического воздействия:** сокращение потребления энергии приводит к уменьшению выбросов парниковых газов, что способствует смягчению последствий изменения климата.

• **Соответствие нормативным требованиям:** во многих странах действует законодательство, обязывающее проводить энергетические обследования зданий.

• **Повышение рыночной стоимости:** здание с высокой энергоэффективностью более привлекательно для потенциальных покупателей и арендаторов.

Процесс энергоаудита состоит из нескольких последовательных этапов:

1. Предварительный этап: на этом этапе происходит сбор информации о здании, его характеристиках, системах энергоснабжения, истории энергопотребления, а также согласование целей и задач энергоаудита с заказчиком. Проводятся предварительные консультации, определяются объем работ и стоимость.

2. Сбор и анализ данных: аудиторы проводят детальное обследование здания, включая изучение проектной документации, анализ счетов за энергоресурсы, визуальный осмотр оборудования и конструкций. Осуществляются инструментальные измерения: температуры, влажности, освещенности, тепловых потоков и других параметров.[3]

3. Тепловизионное обследование: при помощи тепловизора проводится анализ распределения температуры на поверхности здания и выявляются участки с повышенными теплопотерями, например, дефекты теплоизоляции, мостики холода.

4. Энергетическое моделирование: на основе собранных данных и проведенных измерений создается математическая модель здания, позволяющая оценить его энергоэффективность и прогнозировать эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий.[2]

5. Разработка рекомендаций: По результатам анализа разрабатывается перечень конкретных мероприятий по повышению энергоэффективности, включая замену оборудования, модернизацию систем освещения и теплоснабжения, утепление ограждающих конструкций, установку автоматизированных систем управления энергопотреблением. Для каждого мероприятия проводится оценка стоимости внедрения и потенциальной экономии.[4]

6. Составление отчета: результаты энергоаудита оформляются в виде отчета, в котором содержатся подробные сведения об обследованном объекте, текущем уровне энергопотребления, выявленных энергопотерях, а также конкретные рекомендации по энергосбережению с технико-экономическим обоснованием.

Кто проводит энергоаудит?

Энергоаудит должны проводить квалифицированные и опытные специалисты, обладающие необходимыми знаниями и навыками в области энергосбережения, теплотехники, электротехники, строительства и экономики. В большинстве стран существуют организации, занимающиеся энергетическим обследованием, что гарантирует качество предоставляемых услуг. При выборе компании для проведения энергоаудита следует учитывать ее опыт работы, квалификацию специалистов и наличие необходимого оборудования.[5]

В заключение:

Энергоаудит является важным инструментом для повышения энергоэффективности зданий и сооружений, снижения затрат на энергию и улучшения экологической обстановки. Проведение энергоаудита позволяет выявить источники потерь энергии и разработать конкретные меры по их устранению, что в конечном итоге приводит к устойчивому развитию и экономии ресурсов. Инвестирование в энергоаудит и внедрение его рекомендаций – это выгодное решение, которое позволяет не только экономить деньги, но и заботиться об окружающей среде. В условиях растущих цен на энергоресурсы и ужесточения экологических требований, энергоаудит становится необходимостью для каждого, кто стремится к эффективному и ответственному управлению своим объектом недвижимости.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Малые строительные организации и факторы, влияющие на их развитие / Н. Ю. Кушнерев // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 248-250. – EDN HSOCFH.

2. Кушнерев, Н. Ю. использование экологически чистых материалов в современном строительстве / Н. Ю. Кушнерев, Е. Ю. Ушаков // 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. 204-206. – EDN KLIPPX.

3. Надольный, Н. О. Влияние понижающих коэффициентов и коэффициентов сочетаний на экономию стройматериалов / Н. О. Надольный, Н. Ю. Кушнерев // 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. 240-242. – EDN IFMYRB.

4. Кушнерев, Н. Ю. Влияние построек из экологически чистых материалов на окружающую среду / Н. Ю. Кушнерев // 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: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – С. 283-285. – EDN DSIBLC.

5. Кушнерев, Н. Ю. Особенности инвестирования в строительство типовых объектов / Н. Ю. Кушнерев // 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: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – С. 286-289. – EDN WAIYOP.

БЕЗРОДНАЯ АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА, студент

(e-mail: bezrodnayaan@yandex.ru)

КАНУННИКОВ ДАНИИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

(e-mail: kanunnikov479@yandex.ru)

БОРИСЕНКОВ КИРИЛЛ СЕРГЕЕВИЧ, студент

(e-mail: korisenkov@gmail.com)

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРИСТЫХ И ВАКУУМНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕКОНСТРУКЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

В статье рассмотрены современные нанопористые и вакуумные теплоизоляционные материалы, применяемые в реконструкции многоквартирных домов. Анализируются их теплофизические свойства, преимущества и особенности монтажа, а также стандарты и требования сертификации.

Ключевые слова: нанопористые теплоизоляционные материалы, вакуумные изоляционные панели, реконструкция многоквартирных домов, энергоэффективность, теплоизоляция фасадов, стандарты сертификации, теплозащита зданий.

Применение нанопористых и вакуумных теплоизоляционных материалов в реконструкции многоквартирных домов (МКД) является перспективным направлением повышения энергоэффективности и комфорта жилья.

В условиях растущих требований к энергосбережению и утеплению жилых зданий в России и мире особое внимание уделяется инновационным теплоизоляционным материалам. Нанопористые и вакуумные теплоизоляционные материалы обладают существенно лучшими показателями теплопроводности по сравнению с традиционными утеплителями, что позволяет уменьшать толщину теплоизоляционного слоя и сохранять полезную площадь помещений при реконструкции существующих многоквартирных домов. [1]

Нанопористые теплоизоляционные материалы — это материалы с нанопористой структурой, которые обладают уникальными теплофизическими свойствами, низкой плотностью и высокой стабильностью. Нанопористые теплоизоляционные материалы имеют размер пор в нанометровом диапазоне, что значительно снижает теплопроводность за счёт ограничения конвекции и теплопереноса внутри материала. Такие материалы обеспечивают коэффициент теплопроводности, не превышающий $0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, что значительно ниже традиционных утеплителей. Их применение позволяет снизить массу конструкций и сократить расходы на материалы и транспортировку, а также улучшить экологические показатели зданий. Некоторые виды нанопористых материалов:

- **Аэрогели.** Ультралёгкие материалы с нанопористой структурой, размер пор — $1\text{--}100 \text{ нм}$. Основой для создания чаще всего служат диоксид кремния (SiO_2), углеродные структуры, а также полимерные и гибридные композиции.

- **Нанопористые пены.** Материалы с нанометровыми порами, что обеспечивает низкую теплопроводность (в диапазоне $0,012\text{--}0,020 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ в зависимости от структуры и плотности материала).

- **Наноструктурированная пенокерамика.** Имеет микроструктуру закрытых ультрамикропор, устойчива к химическому и физическому воздействию.

Нанопористые теплоизоляционные материалы обычно выпускаются в виде плит или рулонов и монтируются аналогично традиционным утеплителям, но с учетом их повышенной хрупкости. Важно соблюдать аккуратность при резке и установке, чтобы не повредить структуру материала. Они требуют качественной защиты от влаги и правильной организации пароизоляции, чтобы избежать накопления конденсата внутри конструкции. Нанопористые материалы могут использоваться как внутри, так и снаружи, и способны сочетаться с другими утеплителями для достижения оптимального баланса теплозащиты и паропроницаемости. [2]

Вакуумные изоляционные материалы — это современные теплоизоляционные материалы, в которых пространство между ограждающими слоями освобождено от воздуха или газа. Вакуумные изоляционные панели (ВИП) содержат внутренний слой из пористого или порошкового материала, из которого откачан воздух, создавая вакуум. Это снижает теплопередачу через панель до коэффициента порядка $0,002 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ — значительно лучше традиционных материалов. Применение вакуумной теплоизоляции особенно эффективно в реконструкции многоквартирных домов, где пространство для утепления ограничено. Тонкие панели позволяют сохранить внешние и внутренние размеры помещений, при этом повышая сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. ВИП также характеризуются долговечностью (50-80 лет), что выгодно при капитальном ремонте зданий. [3]

Монтаж вакуумных панелей предъявляет более высокие требования к точности и аккуратности из-за их чувствительности к механическим воздействиям. ВИП должны устанавливаться так, чтобы исключить возможные проколы и повреждения герметизации – от этого зависит сохранение вакуума и теплоизоляционных свойств. Панели монтируются в ровные, жёсткие основания с минимальными зазорами, и часто требуют дополнительного защитного слоя для предотвращения механических повреждений и воздействия влаги. ВИП не допускается подвергать изгибу и сильным нагрузкам.

Стандарты и сертификация нанопористых и вакуумных теплоизоляционных панелей регулируются соответствующими национальными и международными нормативами, обеспечивающими безопасность, качество и эксплуатационные характеристики материалов. [4]

Для нанопористых и вакуумных утеплителей применяются общие стандарты для теплоизоляционных материалов, такие как ГОСТ 31913-2022 «Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения», который определяет параметры и методы испытаний теплоизоляционных изделий. Сертификация материалов включает проверку теплопроводности, пожаробезопасности, устойчивости к влаге и другим факторам эксплуатации. В обязательном порядке на-

нопористые материалы проходят испытания на соответствие требованиям пожарной безопасности и экологической безопасности согласно нормативным документам конкретного производителя. ВИП проходят строгую сертификацию с акцентом на долговечность вакуума, механическую прочность оболочки, водонепроницаемость и стойкость к повреждениям, а также пожарную безопасность. Важна сертификация на соответствие экологическим и санитарным нормам, а также на отсутствие вредных выделений. Часто помимо ГОСТ и ТУ, вакуумные панели сопровождаются международными сертификатами, например, CE и RoHS для экспорта и подтверждения безопасности.

Использование нанопористых и вакуумных материалов в реконструкции включает утепление фасадов, перекрытий и кровель. Технологии обеспечивают снижение теплопотерь и потребления энергии на отопление и охлаждение. Важно учитывать особенности монтажа таких материалов, их совместимость с существующими конструкциями и требования к паро- и влагозащите. [5]

Преимущества:

- Значительное улучшение теплоизоляции при минимальном увеличении толщины стен.
- Увеличение полезной площади и комфорта проживания.
- Снижение энергетических затрат и выбросов парниковых газов.
- Возможность применения в зданиях с исторической и архитектурной ценностью, сохраняя внешний вид.
- Долгий срок службы и высокая прочность материалов.

Таким образом, применение нанопористых и вакуумных теплоизоляционных материалов в реконструкции многоквартирных домов — инновационное решение, способствующее эффективному энергосбережению и модернизации существующего жилого фонда. Внедрение этих технологий требует учета особенностей монтажа и технических характеристик, но имеет высокие перспективы для улучшения городской среды и повышения комфорта жильцов.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Малые строительные организации и факторы, влияющие на их развитие / Н. Ю. Кушнерев // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 248-250. – EDN HSOCFH.

2. Кушнерев, Н. Ю. использование экологически чистых материалов в современном строительстве / Н. Ю. Кушнерев, Е. Ю. Ушаков // 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. 204-206. – EDN KLIPPX.

3. Кушнерев, Н. Ю. Использование полимерных материалов в гражданском строительстве / Н. Ю. Кушнерев // 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. 317-320. – EDN YUAVDJ.

4. Кушнерев, Н. Ю. Развитие энергосберегающих ресурсов в условиях санкций / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 278-280. – EDN VECBYJ.

5. Кушнерев, Н. Ю. Особенности проектирования и строительства промышленных зданий на территории Курской области / Н. Ю. Кушнерев, Д. С. Волкова, А. Э. Кретова // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 24 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 265-267. – EDN SLZRVM.

БЕЗРОДНАЯ АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА, студент

(e-mail: bezrodnayaan@yandex.ru)

КАНУННИКОВ ДАНИИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

(e-mail: kanunnikov479@yandex.ru)

БОРИСЕНКОВ КИРИЛЛ СЕРГЕЕВИЧ, студент

(e-mail: korisenkov@gmail.com)

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

УТЕПЛЕНИЕ БЕЗ МОСТИКОВ ХОЛОДА: МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

В статье рассматриваются способы борьбы с мостиками холода. Подробно исследуется сама природа возникновения этих тепловых разрывов. Рассматриваются не только очевидные стыки утеплительных плит, но и более сложные и опасные конструкционные мостики холода.

Ключевые слова: строительство, утеплитель, здания, сооружения, «мостики холода»

В мире строительства и ремонта фраза «мостик холода» звучит почти на всех этапах строительства, на нее списывают будущие проблемы с сыростью и плесенью, с ней борются производители материалов. Но что скрывается за этим термином на практике? Является ли идеально равномерное, бесшовное утепление недостижимым идеалом или все же существуют способы максимально к нему приблизиться?

Если отбросить сложные физические формулы, мостик холода — это просто участок ограждающей конструкции, который имеет более высокую теплопроводность, чем соседние материалы. Представьте себе термос с тонкой металлической полоской, соединяющей внутреннюю и наружную колбы. Через эту полоску холод будет проникать внутрь, а тепло — уходить наружу. В строительстве роль такой полоски выполняют отнюдь не только стыки утеплительных плит.[4]

Классические и самые коварные мостики холода — это не стыки пенопласта, а элементы самой конструкции:

-Железобетонные переемы над окнами и дверями.

-Армопояса, опоясывающие все здание.

-Каркас из деревянного бруса или металлического профиля в стенах.

-Углы зданий и примыкания перекрытий к наружным стенам.

Именно через эти места в тепловом контуре и происходит основная утечка тепла. Последствия — это не только увеличение счетов за отопление. Холодная поверхность внутри помещения приводит к выпадению конденсата. Влажность, в свою очередь, создает идеальную среду для развития черной плесени, которая опасна для здоровья и разрушает отделку. В долгосрочной перспективе возможно и промерзание самих конструкций, что снижает их прочность.

Полностью исключить теплопотери через ограждающие конструкции, пожалуй, невозможно. Однако современные технологии позволяют свести их к минимуму, превратив из критических в незначительные.[3]

Двухслойное утепление с перехлестом швов - это один из самых эффективных методов борьбы со стыками плит. Технология проста: первый слой утеплителя монтируется на стену, а второй слой крепится поверх него со смещением швов. Таким образом, стык плит нижнего слоя перекрывается целой плитой верхнего. Этот прием полностью разрывает линейный мостик холода, который неизбежно возникает на стыках. Данный метод отлично работает как в штукатурных, так и в вентилируемых системах.[2]

Использование специального крепежа.

В вентилируемых фасадах классические металлические тарельчатые дюбеля сами по себе являются проводниками холода. Металл от каркаса через утеплитель буквально «передает» холод к стене. Решением становятся так называемые «теплые» дюбеля. Их особенность — пластиковый стержень, который заменяет металлический. Прочность крепления при этом сохраняется, а теплопроводность узла снижается в разы. Для штукатурных фасадов существуют дюбеля с термоголовкой — пластиковым колпачком, который минимизирует теплопотерю в зоне крепления.

Утепление армопоясов и перемычек.

Самая сложная задача — разорвать мостики холода, созданные железобетонными элементами. Здесь помогает технология несъемной опалубки или дополнительного наружного утепления. Жесткие плиты экструдированного пенополистирола (ЭППС) высокой плотности монтируются снаружи по всей длине армопояса, создавая для него эффективную теплозащиту. Это позволяет сохранить прочность конструкции, но убрать ее главный «холодовый» недостаток.[1]

Многие мостики холода закладываются на стадии проектирования. Решение — тщательная проработка всех критических узлов: примыканий окон к стенам, соединений балконной плиты с перекрытием, угловых стыков. Например, «теплый» балкон — это когда его плита не является продолжением перекрытия, а опирается на независимые консоли, а сама плита утеплена по всем граням. Использование современных оконных систем с монтажом по ГОСТу, с применением пароизоляционных и ветрозащитных лент, также критически важно для ликвидации мостиков вокруг проемов.[5]

Таким образом, утепление без мостиков холода — это не миф, а комплексная инженерная задача. Достижение результата требует не столько волшебного ма-

териала, сколько грамотного подхода на всех этапах: от проектирования и выбора крепежа до технологии монтажа. Игнорирование этой проблемы приводит к печальным последствиям, в то время как осознанная борьба с каждым типом мостика холода позволяет создать по-настоящему теплый, энергоэффективный и долговечный дом.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Инновационные способы строительного контроля и технического надзора / Н. Ю. Кушнерев // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 246-249. – EDN GFJQFC.

2. Кушнерев, Н. Ю. Адаптация принципов модульного и сборного строительства в условиях массового жилищного строительства в РФ: проблемы и перспективы / Н. Ю. Кушнерев // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 240-243. – EDN GTXCLG.

3. Кушнерев, Н. Ю. Тенденции развития ресурсосбережения в строительстве на территории РФ / Н. Ю. Кушнерев // 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. 199-201. – EDN VPOPRP.

4. Кушнерев, Н. Ю. Проблемы использования иностранной нормативной документации в РФ / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 332-335. – EDN VEQKUS.

5. Кушнерев, Н. Ю. использование природных материалов в качестве утепляющего слоя в несущих конструкциях / Н. Ю. Кушнерев // 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. 424-427. – EDN EMLFHV.

БОРОВОЙ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ, аспирант
БРАЙКО СОФЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА, магистрант
КАЛУГЯН КАРИНА ДИКРАНОВНА, магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

В статье исследуется потенциал использования технологий информационного моделирования при эксплуатации жилищного фонда и анализируются современные тенденции цифровизации жилищно-коммунальной сферы.

Ключевые слова: жилищно-коммунальный комплекс, жилищно-коммунальная сфера, информационное моделирование, цифровая модель, управляющая компания.

Жилищная отрасль формирует важнейший многофункциональный комплекс, определяющий качество жизни общества, чьи потребности в данной области

обладают высокой степенью важности. Современный этап развития жилищно-строительной и коммунальной сферы отмечен интенсивными преобразованиями, инициированными всеобщей цифровизацией экономики. В этой области наблюдается системное внедрение передовых подходов к проектированию, возведению и эксплуатации объектов капитального строительства с задействованием инновационных информационных решений.

Информационное моделирование способствует организации сквозной цифровизации архитектурно-конструктивных элементов и эксплуатационных процессов здания на всех стадиях его жизненного цикла [1]. Преодоление информационной разобщенности участников проекта достигается через объединение разрозненных данных в единой цифровой среде, что обеспечивает целостность информационной структуры на протяжении всего периода проектирования и строительства. В контексте современной градостроительной практики технология информационного моделирования утвердилась в качестве основного компонента проектного планирования.

Анализ международного и отечественного опыта подтверждает, что внедрение современных информационных технологий в строительство и управление недвижимостью создает существенный синергетический эффект [2]. Цифровые модели зданий находят активное применение в проектных и строительных фазах, в частности при осуществлении строительного контроля, генерации актуализированных данных об элементах объекта, формировании аналитической отчетности и исполнительной документации. При этом в рамках эксплуатационной стадии указанные технологии используются недостаточно, несмотря на их доказанные операционные преимущества и потенциал для управления объектом на протяжении всего периода его существования.

Предприятия, ведущие свою работу в жилищно-коммунальном секторе, обеспечивают поддержку надлежащего состояния жилищного фонда, а также обеспечивают население коммунальными услугами. Использование современных инструментов координации деятельности субъектов данной сферы способно усилить конкуренцию среди управляющих компаний и повысить качество предоставляемых ими услуг. Зачастую действующие жилищно-эксплуатационные организации избегают внедрения профессиональных методов управления объектами недвижимости в связи с затратами на повышение квалификации персонала и недостаточностью материально-технической базы, что ведет к неэффективному использованию ресурсов и управляемых объектов.

Применение цифровых моделей объектов капитального строительства позволяет обеспечить визуализацию состояния инженерных систем и оборудования зданий, что способствует контролю эксплуатационных расходов и поддержанию технической исправности объектов [3]. Следовательно, навыки работы с такими информационными моделями зданий становятся необходимыми для эффективной работы сотрудников жилищно-эксплуатационных фирм в современных условиях. Использование на практике информационных моделей зданий обеспечивает оптимизацию операционной деятельности, охватывающей вопросы управления техническим состоянием объектов, контроля параметров

инженерных коммуникаций и мониторинга ресурсопотребления. Своевременное определение возникающих отклонений и дефектов создает предпосылки для реализации мероприятий по предупреждению развития аварийных ситуаций.

Применение технологий информационного моделирования повышает эффективность работы системы технического обслуживания зданий. Интеграция цифровых моделей с системой управления техническим состоянием объектов позволяет формировать перспективные планы осмотров, проверок, обслуживания и ремонтов [4]. Располагая сведениями о конструкциях, материалах, инженерном оборудовании и сроках их службы, управляющая организация может планировать своевременные замены и восстановительные работы. Мониторинг технического состояния в режиме реального времени также становится осуществимым благодаря системам информационного моделирования, дополненным инструментами видеонаблюдения и технологиями искусственного интеллекта, при этом отслеживание таких параметров, как влажность, температура и освещенность, выполняется с помощью специализированных датчиков. Учет показателей энергопотребления, параметров окружающей среды и состояния энергосистем способствует повышению энергоэффективности объектов и оптимизации управления мощностями.

Перспективным сценарием представляется передача цифровой модели объекта жилищно-эксплуатационной фирме непосредственно после завершения его строительства и ввода в эксплуатацию [5]. Для объектов, не обладающих изначально созданной информационной моделью, что характерно для большинства зданий старого жилищного фонда, применяются альтернативные методики, включающие лазерное сканирование зданий и фотограмметрическую обработку визуальных данных, результатом которых становится формирование трехмерной компьютерной модели. Сформированная таким способом модель, не обладая всей полнотой характеристик цифрового двойника, однако выполняет функцию централизованного хранилища для упорядочивания информации, поступающей в ходе осмотров, обследований технического состояния объекта и пр.

Потенциал технологий информационного моделирования в сфере эксплуатации жилищного фонда является достаточно существенным, т.к. они значительно упрощают процессы обмена информацией, которые ранее осуществлялись неавтоматизированными методами. Повышение достоверности данных и операционной эффективности эксплуатации зданий достигается благодаря обеспечению мгновенного доступа к сведениям об объекте через его цифровое представление. Тем не менее, несмотря на наличие выраженных преимуществ, в настоящее время имеется ряд нерешенных полностью проблем, связанных с интеграцией разнородных массивов информации и обеспечением их корректного взаимодействия. Тем не менее, учитывая выраженный позитивный эффект от цифровой трансформации строительной отрасли и сферы жилищно-коммунального хозяйства, широкомасштабное внедрение наиболее современных технологий информационного моделирования в операционную деятель-

ность жилищно-эксплуатационных организаций представляется стратегически перспективным направлением отраслевого развития.

Список литературы

1. Зильберова И.Ю., Новоселова И.В., Маилян В.Д., Петров К.С., Шве́ц А.Е. Перспективы применения BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий, 2023, Т. 2, №1. С. 44-53.
2. Чернявский И.А. История развития, международный и отечественный опыт применения BIM-технологий в строительной отрасли // VII Международный студенческий строительный форум – 2022: Сборник докладов. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. С. 148-153.
3. Шеина С.Г., Аль-Фатла А.Н.М., Зильберов Р.Д., Антонюк В.И. Современные инструменты цифровизации в строительнo-технических исследованиях // Инженерный вестник Дона, 2025, № 1. С. 451-459.
4. Матвейко Р.Б., Дахнова Т.М. Применение технологий информационного моделирования зданий в жилищно-эксплуатационной сфере // БСТ: Бюллетень строительной техники, 2024, № 1. С. 47-49.
5. Петров К.С., Середина В.В., Шве́ц Ю.С., Аль-Мсари А.А.Р. Применение BIM-технологий при ремонте и эксплуатации зданий // Постулат, 2018, № 12-1 (38). С. 28.

БУНЕСКУ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, магистрант

МУЗАККА ЕЛИЗАВЕТА АНДРЕЕВНА, магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Доминирующая в современном градостроительстве концепция устойчивого развития определяет необходимость разработки организационно-технологических решений, направленных на формирование и развитие городских общественных пространств согласно актуальным урбанистическим тенденциям, а также с учетом общественных потребностей. При этом общественные пространства выступают системообразующим элементом в создании комфортной городской среды, концентрируя в себе существенный социальный и культурный потенциал современного города.

Ключевые слова: урбанизированная среда, городская территория, общественные пространства, общественные территории, градостроительство.

Городские общественные пространства, концентрируя в себе существенную часть повседневных социальных функций, выступают критически важным элементом в составе комфортной и устойчивой урбанизированной среды. Их трансформация непосредственно влияет на качество жизни населения, делая их стратегическим ресурсом градорегулирования.

Современная концепция формирования общественных пространств в городской среде основывается на базовых принципах устойчивого развития, императиве многофункциональности и необходимости интеграции запросов местного сообщества [1]. Ключевой идеей является создание комфортной, инклюзивной и экологически сбалансированной среды, направленной на развитие социаль-

ной активности, экономического роста и улучшения качества жизни горожан (рисунок 1).



Рис. 1. Синергетический эффект комплексного подхода при развитии общественных пространств в городской среде

Существуют различные модели нового общественного пространства. Концепция политической модели заключается в переориентации общества на позитивную городскую деятельность. В данном случае важен не столько дизайн, сколько процесс вовлечения граждан и их перевод в созидательную деятельность по обустройству окружающего общественного пространства. Данная модель наиболее эффективная в масштабах небольшого города или микрорайона мегаполиса [2].

Концепция социальной модели общественного пространства строится вокруг различных сообществ. Граждане, проживающие на одной улице, в одном квартале или в соседних домах, составляют территориальные сообщества. При этом возникают также новые сообщества, складывающиеся на основе единых интересов, что важно учитывать при организации общественных зон. Таким образом, основной смысл дизайна общественного пространства заключается в отсутствии монументальных капитальных строений и обеспечении надлежащих соответствующих атрибутов: освещение, озеленение, покрытие. Какие-либо другие решения следует предусматривать временными, т.к. функция общественных зон может и должна меняться со временем с учетом потребностей общества.

Общественные пространства определяются рядом характеристик, которые можно объединить группы: характеристики социокультурного характера, общественно-политические характеристики, характеристики правового характера, архитектурно-планировочные характеристики, экономические характеристики [3].

Современное понимание функционального назначения общественных пространств предполагает их комплексную характеристику, объединяющую социокультурные, общественно-политические, правовые, архитектурно-планировочные и экономические аспекты.

Ключевыми социокультурными признаками выступают концентрация городского сообщества, пересечение разнообразных социальных и личностных интересов, полифункциональность деятельности, включенность историко-культурных элементов и обеспечение безопасности. В общественно-политическом аспекте эти территории функционируют как площадки для публичной дискуссии и коллективного выражения социальных целей. Правовой статус определяется наличием установленных границ, моделями общественного управления, гарантированной доступностью, включая безбарьерную среду, и урегулированностью отношений между правообладателями. Архитектурно-планировочная организация характеризуется интеграцией в городскую структуру, визуальной и функциональной связанностью, многоуровневым развитием, а также соблюдением принципов масштабности и стилового единства. Экономическая составляющая проявляется через такие свойства, как институциональная оформленность, территориальная определенность, информационная насыщенность и ресурсный потенциал.

Благоустроенные территории не только привлекают туристов, но меняют всю схему поведения человека в городской среде. Передвигаясь пешком человек, выбирает наиболее безопасные и комфортные улицы, при этом обращает внимание на окружающую обстановку, торговые и общественные учреждения по пути следования, что увеличивает возможность их посещения. Таким образом, появляются очевидные возможности для развития бизнеса, прежде всего для средних и небольших предприятий. Позитивные изменения от реализации программ благоустройства происходят для всего населенного пункта [4]. Причем положительные психологические и экономические результаты реализации программ появляются практически сразу.

При создании и развитии общественных пространств городской среды особое внимание должно уделяться благоустройству и озеленению территорий, которые не только улучшают эстетику, но и создают комфортный микроклимат. Применение наиболее современных энергоэффективных материалов и «зеленых» технологий (вертикальное озеленение, солнечные панели и пр.) делает зоны общественного назначения более устойчивыми [5].

Еще одним важным аспектом при устройстве городских общественных зон является вовлечение местных жителей в процесс их проектирования путем проведения социологических исследований и организации общественных обсуждений. Таким образом, становится возможным учесть реальные потребности разных групп населения и создать наиболее комфортные и востребованные общественные пространства.

Таким образом, современные концепции устройства общественных городских зон направлены на создание гармоничной и социально ориентированной среды, которая не только отвечает вызовам урбанизации, но и способствует устойчивому развитию городов.

Список литературы

1. Выбор технических и организационно-технологических решений ремонтно-строительного производства в сфере ЖКХ и городской среды: монография / В. Д. Маилян, И. Ю. Зильберова, И. В. Новоселова. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2021. – 144 с.
2. Новоселова И.В., Петров К.С., Аль-Фатла Т.Н.М., Шут М.А. Организационно-технологические аспекты управления территориальными ресурсами города Ростова-на-Дону // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2022. – № 8. – С. 49-51.
3. Устойчивое развитие строительной отрасли с учетом климатических изменений: монография / С.Г. Шеина [и др.] – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2024. – 160 с.
4. Чубарова К.В., Мовина В.А., Иванов А.Д., Хуторенко А.В. Анализ территории реновации для создания концепции ее комплексного развития // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. Т. 1, № 4. С. 15-24.
5. Швец А.Е., Шеина С.Г., Новоселова И.В. Стандартизация офисных зданий по зеленому стандарту Fitwel // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 12. – С. 375-381.

ГОЛУБЕВА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА, к.т.н., доцент
КОРОЛЕВА ЛАРИСА ИГОРЕВНА, магистрант
АРДАНКИНА АНАСТАСИЯ НИКОЛАЕВНА, магистрант
 Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
 Омск, Россия

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Данная статья посвящена анализу понятия энергетической эффективности при устройстве навесных вентилируемых фасадов гражданских зданий в нашей стране. Для этого выделено понятие энергетической эффективности, дано его определение, охарактеризовано понятие навесных вентилируемых фасадов. Проведен анализ проблематики энергоэффективности в России при устройстве современных гражданских зданий, проведен анализ мероприятий для решения проблем энергоэффективности в России.

Ключевые слова: энергетическая эффективность; энергоэффективность; навесные вентилируемые фасады.

1 Понятие энергетической эффективности в строительстве

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» **энергетическая эффективность** — это рациональное использование энергии, направленное на получение максимума полезных эффектов при минимуме затрачиваемой энергии и ресурсов.

В отличие от энергосбережения, которое главным образом направлено на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность – означает именно полезное, эффективное расходование энергии. В строительстве «энергосбережение» может означать отказ или ограничение в потреблении ресурсов, в то время как «энергоэффективность» предполагает рациональность использования ре-

сурсов, применение комплекса архитектурных решений и инженерных мероприятий, которые могут привести к сокращению расходов на теплоснабжение зимой и охлаждение летом при сохранении уровня комфорта для жителей без увеличения расходов на энергоносители.

Энергетическая эффективность гражданских зданий представляет собой совокупность технологических, организационно-экономических и правовых аспектов, направленных на достижение оптимального соотношения объемов потребляемой энергии и конечного результата ее использования.

К важнейшим критериям оценки энергетической эффективности относятся:

- потребление первичного топлива и вторичной энергии
- качество строительства и технического оснащения здания
- социальные аспекты (комфорт обитателей, продолжительность службы строения)
- экологический фактор (воздействие на природу, выбрасываемые загрязняющие вещества)

Ключевыми факторами, определяющими энергоэффективность зданий, являются:

- Тип и толщина теплоизоляции внешних стен, крыши и пола
- Использование энергоэффективных окон и дверей
- Степень механизации производственных процессов и автоматизация жизнеобеспечения здания
- Применение современных осветительных и нагревательных установок

Согласно установленным нормам, каждая страна стремится уменьшить воздействие своего жилищно-коммунального хозяйства на глобальное потепление и ухудшение экологической ситуации. Именно поэтому концепция энергоэффективности стала приоритетом государственной политики многих государств, стремящихся к созданию более совершенных и экологичных сооружений.

2 Анализ проблемы энергоэффективности в России

Проблема энергоэффективности зданий в России является одной из наиболее значимых как с точки зрения экономики страны, так и экологии окружающей среды. Причинами актуальности проблемы энергетической эффективности зданий в России являются следующие факторы:

1. Необходимость снижения энергозатрат

Россия отличается суровым климатом и длительным зимним периодом, что приводит к высоким затратам на отопление зданий. Большинство жилых и промышленных объектов были построены давно и характеризуются низкими стандартами теплоизоляции, что провоцирует большие потери тепла и неоправданно высокое потребление энергии. Решением этой проблемы выступает внедрение энергоэффективных технологий, таких как навесные вентилируемые фасады, тёплые окна и эффективные системы отопления.

2. Рост цен на энергоресурсы

Цены на традиционные энергоресурсы (газ, нефть, уголь) регулярно повышаются, что заставляет потребителей задуматься о мерах по экономии энергии. Растут затраты на электроэнергию, отопление и кондиционирование, что отри-

цательно сказывается на экономике домохозяйств и предприятий. Повышение энергоэффективности позволяет сократить расходы на коммунальные платежи и делает владение жильём более доступным.

3. Требование к экологическому оздоровлению среды

Строительство и эксплуатация зданий сопровождаются большими объёмами вредных выбросов в атмосферу. Повышение энергоэффективности зданий способствует уменьшению эмиссии углекислого газа и других загрязнителей, оказывающих негативное влияние на окружающую среду и здоровье населения. Во многих странах мира принимаются законы, ограничивающие потребление энергии зданиями и требующие внедрения "зеленых" технологий строительства.

4. Обновление и реконструкция существующего жилого фонда

Значительная часть жилого фонда в России была построена в советское время и нуждается в срочной реновации и обновлении. Старые здания отличаются плохими теплоизоляционными качествами, высокими эксплуатационными расходами и неудобствами для жильцов. Осуществляя энергоэффективную реконструкцию, можно повысить комфортность проживания и снизить потребление энергии.

5. Развитие новой инфраструктуры и строительство энергоэффективных зданий

Растёт спрос на новое жилье и офисные комплексы, отвечающие современным стандартам энергоэффективности. Появились инновационные технологии строительства, позволяющие строить дома с минимальным потреблением энергии, способные вырабатывать собственную энергию с помощью солнечных панелей, ветряных турбин и других автономных источников питания.

6. Реализация федеральных целевых программ

Государство заинтересовано в повышении энергоэффективности зданий, реализуя федеральные целевые программы, направленные на продвижение энергоэффективных технологий и финансирование соответствующих инициатив. Федеральная программа "Энергоэффективность и развитие энергетики" направлена на поддержку мероприятий по повышению энергоэффективности объектов недвижимости.

7. Международные обязательства

В соответствии с Рамочной Конвенцией ООН об изменении климата, принятой в Киото в декабре 1997 г, Россия взяла на себя обязательства по международным договорам и конвенциям, касающимся охраны окружающей среды и сокращения выбросов парниковых газов. Одним из механизмов выполнения этих обязательств является повышение энергоэффективности зданий и их переход на современные энергосберегающие технологии.

Таким образом, актуальность проблемы энергетической эффективности зданий в России связана с необходимостью сокращения затрат на энергоресурсы, охраны окружающей среды, обновления жилого фонда и построения перспективной модели энергоэффективного строительства.

Для решения проблем энергетической эффективности в России идет работа в следующих направлениях:

1. Законодательные инициативы и нормативно-техническая поддержка. Государством разработаны и введены законодательные нормы, направленные на повышение энергоэффективности:

– Федеральный Закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», регламентирующий мероприятия по снижению энергопотребления.

– реализуется **комплексная государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности»** (Постановление от 9 сентября 2023 года №1473). Программа определяет основные направления работы по повышению энергоэффективности в электроэнергетике и теплоэнергетике, промышленности, транспорте, строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве

– Строительные СНИПы и ГОСТы, устанавливающие обязательные требования к проектированию и строительству энергоэффективных зданий.

– Сертификация и маркировка энергоэффективности зданий, позволяющая потребителям выбирать объекты с высоким классом энергоэффективности.

2. Современные строительные технологии и материалы

Применение инновационных строительных материалов значительно улучшает теплотехнические характеристики зданий:

– Минеральная вата, экструдированный пенополистирол и вспененный полиуретан повышают теплоизоляцию наружных стен.

– Установка многослойных стеклопакетов и низкоэмиссионных стекол сокращает потери тепла через окна.

– Облицовочные панели с термослоем позволяют сохранять стабильную температуру внутри помещения.

3. Автоматизированные системы управления ресурсами

Современные интеллектуальные системы регулирования помогают существенно экономить энергию:

– Установлены автоматизированные системы учета и контроля расхода воды, электричества и тепла.

– Тепловизионный контроль помогает выявлять места утечек тепла и своевременно устранять дефекты.

– Умные домофоны и датчики движения снижают энергопотребление за счет автоматического отключения света и оборудования.

4. Модернизация инженерных коммуникаций

Заменяются старые инженерные сети на современные энергоэффективные аналоги:

– Замена центральных котельных на индивидуальные газовые или электрические котлы позволяет снижать затраты на теплоснабжение.

– Улучшаются системы вентиляции и кондиционирования воздуха с применением рекуператоров тепла.

– Устанавливается светодиодное освещение взамен ламп накаливания и люминесцентных светильников.

5. Субсидии и программы государственной поддержки

Правительство оказывает финансовую поддержку гражданам и организациям, внедряющим энергоэффективные технологии:

– Предоставляются субсидии на утепление многоквартирных домов и установку современного остекления.

– Разрабатываются региональные программы льготного кредитования для приобретения энергоэффективных бытовых приборов и оборудования.

– Создаются условия для развития частного сектора, занимающегося разработкой и производством экологически чистых строительных материалов.

6. Образовательные проекты и популяризация энергоэффективности

Для формирования культуры бережливого отношения к ресурсам проводятся образовательные кампании среди населения:

– Организуются курсы повышения квалификации специалистов строительного профиля по вопросам проектирования и возведения энергоэффективных зданий.

– Проводятся выставки и форумы, посвященные новейшим достижениям в области энергоэффективных технологий.

– Широко освещаются преимущества жизни в домах с низким энергопотреблением через СМИ и социальные сети.

3 Характеристика навесных фасадных систем гражданского назначения и их применение в России

Навесные фасадные системы (НФС) широко применяются в современном гражданском строительстве для улучшения теплоизоляции, звукоизоляции и эстетики зданий. Их популярность обусловлена рядом важных особенностей и функций, характерных именно для этого типа отделочных систем.

Навесные фасадные системы состоят из нескольких слоев, каждый из которых играет свою особую роль в формировании защитного барьера и декоративных свойств фасада. Благодаря своей многослойной структуре, НФС обладают рядом уникальных свойств:

– простота и быстрота монтажа, отсутствие необходимости подготовки основания

– малый вес конструкции

– высокая прочность

– отсутствие конденсата

– способность поддерживать оптимальный внутренний климат независимо от погодных условий за счёт качественной теплоизоляции

– улучшение шумозащитных свойств

– минимизация теплопотерь и сокращение затрат на отопление и кондиционирование помещений.

– устойчивость к огню

– широкий выбор цветовых и стилистических решений, благодаря разнообразию облицовочных материалов

Российские условия предъявляют особые требования к устройствам навесных фасадных систем, обусловленные суровым климатом, разнообразием географических зон и особенностями строительной индустрии страны. Рассмотрим ключевые особенности устройства навесных фасадных систем в России.

1. Климатические особенности

Россия характеризуется значительным диапазоном климатических зон — от арктических районов Крайнего Севера до субтропиков Черноморского побережья. Температурные колебания, сильные морозы зимой и высокая солнечная активность летом требуют специальных мер по защите фасадов зданий. Примером такого подхода служит требование к уровню теплоизоляции, предусмотренное нормативными актами:

В СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий" устанавливается класс энергетической эффективности зданий и требования к сопротивлению теплопередаче наружных стен.

2. Материалы и конструкция

Для российского климата часто применяют многослойные фасадные системы с утеплителями и воздушными зазорами. Использование минераловатных утеплителей, базальтовых волокон и экструдированного полистирола обусловлено необходимостью высоких теплоизоляционных характеристик и устойчивости к механическим нагрузкам.

В ГОСТ Р 58884-2020 "Навесные фасадные системы с воздушным зазором" определяется порядок устройства воздушных зазоров и варианты крепления облицовочных материалов.

3. Антикоррозийная защита

Особенностью отечественных условий является повышенная влажность воздуха, сезонные заморозки и таяния снега, что создает угрозу быстрого разрушения металлических элементов конструкции. Поэтому широко применяется антикоррозийная обработка стальных кронштейнов и профиля.

В ГОСТ 9.402-2004 "Покрyтия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию" указаны рекомендации по подготовке металлических элементов к нанесению защитных покрытий.

4. Ветер и снеговые нагрузки

Климатические условия определяют повышенные требования к прочности конструкции навесных систем. Необходимо учитывать расчёт ветровых и снеговых нагрузок, характерные для конкретного региона:

В СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия" содержатся таблицы для определения ветровой и снеговой нагрузки в зависимости от района застройки.

5. Эстетика и дизайн

В связи с российским менталитетом, предпочтение отдаётся традиционным архитектурным стилям и натуральным материалам. Фасады стремятся гармонично вписываться в окружающую среду и поддерживать исторически сложившийся облик городов:

Например, в Постановлении Правительства Москвы № 104-ПП от 26 марта 2002 г. "О порядке оформления разрешительной документации на ремонт, реконструкцию и новое строительство фасадов зданий в городе Москве" устанавливаются требования к оформлению фасадов и сохранению исторического облика города.

6. Стоимость и экономическая целесообразность

Применение навесных фасадных систем в России имеет важное значение с точки зрения экономии ресурсов. Несмотря на высокую первоначальную стоимость обустройства, такая система обладает долгосрочными преимуществами в виде снижения расходов на отопление и обслуживание здания:

В «Методических рекомендациях по определению экономической эффективности инвестиций в жилищное строительство и капитальный ремонт жилищного фонда» разъясняется методика подсчета экономического эффекта от вложений в современные фасадные системы.

7. Экологичность и ресурсосбережение

Экологическая составляющая становится всё более важной в российском строительном секторе. Широко внедряются экологически чистые материалы, обладающие низким уровнем токсичности и экологической нагрузкой.

Таким образом, российская практика устройства навесных фасадных систем учитывает разнообразные природные условия, экономические реалии и культурные предпочтения жителей разных регионов. Оптимальным решением является сочетание высококачественных материалов, специализированных конструкторских решений и учета региональных особенностей климата и архитектуры.

Список литературы

1. ГОСТ 9.402-2004 "Покрyтия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию" – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040460> (дата обращения 27.10.2025)
2. Постановление Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/542623937> (дата обращения 29.10.2025)
3. СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия" – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044318>
4. СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий" – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения 27.10.2025)
5. СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456082588> (дата обращения 28.10.2025)
6. СП 522.1325800.2023 «Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1301712975> (дата обращения 27.10.2025)
7. ФЗ N 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902186281> (дата обращения 27.10.2025)
8. ФЗ № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564577621> (дата обращения 29.10.2025)

ГОРКАВЕНКО ДАРЬЯ ДМИТРИЕВНА, студент
ИСАКОВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА, к.ф.н., доцент
 Кубанский государственный аграрный университет
 имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
 (e-mail: natalya-isakova@bk.ru, dagma201@yandex.ru)

ГОРОДСКАЯ СРЕДА КАК «ТРЕТИЙ ЛАНДШАФТ»: ФИЛОСОФСКИЙ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ АНАЛИЗ

Статья посвящена преодолению редуccionистского подхода в оценке качества городской среды на примере микрорайона Музыкальный в Краснодаре. Авторы предлагают рассмотрение городского пространства через концепцию «третьего ландшафта» как гибридной антропоэкосистемы. На основе междисциплинарного синтеза предлагается интегральный подход к оценке комфортности, учитывающий как объективные параметры среды, так и социальные практики горожан.

Ключевые слова: городская среда, третий ландшафт, комфортность, редуccionизм, эмерджентность, дискурсивная урбанистика, оценка качества среды.

Современные программы по формированию комфортной городской среды, несмотря на свою практическую направленность, требуют системного подхода, философской рефлексии и научного анализа. Оценка комфортности городской среды не всегда реализует такой междисциплинарный и синергетический подход. Существующие методики, включая государственные стандарты, демонстрируют редуccionистский подход – они расчленяют живую ткань города на набор измеримых показателей, упуская из виду системные свойства целого [3]. Такая позиция игнорирует фундаментальную характеристику любой сложной системы – проблему эмерджентности, когда целое обладает свойствами, отсутствующими у его частей. Приведем в качестве конкретного примера подобного методологического противоречия создание и функционирование микрорайона Музыкальный в Краснодаре и рассмотрим его в рамках концепции «третьего ландшафта»

Концепция «третьего ландшафта», предложенная Жилем Клеманом, предлагает принципиально иной взгляд. Городская среда предстает как гибридная антропоэкосистема – динамическое единство природного и искусственного, материального и социального. В настоящее время остро стоит проблема сохранения хрупкого баланса между активной деятельностью людей и естественными законами существования природы и самого человека [5, 6], что затрудняет масштабное сохранение зеленого запаса, не подверженного антропогенному влиянию и сохранившему биологическое разнообразие. В рамках этого подхода микрорайон Музыкальный анализируется не как механическая совокупность зданий и инфраструктуры, а как сложный организм, где переплетаются экологические процессы и человеческие практики. Этот взгляд перекликается с архи-

тектоническим пониманием места, где природный ландшафт и архитектура образуют нерасторжимое целое, а также с концепцией городской среды как высокоплотностной смысловой структуры, где физическое пространство насыщается множеством социальных значений [1, 6].

Эмпирическое исследование выявляет глубокий разрыв между объективными показателями и субъективным восприятием. Инструментальные замеры могут демонстрировать формальное соответствие нормативам по озеленению или шумовому загрязнению, тогда как феноменологическое исследование через интервью и ментальные карты жителей раскрывает совершенно иную картину. Этот разрыв можно описать через призму дискурсивной урбанистики, где город существует не только как физический объект, но и как совокупность конкурирующих нарративов и смыслов [7]. Жители могут оценивать среду как дискомфортную из-за отсутствия именно тех эмерджентных качеств, которые не улавливаются стандартными методиками – таких как «атмосфера уюта», «чувство принадлежности» или «визуальная целостность». Эти качества напрямую зависят от архитектурно-ландшафтного сценария, который формирует эстетическое восприятие и поведенческие паттерны [8].

Особую остроту приобретает проблема антропоцентризма в оценке городской среды. Традиционные подходы рассматривают комфорт исключительно через призму человеческих потребностей, полностью игнорируя потребности других участников экосистемы. В этом контексте плодотворным представляется эоантропоцентрический подход, рассматривающий обмен веществом, энергией и информацией между человеком и средой как основу социальной самоорганизации [4]. Между тем, истинная устойчивость городской среды зависит от биоразнообразия – от наличия условий для существования насекомых-опылителей, птиц, почвенных организмов. Благоустроенный, но стерильный газон с точки зрения экосистемы является менее «комфортным», чем запущенный участок с разнотравьем, что демонстрирует конфликт между нормативным и экологическим пониманием комфорта.

Синтез естественнонаучных и философских подходов позволяет преодолеть ограничения редуccionизма. Количественные данные инструментальных замеров обретают смысл только в контексте качественных исследований повседневных практик жителей. Формальные показатели озеленения раскрывают свою истинную ценность при анализе того, как именно горожане используют зеленые пространства, какие маршруты выбирают для прогулок, где спонтанно возникают места общения. Этот синтез находит свое отражение в концепции двора как многоуровневого архитектурно-средового конструкта, где пространство организуется не только по горизонтали, но и по вертикали, создавая сложную систему взаимоотношений между жителями и средой [2].

Таким образом, адекватная оценка комфортности городской среды требует методологического пересмотра. Необходим переход от разрозненных измерений к целостному пониманию городского ландшафта как сложной системы, где материальные параметры неразрывно связаны с ориентированностью на человеческий фактор, а именно на совокупность его психологических, когнитивных

и физиологических особенностей, требующих особую среду для удовлетворения потребностей и реализации человеческого потенциала. Также важна связь с различными социальными практиками и экологическими процессами. Такой подход позволяет не только диагностировать проблемы, но и проектировать среду, способную к саморазвитию и адаптации – подлинно устойчивую и комфортную как для человека, так и для других элементов городской экосистемы. Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке трансструктурного метода, способного интегрировать данные инструментальных замеров, дискурсивный анализ городских нарративов и изучение поведенческих сценариев для создания многомерной модели комфортности.

Список литературы

1. Акперов Э. К. Городская среда как высокоплотностная смысловая структура. Гетеротопия и «перетекающий урбанизм» // Системные технологии. 2020. № 37. С. 71–76.
2. Андреева М. В. Двор как многоуровневый архитектурно-средовой конструкт жилой среды // Приволжский научный журнал. 2023. № 4. С. 214–222.
3. Глазычев В. Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды. М.: Наука, 1984. 180 с.
4. Дридзе Т. М. Две новые парадигмы для социального познания и социальной практики // Социальная коммуникация и социальное управление в экантропоцентрической и семиосоциопсихологической парадигмах: в 2 кн. / отв. ред. Т. М. Дридзе. М., 2000. Кн. 1. С. 5–42.
5. Исакова, Н. В. От парадигмы потребления к парадигме осмысленного существования / Н. В. Исакова, К. Д. Калачиди, И. О. Ходырева // Эпомен. – 2021. – № 51. – С. 14–22. – EDN BDUCTG.
6. Пойдина Т. В. Архитектоника «места» в природно-средовом контексте проектной культуры // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2017. № 10(84). Ч. 2. С. 121–123.
7. Сахарова А. В. Зеркальные лабиринты: к методологии исследования города // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2025. № 85. С. 279–286.

ГОРОБЕЦ ОКСАНА ОЛЕГОВНА, студент
ЗАВИДОВСКИЙ НИКИТА ВИТАЛЬЕВИЧ, студент
Юго-западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: oxanagorobetss@gmail.com)

МЕТОДИКИ УЧЁТА ИНФЛЯЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦЕНОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СМЕТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Статья посвящена актуальным вопросам учёта инфляции при формировании сметных показателей в строительстве. Актуальность темы объясняется необходимостью повышения точности сметных расчётов, минимизации рисков и предотвращения недоучёта или избыточного учёта инфляционных факторов. Рассмотрены современные подходы к прогнозированию и контролю инфляционных процессов, проанализированы основные причины и формы проявления инфляции в строительстве. В завершение предложены рекомендации по снижению негативного влияния инфляции на финансирование строительных проектов.

Ключевые слова: методика, учет, инфляция, ценовые показатели, смета, строительство, документация, фактор риска, финансовый результат, проект, расценка, бюджет.

Повышение уровня цен на товары и услуги, известное как инфляция, отрицательно воздействует на любую сферу экономики, но особенно чувствительной оказывается сфера строительства. Поскольку реализация строительных проектов длится годами, постройка крупных объектов сопровождается неизбежным ростом цен на материалы, рабочую силу и транспортные услуги. Невнимание к этому процессу нередко приводит к финансовым трудностям, увеличению долговой нагрузки и снижению рентабельности проектов.

Сегодня существует острая необходимость в разработке системных методик, позволяющих учитывать инфляцию при формировании сметных показателей. Своевременный и правильный учет инфляционных рисков позволяет снизить угрозу дефицита бюджета и стабилизирует процесс финансирования строительства.

Причины инфляции в строительстве весьма разнообразны и зависят как от внутренних, так и от внешних факторов:

- Специфические отраслевые причины: колебание цен на сырьё и материалы, монополизация рынков и дефицит кадров.
- Логистические причины: подорожание транспортировки и складского хранения.
- Макроэкономические причины: общий уровень инфляции в экономике страны, динамика курса валюты, политические потрясения и санкции [1].

Выделяют следующие формы проявления инфляции в строительстве:

- Косвенная инфляция, возникающая из-за увеличения налогов, коммунальных платежей и страховых взносов.

- Производственная инфляция, вызванная повышением зарплат рабочим и техническим сотрудникам.

- Прямая инфляция, проявляющаяся в росте цен на отдельные компоненты строительства, такие как кирпич, цемент, арматуру [2].

Отсутствие ясного представления о причинах и формах инфляции может привести к неверному распределению средств и некорректному планированию сроков строительства.

Известны несколько подходов к учёту инфляции в сметах:

1. Индексация сметных цен. Самый простой метод, при котором применяются официальные коэффициенты индексации, утверждаемые государственными органами или профессиональными ассоциациями. Индекс отражает среднегодовую инфляцию и применяется к каждому виду строительных материалов и работ отдельно.

2. Ежегодная коррекция сметных калькуляций. Ещё одна разновидность индексации, при которой происходит регулярная проверка и обновление сметных данных в течение всего срока строительства.

3. Использование товарных деривативов. Иногда строительные компании прибегают к покупке производных финансовых инструментов, позволяющих зафиксировать будущую цену товара независимо от реальной инфляции.

4. Прогнозирование инфляции. Продвинутый метод, использующий специализированные модели и математические формулы для прогнозирования будущей инфляции. Такой подход учитывает исторические данные, внешние экономические показатели и тенденции развития отрасли.

5. Заключение контрактов с условием фиксации цен. Этот метод широко применяется крупными строительными компаниями, заключающими договоры с поставщиками на длительное время с указанием фиксированной цены или ограниченной величины роста цен [3].

Каждая из указанных методик имеет свои достоинства и недостатки, выбор подходящей стратегии зависит от специфики проекта, длительности строительства и готовности компании к риску.

Неправильный учёт инфляции может повлечь серьёзные последствия для участников строительного процесса:

- Переоценка инфляции создаёт излишнюю нагрузку на бюджет, увеличивает объём неиспользованных резервов и тормозит реализацию проектов.

- Несоответствие формальному законодательству — нарушение положений Федерального закона № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» может привести к санкциям и юридическим последствиям.

- Недооценка инфляции приведёт к недостатку финансирования, просрочкам выплат подрядчикам и поставщикам, возникновению долгов и судебных разбирательств [4, 5].

Поэтому чрезвычайно важно правильно оценивать инфляционные риски и формировать сметные показатели с учётом реального уровня инфляции.

В условиях высокой инфляции правильное формирование сметных показателей становится залогом успеха любого строительного проекта. Только грамотно выбранная методика учета инфляции позволит избежать финансовых трудностей и сохранить управляемость процессом строительства. Необходим постоянный мониторинг инфляционных рисков и последовательное применение предложенных методик для повышения стабильности и инвестиционной привлекательности отечественного строительного рынка.

Список литературы

1. Широков А.А., Моисеев А.К., Гусев М.С. Формирование ценовой динамики в России на фоне ускорения глобальной инфляции // ЭКО. 2022. № 4 (574). С. 94-112.

2. Игнатьев А.В., Боркунов В.А., Рябова Е.А., Панов А.В., Иванов В.В., Адамия Д.Д. Разработка методики формирования сметы строительного объекта на основе его информационной модели // Инженерный вестник Дона. 2021. № 12 (84). С. 488-495.

3. Османова М.М., Хайбулаев М.Х., Махтияев М.М. Формирование смет в строительстве // Гуманитарий и социум. 2021. № 2. С. 25-30.

4. Пучкова Ю.И. Профессиональная самореализация женщины в современных социокультурных условиях России // диссертация на соискание ученой степени кандидата социологических наук / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет». Курск, 2007.

5. Хамидулина Д.Г., Фролов А.Е. Учёт инфляции при оценке эффективности инвестиций // Глобальная экономика в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий. Сборник научных статей по итогам работы третьего круглого стола с международным участием. 2020. С. 111-113.

6. Горохов, И. А. Сталинские высотки / И. А. Горохов // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 11(1095). – С. 28-33. – EDN CPGZQN.

7. Перспективы внедрения инфраструктурной карты в городе Курске / Е. А. Журбенко, А. С. Солошенко, А. О. Гладышкин, И. А. Горохов // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 195-197. – EDN MAESYN.

8. Гладышкина, Ю. И. Страхование строительно-монтажных рисков в городе Курске / Ю. И. Гладышкина, А. О. Гладышкин, И. А. Горохов // Будущее науки - 2024 : Сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 97-99. – EDN IVJSQK.

9. Строительные профессии с ярко выраженным женским профилем / Ю. И. Гладышкина, А. О. Гладышкин, С. В. Солошенко, И. А. Горохов // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения : Сборник научных статей 14-й Международной научно-практической конференции, Курск, 28 июня 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 423-426. – EDN AWACON.

ГОРОБЕЦ ОКСАНА ОЛЕГОВНА, студент
ЗАВИДОВСКИЙ НИКИТА ВИТАЛЬЕВИЧ, студент

Юго-западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: oxanagorobetss@gmail.com)

ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ СТЕН КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ РОССИИ

В статье рассматриваются актуальные проблемы выявления скрытых дефектов стен кирпичных зданий, относящихся к объектам исторического и культурного наследия городов России. Проанализированы существующие методы и инструменты диагностики, выявлены недостатки и разработаны рекомендации по эффективному поиску и устранению скрытых дефектов в условиях ограниченной видимости и сложного доступа к внутренним поверхностям стен. Предлагается комплексный подход, включающий сочетание визуального осмотра, инструментальных методов и экспертного анализа документации.

Ключевые слова: особенности, скрытый дефект, стена, кирпич, здание, историческая застройка, поиск, поверхность, инструментальный метод, экспертный анализ, документация.

Сохранение исторической городской застройки является важной частью культурной политики многих регионов России. Однако многочисленные объекты, входящие в реестр памятников архитектуры, испытывают серьезные угрозы разрушения из-за износа конструкций, негативных погодных условий и недостатка финансирования на профилактику и капитальный ремонт. Одним из наиболее уязвимых элементов таких зданий являются наружные и внутренние стены, выполненные из кирпича.

Выявление скрытых дефектов кирпичных стен становится серьезной проблемой, поскольку внешние признаки повреждения нередко появляются уже на поздних стадиях разрушения. Например, внешний слой кладки может выглядеть вполне удовлетворительно, в то время как внутренняя часть стены испытывает глубокие трещины, расслоения и даже карбонизацию кирпича. Своевременное выявление и устранение таких дефектов позволяет избежать катастрофических последствий и уменьшить финансовые затраты на последующие ремонтные работы.

Скрытые дефекты могут проявляться как нарушения целостности кирпичной кладки, вызванные разными причинами:

- Расслоение кладки: происходит из-за неоднородности плотности кирпича и растворов, разной усадки материалов, различий в качестве кладки.
- Коррозия металлической арматуры: наличие железных закладных деталей в стене ведет к возникновению ржавчины, что вызывает расширение материала и образование трещин.

- Карбонизация кирпича: взаимодействие углекислоты с кальцитом, содержащимся в кирпиче, приводит к разложению кальция и потери прочности.
- Образование солевых отложений: возникает вследствие миграции соли из грунта или штукатурного покрытия, приводящей к расслаиванию облицовочного слоя [1].

Некоторые из этих дефектов проявляются медленно и незаметно, поэтому их выявление требует специализированного инструментария и профессионального подхода.

Существует несколько основных групп методов выявления скрытых дефектов. Рассмотрим их подробнее.

Несмотря на простоту, визуальный осмотр остаётся важным инструментом первичной диагностики. Признаки скрытого повреждения могут проявиться в виде вертикальных или горизонтальных трещин, следов высолов, выпадения кирпича или раствора. В некоторых случаях осмотр проводится с привлечением бинокля или видеокамер для лучшего обзора труднодоступных участков.

Геофизические методы основаны на исследовании физического отклика материалов при прохождении определенных полей (электромагнитных, электрических, ультразвуковых):

- Термометрия: регистрация разницы температур помогает локализовать участки с трещинами и дефектами теплоизоляции.
- Радиометрия: позволяет установить толщину стены и положение металлического каркаса.
- Электрометрия: измерение удельного сопротивления стенок позволяет обнаружить места скопления влаги и потенциальные очаги коррозии [2].

Однако каждый из этих методов имеет ограничения, связанные с толщиной и составом стены, наличием декоративных элементов и покрытием поверхности.

Эндоскопы и миниатюрные камеры позволяют осмотреть внутреннюю полость стены, доступ к которой затруднен или невозможен. Такая методика полезна для выяснения характера повреждений и количества рядов кладки.

Лабораторные исследования образца кирпича и раствора помогают точно определить причину разрушения и разработать стратегию устранения дефектов. Среди популярных лабораторных тестов:

- Проверка химической стойкости материала.
- Тест на содержание хлоридов и сульфатов.
- Определение коэффициента поглощения влаги [3].

Этот метод дополняет инструментальные методы и подтверждает предположения о причинах появления дефектов.

Практика показывает, что наиболее эффективным способом выявления скрытых дефектов является интеграция нескольких методов. Комплексный подход подразумевает следующее:

- Первичный визуальный осмотр для установления ориентировочных границ повреждений.
- Выбор подходящего инструмента для дополнительной диагностики: эндоскопа, прибора электромагнитного сканирования, устройства радиометрии.

○ Выполнение пробных вырезов и забор проб материала для последующего лабораторного анализа.

○ Повторная проверка с помощью других приборов для верификации результатов [4].

Такой подход позволяет свести к минимуму риск ошибочной диагностики и преждевременного начала масштабных ремонтных работ.

Чтобы успешно решать проблему выявления скрытых дефектов стен кирпичных зданий, целесообразно предпринимать следующие шаги:

○ Организация регулярных проверок технического состояния памятников архитектуры силами квалифицированных специалистов.

○ Создание централизованного банка данных с информацией обо всех выявленных дефектах и проведенных работах.

○ Внедрение дистанционных методов диагностики, таких как тепловизионное и радиографическое обследование.

○ Поддержка инициативы волонтерских движений, помогающих сохранять культурное наследие [5].

Выявление скрытых дефектов стен кирпичных зданий является сложной задачей, требующей объединения усилий профессионалов и новейших достижений науки и техники. Решение этой проблемы станет залогом сохранения исторического облика городов России и поддержания культурного разнообразия нашего народа.

Список литературы

1. Петрянина Л.Н., Хакимзода Б.М., Стешин К.М. Причины возникновения дефектов в кирпичной кладке наружных стен гражданских зданий // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2025. № 1 (56). С. 222-228.

2. Калашников В.А., Полосков И.К., Давудов А.А. Анализ современных методов усиления кирпичных стен исторических зданий // Водные ресурсы - основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке. Сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах. Тюмень, 2024. С. 149-153.

3. Веселов В.В., Анцифоров А.И. Современные способы усиления кирпичных стен исторических зданий // Проектирование и строительство высотных зданий и сооружений. Сборник научных трудов. Москва, 2025. С. 67-70.

4. Сокол Ю.В. Исследование свойств кирпича в составе наружных стен зданий исторической застройки Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 1 (84). С. 117-120.

5. Гладышкина Ю.И., Гладышкин А.О., Горохов И.А. Перспективы использования отходов различной природы при производстве керамических материалов и изделий // Молодежь и XXI век - 2025. Сборник научных статей 14-й Международной молодежной научной конференции. Курск, 2025. С. 105-108.

6. Горохов, И. А. Сталинские высотки / И. А. Горохов // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 11(1095). – С. 28-33. – EDN CPGZQN.

7. Перспективы внедрения инфраструктурной карты в городе Курске / Е. А. Журбенко, А. С. Солошенко, А. О. Гладышкин, И. А. Горохов // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 195-197. – EDN MAESYN.

8. Гладышкина, Ю. И. Страхование строительно-монтажных рисков в городе Курске / Ю. И. Гладышкина, А. О. Гладышкин, И. А. Горохов // Будущее науки - 2024 : Сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 97-99. – EDN IVJSQK.

9. Строительные профессии с ярко выраженным женским профилем / Ю. И. Гладышкина, А. О. Гладышкин, С. В. Солошенко, И. А. Горохов // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения : Сборник научных статей 14-й Международной научно-практической конференции, Курск, 28 июня 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 423-426. – EDN AWACON.

ГОРОХОВ ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

E-mail: 0909rebus12@gmail.com

АНАЛИЗ ВЫСОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ САНКТ-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 дореволюционный России. В данной статье мы рассмотрим все высотные (небоскрёбы) здания в городе.

№	Наименование здания	Высота, м	Год постройки	Тип здания	Комментарий
1	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
2	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
3	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
4	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
5	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
6	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
7	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
8	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
9	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире
10	Небоскрёб "Спирит" (Спирит-Тор)	291,0	2017	Офисно-деловое	Самое высокое здание в Европе и 11 в мире

а
б
Рисунок 1 – Список самых высоких зданий Санкт-Петербурга (а-первая часть списка; б-вторая часть списка)

Регулировать застройку в нашем городе начали с момента его основания. Еще по воле Петра Первого дома стали возводить по типовым проектам "единой фасадой" по "красным линиям и в один горизонт".

Самыми высокими сооружались здания, посвященные Богу - храмы. Перенеся в 1712 году столицу в Петербург, Петр Великий приступил к строительству главного культового сооружения новой России – Петропавловского собора (рис. 2, а). Естественно, что он стал и самым высоким в городе – 112 метров (рис. 2, б) (позже, в два этапа, выросшим до нынешних 122,5 м).



Рисунок 2 – Петропавловский собор (а-современное фото; б-старинное фото)

Последующие правители, продолжая активно возводить храмы, зачастую мечтали превратить их в памятники своей эпохе. Так, Елизавета Петровна задумала у основанного ею Смольного монастыря соорудить 170-метровую колокольню – самую высокую в России. Но Семилетняя война и преждевременная кончина императрицы поставила на этих планах крест. Екатерина Вторая проект похоронила потому, что не было денег.

Наместники Бога на земле – императоры – с трепетом относились и к статусу своих резиденций, которые также должны были доминировать в городской застройке. Утвержденный Николаем Первым в 1844 году Строительный устав запретил строить здания выше 23,5 метров (выше Зимнего дворца).

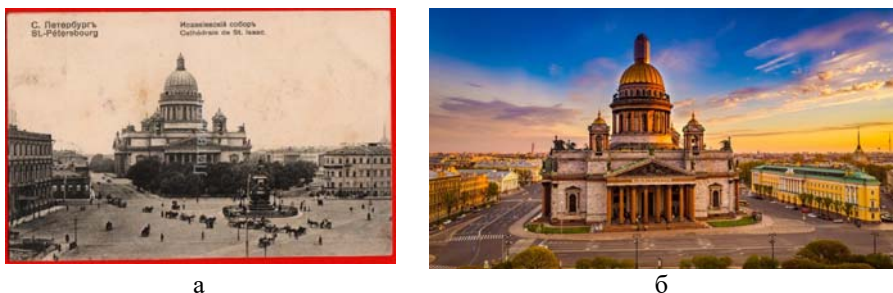


Рисунок 3 – Исакиевский собор (а-старинное фото; б-современное фото здания)

Великая победа над Наполеоном потребовала появления новых доминант, призванных подчеркнуть выросшее влияние Российской империи. Она же привела и к распространению новой архитектурной манеры – русского ампира, – являвшейся переосмыслением архитектурного стиля поверженного противника. Воплощением амбиций новой России стал Исакиевский собор (рис. 3). Он вознесся к небу на 101,5 метра и вошел в четверку крупнейших купольных соборов Европы.

А в центре Дворцовой площади на 47,5 м ввысь взметнулась Александровская колонна (рис. 4, а), увековечившая имя царя, победившего Бонапарта. Главным требованием к ее строительству являлась именно высота, поскольку она обязана была стать выше Вандомской колонны (рис. 4, б) (44,3 м) в Париже, прославлявшей победы французского императора.

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/XLdH1dB94wCzaKQu?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. "Лакhta 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%82%D0%BE%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=m4vlxg1ct7102688947 (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_centr (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-okraine/> (дата обращения: 19.12.2024)

13. Телебашня в Санкт-Петербурге / Рувики https://ru.wikipedia.org/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., Shulyatuev, O., & 2. Shulyatuev, S. (2018). «Лахта Центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и осн ия. 3. ACADEMIA. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, (4), 94-108. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2018-4-94-108>

ЗИЛЬБЕРОВ РОМАН ДМИТРИЕВИЧ, аспирант

БУНЕСКУ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Статья посвящена анализу организационно-технологических аспектов судебной строительно-технической экспертизы в современных реалиях. Подчеркивается возрастающая роль информационных технологий в оптимизации экспертной работы, а также рассматриваются организационно-технологические подходы проведения экспертных исследований.

Ключевые слова: экспертиза, объект исследований, функции эксперта, задачи эксперта, информационные технологии.

Строительная отрасль характеризуется комплексностью технологических процессов и производственных операций, в ходе реализации которых нередко фиксируются отклонения от нормативных требований. В связи с этим назначаются различные виды строительно-технических экспертиз для выявления нарушений, неточностей, а также для доказательства совершения того или иного преступления в области строительства и смежных ему отраслей. Ежегодно в Российской Федерации суды рассматривают огромное количество дел, связанных с различными нарушениями, спорами и проблемами в области строительства.

Судебная строительно-техническая экспертиза играет ключевую роль в обеспечении безопасности и законности строительных процессов, однако ее проведение сталкивается с комплексом организационных и технологических проблем [1]. Основная сложность заключается в недостаточной регламентации процедур и отсутствии единых стандартов, что приводит к неоднозначности результатов и сложностям в их интерпретации.

В рамках судебной строительно-технической экспертизы может быть проведено исследование фактического состояния строительного объекта и его элементов, определение объема, стоимости и качества выполненных ремонтно-строительных работ, определение соответствия строительного объекта требованиям нормативной документации, определение соответствия объема и качества фактически выполненных работ договорной и исполнительной документации и пр.

Российское законодательство достаточно полно регулирует многие аспекты, связанные с недвижимостью, начиная от правил оформления договоров купли-продажи и заканчивая переводом объекта недвижимости из одной категории в другую [2]. Эксперт, обладающий специальными познаниями в области строительства, должен также обладать знаниями действующих нормативно-правовых актов в области строительного производства. Однако в некоторых случаях эксперты сталкиваются с ситуациями, описание которых в законе упрощено или вовсе отсутствует. Кроме того, эксперты могут сталкиваться с трудностями толкования определений, которые не дают полного разъяснения.

Существенная часть вопросов суда при назначении строительно-технической экспертизы касается качества отдельных конструкций или здания в целом [3]. Качество строительной продукции может снижаться как на этапе проектирования из-за некорректных проектных решений, так и на этапе строительства из-за использования недопустимых материалов, инструментов, а также нарушений технологии строительства. Качество может ухудшаться на этапе эксплуатации ввиду естественных причин, стихийных бедствий, неправильных условий эксплуатации объектов. При проведении судебной строительно-технической экспертизы, в том числе по определению качества строительной продукции, применяется значительный объем инструментов и методов. В зависимости от вопросов, поставленных эксперту, а также вида и состояния объекта, состав применяемых методов подлежит изменению и уточнению.

Технологические аспекты судебной строительно-технической экспертизы включают применение методов визуального, инструментального и лабораторного анализа. Визуальное обследование позволяет выявить грубые нарушения, такие как трещины или отклонения от проектной геометрии конструкций. Однако для точной оценки технического состояния объекта требуются инструментальные методы, которые делятся на разрушающие и неразрушающие [4]. Разрушающий контроль обеспечивает высокую достоверность данных, но при этом приводит к частичному повреждению конструкций. Неразрушающие методы позволяют оценить параметры без нарушения целостности объекта, но их применение ограничено.

Важным этапом экспертизы является подготовка выводов, которые должны отражать соответствие объекта проектной документации, нормам безопасности и эксплуатационным требованиям. Однако нечеткость формулировок в нормативно-правовых актах создает риск субъективной интерпретации результатов. Эксперты вынуждены опираться на общие критерии, такие как функциональ-

ность конструкций и их безопасность, что не всегда позволяет однозначно установить нарушения.

В настоящее время экспертная деятельность в Российской Федерации приобретает все большую популярность при производстве дел различных категорий, вследствие нередких случаев, при которых требуется специалист со знаниями в той или иной области. Благодаря такой тенденции ежегодно увеличивается число экспертов. Судебная строительно-техническая экспертиза не является исключением.

Активное развитие и интеграция информационных технологий обуславливают их растущую востребованность в различных сферах экспертной деятельности, включая судебную строительно-техническую экспертизу. В современном контексте цифровые инструменты занимают ключевое положение в процессах передачи и обработки данных, выступая эффективным средством для достижения качественных результатов профессиональной деятельности [5]. Вместе с тем, уровень информационного обеспечения в отдельных профессиональных областях остается недостаточным для полноценного удовлетворения запросов специалистов в оперативном получении необходимых объективных и достоверных данных.

Для судебного эксперта-строителя критически важным параметром является скорость доступа к актуальной информации. При этом зачастую значительные массивы данных, накопленные за продолжительный период, сохраняются в несистематизированной форме в отдельных профильных учреждениях, что создает объективные препятствия для их цифровизации и, как следствие, исключает возможность оперативного использования экспертами.

Низкая степень оптимизации информационной поддержки деятельности судебных строительно-технических экспертов провоцирует увеличение временных затрат на производство экспертиз. Модернизация информационного обеспечения строительно-технической экспертизы на базе современных программных продуктов и систем позволит автоматизировать решение широкого круга рутинных операционных действий, что в конечном итоге приведет к значительному росту производительности труда экспертов. Внедрение информационных технологий в экспертный процесс создает предпосылки для существенного повышения эффективности работы в данной области.

Список литературы

1. Общая теория судебной экспертизы. Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертиза: монография / Е.В. Виноградова [и др.] – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2018. – 91 с.
2. Петров К.С., Полонская Л.П., Михайлов Е.В. Особенности проведения экспертизы инвестиционно-строительных проектов // Строительство и архитектура – 2025: Материалы международной научно-практической конференции факультета ПГС. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2025. – С. 101-103.
3. Новоселова И.В., Аль-Фатла А.Н.М., Дахнова Т.В. Организационно-технологические положения строительно-технических исследований по определению качества строительных конструкций // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 10. – С. 345-351.
4. Зильберова И.Ю., Новоселова И.В., Жукова А.С., Тарасенко Д.М. Применение прибора неразрушающего контроля в судебной строительно-технической экспертизе // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. – С. 20.

5. Новоселова И.В., Морозов В.Е., Еськов В.С. Оптимизация информационного обеспечения деятельности судебных строительно-технических экспертов // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4 (51). – С. 208.

ИВАНОВА АННА СЕРГЕЕВНА, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: anssvi@yandex.ru)

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Строительство переживает настоящую революцию, вызванную глобальными трендами и изменением запросов общества. Будучи важнейшей отраслью экономики, оно активно внедряет цифровые и устойчивые технологии, отказываясь от устаревших подходов. К 2025-2027 годам эти трансформации окончательно сформируют новый облик строительной индустрии.

Ключевые слова: строительство, отрасль, трансформация, цифровизация, технологии.

Цифровизация коренным образом меняет строительную отрасль. Ключевой технологией стало информационное моделирование (ВМ), которое развивается от создания 3D-моделей к комплексным цифровым копиям объектов.

Госстратегия до 2030 года ставит задачи по повышению цифровой зрелости, трансформации процессов и сквозному внедрению ИТ на всех этапах жизненного цикла объектов. Однако внедрению мешают барьеры: неподготовленность госорганов и застройщиков, дефицит кадров и пробелы в нормативной базе, как, например, после отмены Постановления № 1431 в 2023 году.

Несмотря на это, к 2025 году ВМ становится стандартом для крупных инфраструктурных проектов. Основной тренд – переход к «живым» цифровым двойникам, которые интегрируются с датчиками и ИИ, позволяя не только строить, но и оптимизировать эксплуатацию объектов в режиме реального времени.

Дефицит рабочей силы и рост ее стоимости стимулируют переход к индустриальным методам в строительстве. Модульные технологии, при которых здания собираются из готовых заводских блоков, позволяют сократить сроки возведения объектов на 30-50% и значительно повысить качество за счет строгого заводского контроля. Этот подход особенно перспективен для строительства социальных объектов – школ, больниц и детских садов, а также для работы в удаленных и труднодоступных регионах. Отдельным направлением становится развитие экологичного деревянного домостроения, производящего энергоэффективные домокомплекты. В рамках нацпроекта «Жилье и городская среда» государство поддерживает создание новых промышленных мощностей и формирует реестр типовых проектов для массового применения. Дополнительным стимулом для индустриального строительства частных домов станет подготовка более 72 тысяч гектаров земли в населенных пунктах с заранее подведенной

инфраструктурой, что позволит гражданам быстрее и дешевле строить жилье с использованием ипотечных программ.

Трансформация строительной отрасли требует кардинального обновления системы управления. Ключевой задачей становится формирование новой градостроительной политики, направленной на преодоление дисбалансов в развитии территорий и повышение качества городской среды. Сегодня документы территориального планирования часто не синхронизированы, что ведет к хаотичной застройке, перегруженности инфраструктуры и нехватке социальных объектов. Для решения этих проблем Стратегия предусматривает консолидацию генплана и правил землепользования в единый документ, полный перевод процедур в цифровой формат, а также создание Единого института пространственного планирования для методологической поддержки. Особый фокус делается на развитии городских агломераций, где единая политика на межмуниципальном уровне поможет снизить нагрузку на центры и создать комфортную среду на периферийных территориях.

Ключевым вызовом для строительной отрасли остается острый дефицит квалифицированных кадров, который к 2030 году может достичь 300-400 тысяч человек. Это связано как с сохраняющимся представлением о строительстве как о непрестижной сфере, так и с появлением принципиально новых требований к компетенциям. Современным специалистам необходимы навыки работы с BIM-технологиями, дронами, 3D-печатью и специализированным ПО.

Для преодоления кадрового разрыва реализуются системные меры: обновление образовательных стандартов, создание цифровых платформ для обучения, развитие программ переподготовки и стажировок. Особое внимание уделяется подготовке специалистов будущего - операторов строительных 3D-принтеров, BIM-менеджеров, инженеров по умным системам зданий.

Параллельно ведется работа по повышению престижа профессии через курсы профессионального, демонстрирующие, что современное строительство сочетает физический труд с высокими технологиями и требует творческого подхода.

Строительная отрасль все активнее использует механизмы частно-государственного партнерства (ГЧП) для финансирования масштабных инфраструктурных проектов. Эта модель позволяет привлекать частные инвестиции в строительство и эксплуатацию объектов транспортной и социальной инфраструктуры, распределяя риски и снижая нагрузку на бюджет.

Однако развитию ГЧП препятствуют такие факторы, как недостаточная прозрачность процедур, сложности в оценке рисков и несовершенство нормативной базы. Для активизации этого процесса необходимы меры по укреплению доверия инвесторов через создание стабильных правовых условий и упрощение административных процедур.

Параллельно отрасль осваивает новые направления инвестирования, включая расширение сотрудничества со странами Азии, Ближнего Востока и Африки. Экспорт строительных услуг и технологий становится перспективным направлением роста, особенно в рамках международных инфраструктурных проектов,

что открывает дополнительные возможности для финансирования развития отрасли в условиях текущих геополитических вызовов.

Таким образом, современная трансформация строительной отрасли выходит далеко за рамки простого внедрения новых технологий. Это глубинное изменение самой парадигмы создания и управления жизненным пространством. В новой реальности строительство превращается в ключевой элемент обеспечения устойчивого развития, технологического суверенитета и качества жизни, определяя не только экономические показатели, но и социальное благополучие общества.

Список литературы

1. Поданов, В. О. Оценка жаропрочности новых сплавов, полученных из отходов сплава ЖС6У электроэрозийным диспергированием / В. О. Поданов, Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // Современные проблемы и направления развития металлургии и термической обработки металлов и сплавов : сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 123-127. – EDN JYKAUJ.
2. Агеева, Е. В. Электроэрозийный порошок, полученный из отходов сплава ТН20 / Е. В. Агеева, Н. М. Хорьякова, Б. Н. Сабельников, А. Е. Агеева. – Курск : ЗАО Университетская книга, Планета+, 2024. – 230 с. – EDN FKJMAW.
3. Ageev, E. V. Composition, structure, and properties of heat-resistant alloys samples made from powders obtained by electroerosion of waste nickel alloys in kerosene / E. V. Ageev, A. S. Pereverzev, S. V. Khardikov, B. N. Sabelnikov // Non-Ferrous Metals. – 2023. – No. 1. – P. 32-35. – DOI 10.17580/nfm.2023.01.05. – EDN YJXXXX.
4. Агеева, Е. В. Исследование фазового состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 50-54. – EDN MODTTZ.
5. Агеева, Е. В. Оптимизация процесса получения порошковых материалов для производства твердосплавного режущего инструмента электродиспергированием металлоотходов сплава ТН20 в воде / Е. В. Агеева, Н. М. Хорьякова, Б. Н. Сабельников, А. Е. Агеева // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2024. – Т. 28, № 1. – С. 27-43. – DOI 10.21869/2223-1560-2024-28-1-27-43. – EDN MCAHXV.
6. Агеева, Е. В. Исследование элементного состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 10–11 февраля 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 18-22. – EDN MOPZKV.
7. Агеева, Е. В. Гранулометрический состав порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 25-29. – EDN SEFKCC.

ИВАНОВА АННА СЕРГЕЕВНА, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: anssvi@yandex.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В 2025 ГОДУ

Строительная отрасль к 2025 году сталкивается с комплексом вызовов: ужесточение регулирования, усложнение проектов, дефицит кадров и постоянное давление на бюджеты. В ответ компании проводят радикальную перестройку логистики, выводя ее из разряда вспомогательных функций в статус стратегического приоритета. От эффективности управления поставками и складированием теперь напрямую зависит конкурентоспособность и устойчивость строителей.

Ключевые слова: строительство, отрасль, логистика, эффективность, ресурсы.

Строительная логистика - это слаженная система, которая обеспечивает стройку всем необходимым: от кирпичей и чертежей до рабочих бригад. Ее главная задача - доставить нужные ресурсы в нужное место, в нужное время и с оптимальными затратами.

По сути, это филигранное управление потоками, которое исключает простои, переполнение складов и срывы дедлайнов.

Все сводится к простому принципу: доставить что нужно, куда нужно, когда нужно и за адекватные деньги.

Сегодня строительная логистика – это сложный пазл, который нужно грамотно собрать. Всё начинается с жёсткого планирования поставок, где каждый кирпич или куб бетона должен прибыть точно к началу работ, для чего графики синхронизируются с календарным планом проекта, часто через BIM-модели. Чтобы не захламлять ограниченное пространство стройплощадки, активно применяется подход «точно в срок» (Just-in-Time), когда материалы подвозятся не складскими партиями, а по мере необходимости, что экономит место и снижает риски.

Не менее важна интеллектуальная организация перевозок: под каждый тип груза подбирается свой транспорт – манипуляторы для паллет с кирпичом, тентованные фуры для сыпучих материалов, тралы для габаритных конструкций, – с обязательным учётом «последней мили»: пропускного режима, узких подъездных путей и даже городских ограничений на движение фур.

Цифровизация стала нервной системой всей этой работы. TMS-системы и GPS-мониторинг в реальном времени следят за транспортом, BIM моделирует не только объект, но и потоки поставок, а ЭДО моментально передает документы и фотоотчеты. При этом логистика не заканчивается с доставкой: она включает и обратный вывоз мусора, тары и излишков – это критично для порядка и экологии.

Поскольку в процессе задействованы десятки участников – от поставщиков до подрядчиков, – ключевую роль играет координация: её обеспечивает штатный логист на площадке, общие чаты для оперативной связи и чёткие SLA. Всё чаще компании предпочитают не делать это самостоятельно, а передавать на аутсорсинг специализированным провайдерам, которые берут на себя весь комплекс задач. Завершает картину логистика трудовых ресурсов - организация доставки и размещения бригад, без чего невозможна ни одна стройка.

Современные строительные логистические решения уже демонстрируют впечатляющие результаты по всей России. В Санкт-Петербурге на стройке высотного комплекса используют цифрового двойника, который в реальном времени отслеживает поставки и движение техники, что позволило сократить простои на 25% и избежать внутренних «пробок».

В Казани компания внедрила ИИ-систему управления запасами: она анализирует данные с камер и автоматически заказывает материалы за 3 дня до их окончания, что снизило излишки на складе на 40% и полностью исключило простои.

Для работы в сложных условиях, например, при строительстве ЛЭП в горах Краснодарского края, применяются дроны-курьеры, доставляющие мелкие грузы за 20 минут вместо 4 часов, экономя до 80% логистических расходов.

В Подмоскovie логистический хаб консолидирует окна, сантехнику и электрооборудование от разных поставщиков для 12 строек, сократив число заездов на объекты на 60%. А в Новосибирске, на строительстве аэропорта, беспилотные самосвалы работают круглосуточно, увеличив производительность перевозок на 35%.

Повседневную работу трансформируют мобильные приложения: как в компании «ГрандСтрой», где прорабы в реальном времени видят статус каждой поставки и получают уведомления о задержках, что ускорило согласования в 3 раза. Многие застройщики, как Екатеринбург, полностью передают логистику на аутсорсинг, экономя до 22% издержек.

Финальный штрих – экологичная логистика: в центре Курска для реконструкции исторического здания используется только электротранспорт, что обеспечивает соблюдение строгих экологических норм.

Таким образом, выстроенная логистика – это ключевой фактор успеха проекта, который напрямую влияет на соблюдение графика, управляемость затрат и отсутствие неожиданных сбоя.

Список литературы

1. Поданов, В. О. Оценка жаропрочности новых сплавов, полученных из отходов сплава ЖС6У электроэрозионным диспергированием / В. О. Поданов, Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов : сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 123-127. – EDN YUKAIJ.

2. Сабельников, Б. Н. Системы удаленного диагностирования автотранспортных средств / Б. Н. Сабельников, В. И. Козликин // Современные автомобильные материалы и технологии

(САМИТ-2017) : Сборник статей IX Международной научно-технической конференции, Курск, 26–27 октября 2017 года / Ответственный редактор Е.В. Агеев. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 179-183. – EDN ZSCSIX.

3. Ageev, E. V. Composition, structure, and properties of heat-resistant alloys samples made from powders obtained by electroerosion of waste nickel alloys in kerosene / E. V. Ageev, A. S. Pereverzev, S. V. Khardikov, B. N. Sabelnikov // Non-Ferrous Metals. – 2023. – No. 1. – P. 32-35. – DOI 10.17580/nfm.2023.01.05. – EDN YIJXXX.

4. Агеева, Е. В. Исследование фазового состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 50-54. – EDN MODTTZ.

5. Сабельников, Б. Н. Особенности диагностики неисправностей автомобильного транспорта / Б. Н. Сабельников, В. И. Козликин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016) : сборник статей VIII Международной научно-технической конференции, Курск, 24–25 ноября 2016 года / Ответственный редактор Е.В. Агеев. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 350-354. – EDN USXVLX.

6. Агеева, Е. В. Исследование элементного состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 10–11 февраля 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 18-22. – EDN MOPZKV.

7. Агеева, Е. В. Гранулометрический состав порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 25-29. – EDN SEFKCC.

КАРПОВА ГАЛИНА ВЯЧЕСЛАВОВНА, к.ф.м.н., доцент
ЛЕМЕСЬЕВ РОМАН АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
СУЧИЛКИН ВАДИМ ВИКТОРОВИЧ, старший преподаватель
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: lemesevroman729@gmail.com)

РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МОСТОСТРОЕНИИ: ОТ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДО КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье представлен анализ современных технологий в мостостроении, разрабатываемых и активно внедряемых в Российской Федерации. Рассмотрены особенности российских нормативных документов (СП), отечественных программных комплексов для расчета конструкций, а также уникальные материалы и методы строительства, апробированные на знаковых инфраструктурных проектах. Особое внимание уделено вычислительному анализу опорных систем мостов с позиции российских стандартов, где детально разбираются физические силы и моменты, действующие на опоры, и методы их математического моделирования. Показано, что развитие отечественных технологий позволяет эффективно реализовывать масштабные проекты в условиях импортозамещения, обеспечивая безопасность, долговечность и экономическую эффективность транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: российское мостостроение, СП (Свод правил), Нормы, МКЭ, опорная система, отечественные САПР, композитные материалы, мониторинг.

Введение. Отечественное мостостроение, обладающее богатыми историческими традициями, в настоящее время переживает этап активной технологической модернизации. Реализация таких масштабных проектов, как Крымский мост, совпала с необходимостью развития собственной научно-технической и производственной базы в условиях меняющихся экономических условий. Это стимулировало развитие полного цикла компетенций – от создания нормативной документации и программного обеспечения до производства новых материалов и внедрения систем мониторинга. Целью данной статьи является систематизация ключевых российских технологий и методов, определяющих современный облик отрасли.

1. Физические силы и моменты, действующие на опоры мостов (по примеру конструкции на рисунке)



1.1 Вертикальные нагрузки

Формируют продольное сжатие в стойках. Суммарная сила — ключевая для проверки прочности и устойчивости.

Постоянные: Собственный вес пролётного строения, покрытия, ограждений.

Подвижные: Нагрузка от транспорта, создающая значительные дополнительные усилия для расчёта на несущую способность и осадку.

1.2 Горизонтальные нагрузки

Создают изгибающий момент в основании опоры.

Ветровые: Давление ветра на пролётное строение и опору.

Ледовые: Статическое и динамическое давление льда.

Гидродинамические: Сила течения воды на подводную часть опоры.

Транспортные: Тормозные и центробежные усилия.

Сейсмические: Инерционные горизонтальные силы.

1.3 Силы от взаимодействия с водой (на погружённую часть)

Учитываются как переменные нагрузки с коэффициентами динамичности.

Гидростатическое давление (растёт с глубиной).

Гидродинамическая сила течения.

Вихревые колебания, способные вызвать резонанс.

Волновые нагрузки.

1.4 Температурные и усадочные воздействия

Вызывают не нагрузки напрямую, а: горизонтальные перемещения пролётно-го строения. Соответствующие реакции и напряжения в опорах и ростверках.

2. Отечественная нормативная база и вычислительные методы

Основу проектирования мостов в России составляют своды правил (СП) — актуализированные версии советских СНиПов, адаптированные под современные материалы, технологии и опыт эксплуатации.

2.1. Ключевой нормативный документ:

СП 35.13330.2011 "Мосты и трубы" (акт. СНиП 2.05.03-84*)

Главный документ для проектировщика, который регламентирует:

Основные принципы проектирования (предельные состояния, надежность).

Требования к расчетам на прочность, устойчивость и выносливость.

Конструктивные требования к элементам моста: пролетным строениям, опорам, фундаментам.

Особенности проектирования в сложных условиях (сейсмика, вечная мерзлота).

2.2. Отечественные программные комплексы

В России широко используются специализированные ПК, адаптированные под национальные стандарты:

SCAD Office: Лидер рынка для сложных пространственных расчетов, подбора армирования.

ЛИРА-САПР: Мощный комплекс с учетом нелинейности материалов и стабильности строительства.

МОНОМАХ-САПР: Специализированное ПО для мостов с автоматизацией сбора нагрузок.

Эти системы позволяют проводить детальный анализ напряженно-деформированного состояния опор, моделировать их работу в грунте и проверять на прочность, устойчивость и трещиностойкость.

3. Российские разработки в области строительных материалов

Отечественная промышленность предлагает ряд конкурентоспособных материалов для мостостроения:

Высокопрочные и сульфатостойкие бетоны: Разработаны составы бетонов классов В80-В100 и выше, обладающие повышенной долговечностью в агрессивных средах. Активно применяются модифицирующие добавки российского производства (суперпластификаторы, противоморозные добавки).

Стали повышенной и высокой прочности: Российские металлургические комбинаты выпускают листовую и фасонный прокат из сталей марок С390К, С440К и др., которые используются в сварных пролетных строениях балочных и вантовых мостов.

Композитная арматура: Налажено отечественное производство стекло- и базальтопластиковой арматуры. Ее применение для гибкой арматуры в элементах опор, находящихся в зоне переменного уровня воды, позволяет резко повысить коррозионную стойкость и долговечность.

4. Отечественные строительные технологии

Российские проекты демонстрируют высокий уровень строительных технологий:

Технология «стена в грунте» Широко применяется для возведения ограждений котлованов опор в стесненных городских условиях и в водонасыщенных грунтах.

Устройство буронабивных свай большого диаметра (до 2.5 м и более): Отработанная технология, позволяющая передавать значительные нагрузки на глубокие прочные грунты. Использование отечественных буровых установок и обсадных инвентарных труб обеспечивает высокое качество работ.

Метод надвигки пролетных строений. Успешно, применялся на многих объектах (например, на строительстве мостов через р. Волгу). Позволяет монтировать тяжелые пролетные строения без устройства дорогостоящих подмостей, что особенно актуально при пересечении судоходных рек.

Заключение. Современное российское мостостроение демонстрирует способность к самостоятельному технологическому развитию. Наличие работоспособной нормативной базы, мощных отечественных программных комплексов для расчета, развитой производственной базы строительных материалов и уникального опыта строительства в сложных инженерно-геологических и климатических условиях формирует целостную и конкурентоспособную технологическую экосистему. Дальнейшее развитие видится в углубленной цифровизации, расширении применения композитных материалов и создании интеллектуальных систем управления жизненным циклом мостовых сооружений на основе отечественных решений.

Список литературы

1. СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы». Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*.
2. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
3. Карпенко Н.И., Коловский В.Л. Современные проблемы механики мостовых сооружений. – М.: АСВ, 2018. – 420 с.
4. Пермяков В.Б., Штейнберг А.С. Опыт применения отечественных программных комплексов SCAD и ЛИРА при проектировании уникальных мостовых переходов // Строительная механика и расчет сооружений. – 2020. – № 4. – С. 45-51.
5. Карпушин, В.Б., Малявина, О.В. Современные методы расчета мостовых конструкций в программном комплексе SCAD Office // Строительная механика и расчет сооружений. — 2019. — № 4 (279). — С. 56-61.

КАРПОВА ГАЛИНА ВЯЧЕСЛАВОВНА, к.ф.-м.н., доцент
КУРОВИЦКИЙ МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ, студент
СУЧИЛКИН ВАДИМ ВИКТОРОВИЧ, старший преподаватель
 Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
 (e-mail: m.kurovitsky@yandex.ru)

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ПОД ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКОЙ: ПОЧЕМУ НЕБОСКРЕБЫ РАСКАЧИВАЮТСЯ, НО НЕ ПАДАЮТ

В данной статье рассматриваются физические принципы и математические модели, лежащие в основе поведения высотных зданий под воздействием ветровой нагрузки. Объясняется, почему колебания являются неотъемлемым моментом для современных небоскребов, а не признаком опасности. Анализируются ключевые концепции: аэродинамические силы, собственная частота, демпфирование и инновационные инженерные решения, такие как tuned mass dampers.

Ключевые слова: Физико-математический анализ, высотное здание, небоскреб, ветровая нагрузка, колебания, раскачивание, динамика сооружений, аэродинамика, срыв вихрей, собственная частота, резонанс, демпфирование, динамический гаситель колебаний, Tuned Mass Damper, уравнение движения, прочность, устойчивость.

Введение. Современные мегаполисы немыслимы без силуэтов небоскребов, устремляющихся ввысь на сотни метров. Важно понять фундаментальный парадокс: способность раскачиваться — это и есть главный механизм выживания небоскреба. Жесткая, неподвижная конструкция такой высоты была бы разрушена ветром. Гибкость и упругость позволяют зданию «уворачиваться» от нагрузок, поглощая и рассеивая энергию ветра.

Цель данной статьи — простым языком разобрать физико-математические основы этого явления, показав, что за кажущейся простотой колебаний скрывается сложный и продуманный инженерный расчет.

1. Физика ветрового воздействия: почему возникает сила? Ветер — это не просто равномерный поток воздуха. У поверхности земли он турбулентен, его скорость и направление постоянно меняются. При обтекании препятствия, каким является небоскреб, возникают сложные аэродинамические явления.

Сила лобового сопротивления высотного здания. Эта сила действует в направлении ветра и стремится «опрокинуть» здание. Она описывается упрощенной формулой, знакомой из курса общей физики:

$$F = C_x \frac{\rho V^2}{2} S$$

C_x — коэффициент лобового сопротивления;
 ρ — плотность газа;

V – скорость газа относительно тела;

S – площадь Миделя.

Важный вывод: Сила сопротивления растет пропорционально квадрату скорости ветра (V^2). Это означает, что при удвоении скорости ветра нагрузка на здание увеличивается вчетверо. Именно поэтому ураганы представляют такую серьезную опасность. [2]

2. Срыв вихрей и поперечные колебания. Это более интересное и опасное явление. Когда ветер обтекает любое тело, в том числе и здание, с его боковых сторон происходит периодический срыв воздушных вихрей. Это создает зону пониженного давления то с одной, то с другой стороны (Рис.1).

В результате, помимо силы, направленной по ветру, на здание действует переменная сила, перпендикулярная направлению ветра, которая и заставляет его раскачиваться из стороны в сторону. Частота срыва вихрей зависит от скорости ветра и ширины здания. [1,5]

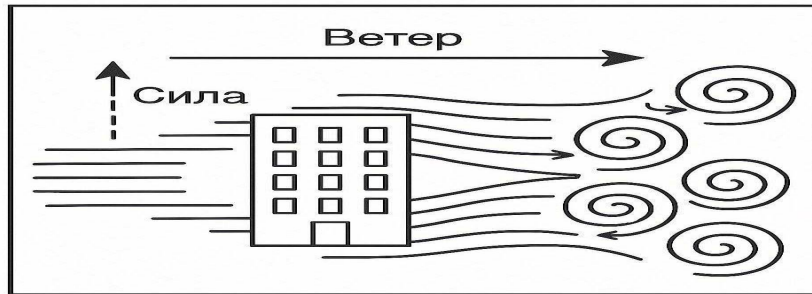


Рисунок 1. Схема срыва вихрей за обтекаемым телом. Вихри образуются попеременно, создавая силу, перпендикулярную направлению ветра.

3. Математическая модель: здание как маятник и пружина. Чтобы анализировать поведение здания, его можно смоделировать как простую физическую систему — консольную балку с сосредоточенной массой наверху. В динамике сооружений используется более сложная, но основанная на тех же принципах модель — система с одной степенью свободы. Уравнение движения такой системы под действием внешней силы:

$$F(t) = mx''(t) + cx'(t) + kx(t)$$

m – эффективная масса здания

$x(t)$ – смещение вершины здания от положения равновесия;

$x'(t)$ – скорость колебаний;

$x''(t)$ – ускорение;

k – жесткость конструкции;

$F(t)$ – внешняя ветровая нагрузка, зависящая от времени. [2,5]

4. Собственная частота (ω) и период колебаний (T). Если представить здание без трения ($c=0$) и без внешней силы ($F(t)=0$), оно будет колебаться подобно гигантскому маятнику. Период колебаний T – это время, за которое здание со-

вершает одно полное колебание "туда-обратно". Ключевая задача проектировщиков — сделать так, чтобы частота срыва вихрей (которая зависит от ветра) никогда не совпала с собственной частотой здания. Если это произойдет, наступит явление резонанса, при котором амплитуда колебаний будет нарастать до тех пор, пока конструкция не разрушится. Яркий пример катастрофического резонанса — обрушение Такомакского моста в 1940 году. Форма современных небоскребов (скругленные углы, спиральные ребра, сужающийся профиль) как раз призвана «размывать» вихри и предотвращать их синхронизацию. [1,2]

5. Демпфирование. Коэффициент ' c ' в уравнении $F(t)$ характеризует демпфирование — способность конструкции гасить колебания. Энергия колебаний не исчезает бесследно, она преобразуется в тепловую за счет:

внутреннего трения в материале конструкций (в стальных балках и сварных швах); трения в соединениях между элементами здания; взаимодействия с фундаментом и грунтом. [3]

6. Инженерные решения: как сделать раскачивание безопасным? Понимание физики процесса позволило инженерам не просто рассчитывать здания на прочность, но и активно управлять их поведением.

Активные и пассивные системы демпфирования. Самым известным устройством является динамический гаситель колебаний (Tuned Mass Damper - TMD). Это гигантский маятник или масса на пружинах, размещенный на верхних этажах небоскреба.

Принцип работы: Собственная частота TMD настраивается в резонанс с собственной частотой здания. Когда здание начинает раскачиваться, маятник-гаситель приходит в движение в противофазе. Если здание смещается влево, маятник смещается вправо, своей инерцией "толкая" здание обратно к центру (Рис. 2). Кинетическая энергия здания передается гасителю и рассеивается там за счет вязких демпферов (похожих на амортизаторы в автомобиле).



Рисунок 2. Принцип работы tuned mass damper (TMD). Масса m движется в противофазе колебаниям здания, гася их.

Классический пример — 660-тонный золотой шар-маятник в небоскребе Тайбэй 101. Во время тайфунов он может отклоняться на несколько метров, компенсируя колебания башни и обеспечивая комфорт людям внутри. [1,3,4]

6.2 Аэродинамические формы. Современные небоскребы редко бывают простыми параллелепипедами. Скошенные углы, скругленные грани, скручивающаяся форма (как у Манхэттен-Уэст в Нью-Йорке) — все это не только дизайн, но и способ "разрушать" вихревые дорожки и снижать амплитуду поперечных колебаний. [2,3]

Заключение. Таким образом, раскачивание небоскребов — это не аномалия, а продуманный и расчетный ответ гибкой и упругой конструкции на ветровую нагрузку. Физико-математический анализ, основанный на модели упругого осциллятора с демпфированием, позволяет с высокой точностью предсказать поведение здания.

Способность небоскреба "играть" с ветром, а не противостоять ему в лоб, является залогом его прочности и долговечности. Изучение этих процессов — яркий пример того, как фундаментальные законы физики и математики находят прямое применение в создании самых впечатляющих инженерных сооружений человечества.

Список литературы

1. Корчинский И. Л. Высотные здания: устойчивость и колебания. — М. : Стройиздат, 1984. — 280 с.
2. Коннор Дж. Дж. Введение в динамику сооружений : пер. с англ. — М. : Стройиздат, 1979. — 320 с.
3. Clough R. W., Penzien J. Dynamics of Structures. — 3rd ed. — Berkeley : Computers & Structures, Inc., 2003. — 738 p.
4. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия. — М. : ФГУП ЦПП, 2011. — 96 с.
5. Болотин В. В., Ананьев И. В. Динамическая устойчивость и аэродинамика высотных сооружений // Строительная механика и расчет сооружений. — 2015. — № 4. — С. 45–49.

КЛЮЕВА ИРИНА ЕВГЕНЬЕВНА, студент

(e-mail: irisha.bod7391@yandex.ru)

СЕМЕНОВА ЭЛЬВИРА ЕВГЕНЬЕВНА, к.т.н., доцент
Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

В статье представлен комплексный анализ принципов энергоэффективного проектирования общественных зданий на примере медицинских учреждений. Исследована нормативно-правовая база Российской Федерации в сфере энергосбережения. Проведен сравнительный анализ здравоохранения, позволивший выявить наиболее распространенные энергосберегающие технологии.

Ключевые слова: энергоэффективность, медицинские учреждения, комплексный подход, проектирование, энергосберегающие технологии, устойчивое развитие.

Повышение энергоэффективности зданий является одним из приоритетных направлений технологического развития РФ [1]. На долю коммунальных платежей в общественных зданиях приходится 20-40% от общих эксплуатационных расходов, что обуславливает высокую актуальность задач энергосбережения [4].

Несмотря на наличие развитой законодательной базы (Федеральный закон № 261-ФЗ, Государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики»), в России сохраняется ряд системных проблем: несовершенство нормативной документации, формальный подход к энергоаудиту, недостаток квалифицированных специалистов и высокая стоимость внедрения инновационных технологий [2, 3].

Таблица 1 - Группировка способов энергосбережения

Активные	Пассивные
Солнечный коллектор	Ориентация дом на юг
Солнечная батарея на основе фотоэлементов	Общая архитектурно-планировочная концепция здания
Тепловой насос	Светлая кровля
Рекуператор	Площадь остекления
Теплообменник	Вентилируемые окна
Теплый пол	Рециркулярный воздухоподвод в плитах перекрытий
Энергосберегающее освещение	Отражённое освещение
Автоматизированная система управления инженерным оборудованием здания	Узел учета энергоресурсов

Таблица 2 - Сравнительный анализ энергосберегающих технологий в медицинских учреждениях

№ п/п	Название объекта	Страна	Примененная технология
1	Бетонный дерматологический кабинет Мэрта Файкуса 	штат Техас, США	- энергоэффективное освещение; - системы отопления, вентиляции и кондиционирования; - умные термостаты; - солнечные панели; - изоляция; - системы управления энергией; - вода и устойчивое управление; - экологически чистые строительные материалы;
2	Медицинский центр Navyas 	Бангалор, Индия	- системы управления энергией; - светодиодное освещение; - энергоэффективные системы hvac; - солнечные панели; - изоляция зданий; - водосберегающие технологии; - умные термостаты и автоматизация; - экологически чистые строительные материалы;
3	Клиника Хирано 	Хирано, Япония	- системы отопления, вентиляции и кондиционирования (hvac); - солнечные панели; - энергоэффективное освещение; - умные технологии управления; - изоляция и строительные материалы;
4	Больница Rey Juan Carlos 	Мостолес, Испания	- системы управления энергией; - солнечные панели; - энергоэффективное освещение; - системы отопления и охлаждения; - изоляция и строительные материалы; - дождевые воды;
5	Центр здоровья мозга Лу Руво 	Лас-Вегас, штат Невада, США	- архитектурные решения; - энергоэффективные системы hvac; - системы управления энергией; - солнечные панели; - устойчивые строительные материалы; - системы сбора дождевой воды;
6	Детская больница 	Сучжоу, Китай	- системы солнечной энергии; - энергоэффективные системы hvac; - умное освещение; - изоляция и строительные материалы; - системы сбора дождевой воды;

Продолжение таблицы 2 - Сравнительный анализ энергосберегающих технологий в медицинских учреждениях

№ п/п	Название объекта	Страна	Примененная технология
7	Аптека для слепых 	Афины, Греция	- умное освещение; - системы автоматизации; - энергоэффективные окна; - натуральные материалы; - системы вентиляции; - доступные технологии;
8	Больница матери и ребенка 	Винни Палмер, США	- системы управления энергией; - энергоэффективное освещение; - системы отопления, вентиляции и кондиционирования (hvac); - зеленые крыши и вертикальные сады; - солнечные панели; - устойчивые строительные материалы; - системы сбора дождевой воды;
9	Центр детской гематологии, онкологии и иммунологии 	Москва, Россия	- системы управления энергией; - энергоэффективное освещение; - современные hvac-системы; - зеленые технологии; - солнечные панели; - системы сбора дождевой воды; - устойчивые строительные материалы;

Гипотеза исследования заключается в том, что энергоэффективность медицинских учреждений достигается не за счет отдельных мероприятий, а благодаря комплексной интеграции объемно-планировочных, конструктивных и инженерных решений на всех стадиях проектирования и эксплуатации.

Цель исследования – рассмотрение принципов и разработка концепции проектирования энергоэффективных общественных зданий на примере медицинских учреждений в г. Воронеж.

В основе исследования лежит системный подход, включающий сравнительный анализ, классификацию и статистическую обработку данных. Энергосберегающие меры были классифицированы на две группы (табл.1).

Максимальный эффект достигается при комбинировании активных и пассивных методов, что подтверждает необходимость комплексного подхода.

Для выявления наиболее эффективных технологий был проведен сравнительный анализ девяти медицинских учреждений (табл. 2).

Результаты анализа наглядно отображены на рисунке 1, который показывает частоту применения различных технологий.

По результатам сравнительного анализа установлено, что в качестве параметров, обуславливающих энергоэффективность здания были выбраны: системы управления энергией, энергоэффективное освещение, системы отопления, вентиляции и кондиционирования, умные термостаты, солнечные панели, изо-

ляция, экологические материалы, вода и устойчивое управление, архитектурные решения, системы автоматизации, энергоэффективное остекление, зеленые крыши и вертикальные фасады.

Каждый объект объединяет в себе применение нескольких принципов повышения энергоэффективности зданий.

Наиболее используемым принципом повышения энергоэффективности среди медицинских учреждений являются системы энергоэффективного управления, солнечные панели, изоляция, энергоэффективное освещение, что неудивительно, ведь с развитием современных технологий появляются новые инновационные разработки и в строительной отрасли.

Установлено, что системы управления энергией использованы в 8 из 9 случаев, энергоэффективное освещение в 8 из 9 случаев, системы отопления, вентиляции и кондиционирования в 6 из 9 случаев, умные термостаты в 2 из 9 случаев, солнечные панели в 8 из 9 случаев, изоляция в 5 из 9 случаев, экологические материалы в 8 из 9 случаев, вода и устойчивое управление в 6 из 9 случаев, архитектурные решения в 1 из 9 случаев, системы автоматизации в 3 из 9 случаев, энергоэффективное остекление в 1 из 9 случаев, зеленые крыши и вертикальные фасады в 2 из 9 случаев.

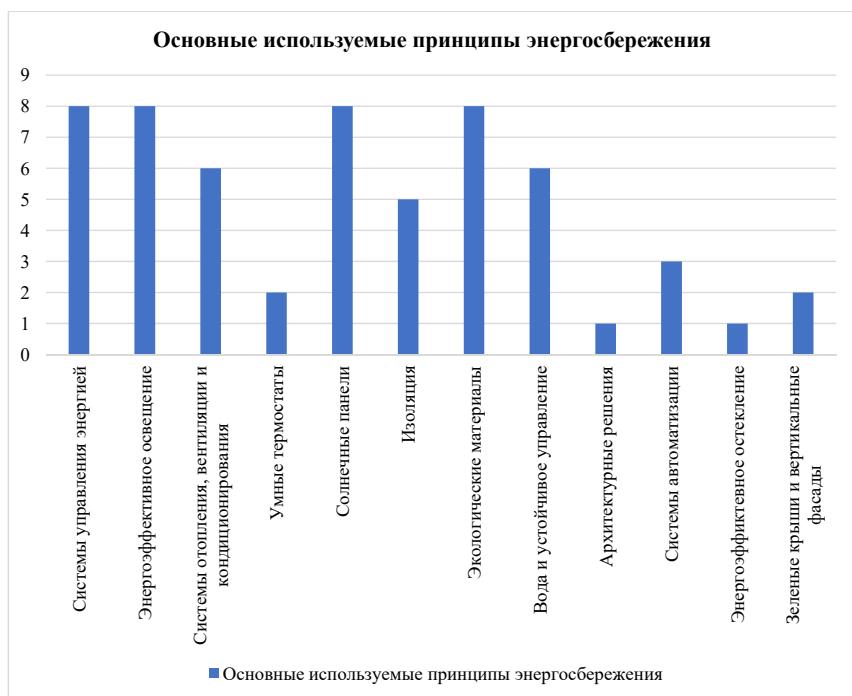


Рис. 1 - Распространенность энергосберегающих технологий в медицинских учреждениях

Таблица 3 - Коэффициенты к стоимости проектирования в зависимости от категории энергоэффективности

Категория энергетической эффективности здания	Степень снижения удельного расхода энергии за отопительный период, %	Повышающий коэффициент к стоимости проектирования энергосберегающих мероприятий		
		До 3 лет	От 3 до 5 лет	От 5 до 7 лет
Повышенная	15–29	1,35	1,30	1,25
Высокая, очень высокая	30–50 и выше	1,50	1,45	1,40

Строительство энергоэффективных зданий требует первоначальных инвестиций, превышающих стандартные на 10-15%. Однако, как показывает практика, дополнительные затраты окупаются в течение нескольких лет за счет значительного снижения эксплуатационных расходов [5].

Экономическая эффективность оценивается с учетом повышающих коэффициентов к стоимости проектирования в зависимости от целевого снижения энергопотребления и срока окупаемости (табл. 3).

Выводы

Подтверждена гипотеза о том, что энергоэффективность медицинских учреждений является результатом синергии архитектурно-планировочных, конструктивных и инженерных решений.

Выявлен приоритетный комплекс технологий: наиболее эффективными и распространенными мерами являются внедрение систем интеллектуального управления энергией, использование ВИЭ (в первую очередь, солнечной энергии), применение энергоэффективных систем освещения и СВК, а также совершенствование теплозащиты ограждающих конструкций.

Перспективы дальнейших исследований связаны с детальной проработкой алгоритма проектирования и адаптацией выявленного комплекса мер к конкретным климатическим и экономическим условиям Центрально-Черноземного региона России.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...»;
2. Распоряжение Правительства РФ от 27.12.2010 № 2446-р «Об утверждении государственной программы "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 г."»;
3. Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий...»;
4. Сапрыкина Е.С. Энергосбережение в зданиях: мировой опыт и российская практика // Энергосбережение. - 2020. - № 5. - С. 34-41;
5. Кудрявцев А.А., Орлова Д.С. Экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий в медицинских учреждениях // Строительная экономика. - 2021. - № 3. - С. 45-52.

КОНОПЛИНА АННА СЕРГЕЕВНА, магистрант
ИВАНОВА ЖАННА ВАСИЛЬЕВНА, доцент, к.т.н.

Петербургский государственный университет путей сообщения
 Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия
 (e-mail: KONANSE@yandex.ru)

К ВОПРОСУ АДАПТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОД ОБЩЕСТВЕННО-ЖИЛУЮ ЗАСТРОЙКУ

В статье представлены некоторые примеры реновации силосных сооружений под общественно-жилое пространство, что в свою очередь позволяет адаптировать бывшую территорию промышленного или сельскохозяйственного производства под городские нужды.

Ключевые слова: реновация, силосные сооружения, общественное пространство, неэксплуатируемые объекты.

На сегодняшний день вопросы адаптации неэксплуатируемых объектов промышленного назначения, расположенных в городской черте, остаются по-прежнему актуальными. Поиск возможных вариантов реновации промышленных зданий может в значительной степени способствовать преобразованию современной городской среды.

Реконструкция таким образом индустриальных объектов и прилегающих к ним территорий позволяет не только продлить срок их службы, повысив функциональность, но и будет способствовать созданию новых общественных пространств с преобразованным функциональным назначением, соответствующих действующим нормам. Это также снизит затраты на снос здания и возведения на его месте новой постройки [1, 2].

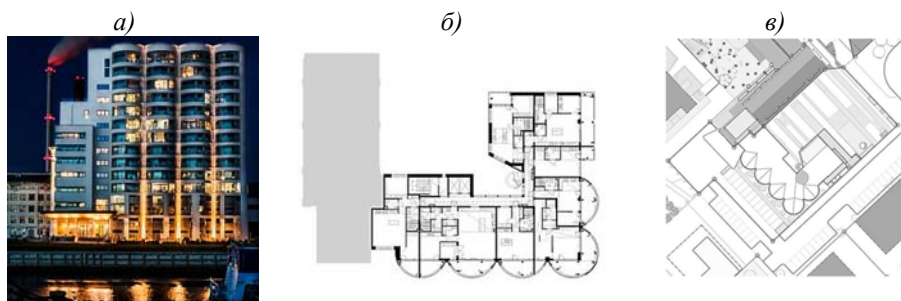


Рисунок 1 – Железобетонный зерновой силосный корпус: *а* – внешний вид; *б* – типовой план здания; *в* – генеральный план участка

Наряду с известными примерами реновации нефункциональных промышленных комплексов (Лондонский район бывших доков Docklands, Здание хладокомбината № 1 в Санкт-Петербурге и др.) [3], с точки зрения авторов данной

статьи, наибольший интерес представляют примеры преобразования силосных сооружений под общественную или жилую застройку.

Одним из таких примеров можно рассмотреть реновацию бывшего железобетонного зернового силосного корпуса, расположенного в районе Топпилансалми, город Оулу (Финляндия). Архитекторами мастерской PAVE Architects данное сооружение было предложено адаптировать под жилую застройку, реконструировав его в многоквартирный комплекс «Siilot» (рис. 1), включающий в себя 95 квартир общей площадью 7700 м² [4].

Другим не менее интересным примером является проект адаптации бывшего цементного завода 1920-х годов, предложенный архитектором Рикардо Бофиллом (рис.2). В данном решении объект преобразован в головной офис Taller de Arquitectura с использованием в новом здании 8 силосов вместо 30 [5].

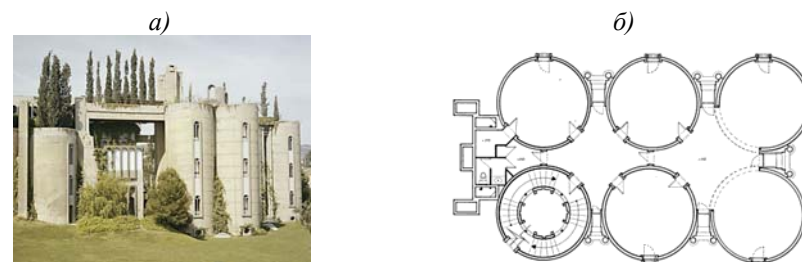


Рисунок 2 – Офис Taller de Arquitectura: *а* – внешний вид; *б* – план реконструкции силосных сооружений

Затронутая авторами проблематика по-прежнему остается актуальной, что подтверждают уже реализованные, а также предлагаемые проекты реконструкций неэксплуатируемых силосных сооружений («The House of the Living and The House of The Dead» (Мальма, Швеция); Reuse of Underground Silos in Rosario (Росарио, Аргентина); «ZERNO» (Казань, Россия), и др.) [6-8].

Стоит также отметить, что преобразование данных территорий повлияет на развитие деградирующих городских районов, тем самым улучшив качество жизни людей.

Список литературы

1. МонтажСтрой. «Виды реконструкции зданий и сооружений: методы» : официальный сайт – URL: <https://montazstroy.ru/blog/rekonstruktsiya/vidy-rekonstruktsii-zdaniy-i-sooruzheniy-metody/>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.
2. Аргументы и факты. «Промышленная реновация. Застройщики дают новую жизнь заброшенным территориям» : официальный сайт – URL: <https://omsk.aif.ru/realty/promyshlennaya-renovaciya-zastroyschiki-dayut-novuyu-zhizn-zabroshennym-territoriyam?erid=2W5zFJxfvGg>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.
3. Третьякова, Е. Г. Редевелопмент как продолжение жизни старых промышленных зданий / Е. Г. Третьякова, Ж. В. Иванова // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения : материалы Международных академических чтений, Курск, 18 ноября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 25-31.

4. Rave architects. «Co-op Oulun Tervahovin Siilot» : официальный сайт – URL: <https://www.pavearkkitehdit.fi/work/co-op-oulu-tervahovin-siilot/>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.

5. ArchDaily. «The Factory / Ricardo Bofill» : официальный сайт – URL: <https://www.archdaily.com/294077/the-factory-ricardo-bofill>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.

6. Behance/ «The house of the living, the house of the dead» : официальный сайт – URL: <https://www.behance.net/gallery/38145379/The-house-of-the-living-the-house-of-the-dead>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.

7. World's Top Architecture Graduation Projects. «Obsolete Infrastructure: Reuse of Underground Silos in Rosario» : официальный сайт – URL: <https://www.architecturegraduationprojects.com/obsolete-infrastructure-reuse-of-underground-silos-in-rosario/>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.

8. SA lab. «ZERNO» : официальный сайт – URL: <https://salab.org/zerno-rus>, (дата обращения: 15.11.2025). – Текст: электронный.

КУШНЕРЕВ НИКОЛАЙ ЮРЬЕВИЧ, студент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: milord_d@vk.com)

ЗНАЧИМОСТЬ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА: КЛЮЧ К КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКОГО ИНЖЕНЕРА

Строительная отрасль – одна из ключевых секторов экономики, которая активно развивается и требует постоянного взаимодействия с международными партнерами. В условиях глобализации и интеграции различных экономик знание иностранных языков становится не просто преимуществом, а необходимостью. В данной статье рассматривается роль иностранного языка в строительстве, особенно в России.

Ключевые слова: строительство, иностранный язык, здания и сооружения.

Современная строительная отрасль России переживает период глубокой трансформации. Глобализация, импортозамещение, внедрение передовых технологий и участие в международных проектах кардинально меняют ландшафт профессии. В этих условиях традиционный набор компетенций инженера-строителя – знание нормативов, умение работать с чертежами и вести проект – уже недостаточен. Все более критичным становится владение иностранными языками, и в первую очередь – английским. Это уже не просто «приятное дополнение» к резюме, а насущная необходимость, ключевой фактор конкурентоспособности как отдельного специалиста, так и всей отечественной строительной отрасли в целом. Почему же иностранный язык стал «инструментом №1» в арсенале современного российского строителя?

1. Глобализация строительного рынка и международное сотрудничество

Российские строительные компании давно вышли за пределы национального рынка. Они участвуют в тендерах и реализуют проекты в странах СНГ, Ближ-

него Востока, Азии, Африки и Латинской Америки. Строительство атомных электростанций (как упомянутая в предыдущей работе Курская АЭС-2, где используются и международные компоненты), нефтегазовых терминалов, логистических центров – все это часто осуществляется в консорциуме с иностранными партнерами.

В таких проектах английский язык является универсальным средством коммуникации. Без его знания становится невозможным:

- Чтение и составление международной тендерной документации (RFP, RFQ).
- Ведение переговоров с зарубежными заказчиками, инвесторами и подрядчиками.
- Участие в международных совещаниях и видеоконференциях.
- Составление технических отчетов и презентаций для иностранных партнеров.

Незнание языка приводит к ошибкам в интерпретации требований, потере времени на перевод и, как следствие, к финансовым и репутационным издержкам. Специалист, способный напрямую обсудить технические нюансы с коллегой из Германии, Китая или Турции, становится бесценным активом для компании.[2]

2. Доступ к передовым технологиям и ноу-хау

Строительные технологии развиваются с невероятной скоростью. Появление новых материалов (самоуплотняющийся бетон, композитная арматура), методов возведения (BIM, 3D-печать, модульное строительство), программного обеспечения (Revit, Tekla, Allplan) и оборудования происходит в англоязычном научном и профессиональном пространстве.[3]

Основные источники передовых знаний – это:

- Международные научные журналы и исследования (например, издательства Elsevier, Springer).
- Техническая документация и мануалы к импортному оборудованию и программному обеспечению.
- Онлайн-курсы (Coursera, EdX), вебинары и видеоуроки от ведущих мировых экспертов.
- Профильные форумы и сообщества, где профессионалы со всего мира делятся опытом.

Ожидать быстрого и качественного перевода всей этой информации на русский язык – наивно. Инженер, владеющий английским, получает доступ к информации на годы раньше своих коллег. Он может первым внедрить новую технологию, оптимизировать процесс и тем самым обеспечить своему проекту значительное преимущество в стоимости, скорости и качестве.[4]

3. Работа с импортным оборудованием и материалами

Несмотря на курс на импортозамещение, многие высокотехнологичные станки, измерительные приборы, программные комплексы и даже специализированные материалы по-прежнему поставляются из-за рубежа. Инструкция к современному немецкому лазерному нивелиру или итальянской буровой установ-

ке, как правило, написана на английском языке. Непонимание инструкции по монтажу инновационной строительной мембраны или клеящей смеси может привести к их неправильному применению, нарушению технологии и, в конечном счете, к аварии.

Инженер, способный самостоятельно изучить мануал, понять тонкости настройки оборудования и обучить коллег, существенно повышает эффективность и безопасность на строительной площадке.

4. BIM-технологии как англоязычная среда

Внедрение технологий информационного моделирования зданий (BIM) – один из главных трендов в современном строительстве. BIM – это не просто 3D-модель, это единая база данных обо всем объекте, доступная всем участникам проекта.

А ключевые BIM-платформы (Autodesk Revit, Bentley Systems, Graphisoft ArchiCAD) были созданы международными компаниями и их интерфейс, логика работы и, что самое важное, терминология – англоязычные. Понимание таких понятий, как обнаружение коллизий, 4D/5D симуляция (моделирование времени и стоимости), *LOI (Level of Information)* – невозможно без знания языка. Работа в многопрофильной команде над BIM-моделью требует свободного владения профессиональной лексикой. Таким образом, BIM-менеджер или инженер, не знающий английского, подобен пилоту, не знающему приборной доски.[1]

5. Личностный и карьерный рост

Владение иностранным языком открывает перед специалистом уникальные возможности:

- Карьерный рост в международных компаниях: Такие гиганты, как Vinci, Bouygues, STRABAG, активно работают в России и ценят местных специалистов со знанием языка для ротации в международные проекты.
- Участие в международных конференциях и стажировках: Это возможность перенять лучший мировой опыт, завести полезные профессиональные контакты (нетворкинг) и представить свои собственные наработки мировому сообществу.
- Повышение стоимости на рынке труда: Специалист со свободным английским может претендовать на зарплату на 20-40% выше, чем его коллега без этого навыка.

Возражения и контраргументы

Часто можно услышать мнение: «Мы строим в России, по российским ГОС-Там, для российских заказчиков. Нам не нужен английский». Это опасное заблуждение. Даже локальный проект может использовать импортные материалы или оборудование. Кроме того, российские стандарты все чаще гармонизируются с международными (EURcodes, ASTM, ISO). Знание языка позволяет понять первоисточник многих наших норм и применять их более осознанно.

Подводя итог, можно с уверенностью утверждать, что иностранный язык для современного инженера-строителя в России – это не про «общее развитие», а про профессиональную выживаемость и эффективность. Это такой же рабочий

инструмент, как калькулятор или компьютер. Он стирает границы, открывает доступ к мировым знаниям и передовым практикам, позволяет быть на шаг впереди и делать проекты лучше, безопаснее и экономичнее.

Инвестиция времени и сил в изучение языка – это самая выгодная инвестиция в свое профессиональное будущее. Для российской строительной отрасли в целом подготовка полиязычных инженерных кадров является стратегической задачей, от решения которой зависит ее способность не просто сохраниться, но и занять достойное место на мировой арене.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Эффективность и безопасность использования лицензированного по в строительстве / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 5-х томах, Курск, 17–18 апреля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 162-165. – EDN FUGHMA.
2. Кушнерев, Н. Ю. Тенденции развития ресурсосбережения в строительстве на территории РФ / Н. Ю. Кушнерев // 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. 199-201. – EDN VPOPRP.
3. Кушнерев, Н. Ю. использование композитных материалов в конструкциях из древесины / Н. Ю. Кушнерев // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 196-199. – EDN JXUFWS.
4. Кушнерев, Н. Ю. Развитие энергосберегающих ресурсов в условиях санкций / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 278-280. – EDN VECBYJ.

МАХОВ ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ, студент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: mahov.vitya2016@yandex.ru)

СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ В 2025 ГОДУ: АНАЛИТИКА И ТРЕНДЫ

К 2025 году строительный сектор претерпит значительные изменения, которые будут определяться новыми трендами и аналитическими данными. Разработка технологий, устойчивое строительство и изменения в потребительских предпочтениях будут играть ключевую роль в формировании будущего этой индустрии.

Ключевые слова: строительство, отрасль, аналитика, тренды, технологии.

К 2025 году строительная отрасль демонстрирует парадоксальную динамику: при рекордном вводе жилья (прогноз на 2025 год – 112 млн кв. м) и растущем портфеле строящихся объектов (116,5 млн кв. м) фундамент для будущего развития выглядит неустойчивым. Новые проекты практически не запускаются – число разрешений на строительство за первые месяцы 2025 года сократилось на 25%, а текущий рост обеспечивается исключительно за счет завершения ранее

начатых объектов. Осторожность застройщиков объясняется давлением: растущей себестоимости, волатильностью спроса и повышенной долговой нагрузкой.

В структуре затрат произошла ключевая перемена – персонал стал дороже материалов. Затраты на оплату труда в 2024 году выросли на 10-23%, тогда как цены на материалы увеличились лишь на 6,2%. Это связано с дефицитом квалифицированных инженеров, прорабов и снабженцев. Дополнительное влияние оказывают удорожание импортных компонентов, рост стоимости кредитов и инфляция в жилищном сегменте на уровне 9%.

В этих условиях цифровизация превратилась из конкурентного преимущества в условие выживания. BIM-моделирование стало обязательным стандартом, особенно в Москве, где его применение достигает 60%. Технология позволяет сократить сроки согласований на 50% и уменьшить ошибки проектирования на 80%. Одновременно компании активно внедряют ERP-системы, создающие единый цифровой контур для управления графиками, финансами и снабжением. Электронный документооборот, включая цифровые акты КС-2 и фотофиксацию работ, становится нормативной обязанностью.

Значительные изменения происходят и в регуляторной среде. Более 150 поправок, принятых в 2024 году, уже сократили средние сроки строительства с 2100 до 1300 дней. В 2025 году планируется масштабное обновление нормативной базы — будет пересмотрено более четверти всех ГОСТов и сводов правил. Новые нормы будут интегрированы в BIM-системы, что автоматизирует проверку проектных решений и дополнительно ускорит процессы согласования.

Строительная отрасль переживает структурный перелом. Традиционный драйвер – многоквартирное строительство – теряет обороты на фоне дорогой ипотеки, тогда как индивидуальное жилье демонстрирует взрывной рост, достигнув 71% в общем объеме ввода. Параллельно инфраструктурные проекты – строительство школ, медучреждений и объектов культуры — становятся стабильным рынком, менее зависимым от конъюнктуры.

В коммерческой недвижимости перспективны нишевые сегменты: гостиницы показывают рост на 27%, а востребованные объекты ленкой промышленности испытывают дефицит качественных предложений. Одновременно офисный рынок сместился в формат Shell&Core, создав спрос на отделочные работы и инженерные решения.

В новых условиях успех определяют несколько ключевых факторов: обязательная цифровизация процессов (BIM, ERP), диверсификация в инфраструктуру и нишевые проекты, а также активное участие в госзаказах через ГЧП и комплексное развитие территорий. Автоматизация и использование ускоренных процедур согласования становятся необходимыми для компенсации кадрового дефицита и быстрого вывода объектов на рынок.

Изменения в социальной структуре и образе жизни также окажут влияние на спрос на различные типы жилья. Гибкость в планировке и понятие «умного дома» будут привлекать больше внимания со стороны покупателей.

Таким образом, в 2025 году строительная отрасль будет олицетворять собой эволюцию технологий и общества, открывая новые горизонты для бизнеса и клиентов.

Список литературы

1. Поданов, В. О. Оценка жаропрочности новых сплавов, полученных из отходов сплава ЖС6У электроэрозионным диспергированием / В. О. Поданов, Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов : сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 123-127. – EDN JYKAIJ.
2. Агеева, Е. В. Исследование фазового состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 50-54. – EDN MODTTZ.
3. Агеева, Е. В. Исследование элементного состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 10–11 февраля 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 18-22. – EDN MOPZKV.
4. Сабельников, Б. Н. Особенности диагностики неисправностей автомобильного транспорта / Б. Н. Сабельников, В. И. Козликин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016) : сборник статей VIII Международной научно-технической конференции, Курск, 24–25 ноября 2016 года / Ответственный редактор Е.В. Агеев. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 350-354. – EDN USXVLX.
5. Агеева, Е. В. Гранулометрический состав порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 25-29. – EDN SEFKCC.
6. Ageev, E. V. Composition, structure, and properties of heat-resistant alloys samples made from powders obtained by electroerosion of waste nickel alloys in kerosene / E. V. Ageev, A. S. Pereverzev, S. V. Khardikov, B. N. Sabelnikov // Non-Ferrous Metals. – 2023. – No. 1. – P. 32-35. – DOI 10.17580/nfm.2023.01.05. – EDN YJXXXX.
7. Агеев, Е. В. Применение порошка твердого сплава КНТ-16 полученного электроэрозионным диспергированием для восстановления и упрочнения деталей в машиностроении / Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // Инновационные технологии реновации в машиностроении : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 04–05 февраля 2019 года / под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 292-296. – EDN JZZBCL.

МАХОВ ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: mahov.vitya2016@yandex.ru)

СТРОИТЕЛЬСТВО В ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ В 2025 ГОДУ

Строительство в приграничных регионах России в 2025 году будет определяться множеством факторов, включая экономические условия, политическую обстановку, а также социальные и экологические аспекты. Эти регионы имеют стратегическое значение как для безопасности страны, так и для развития экономики.

Ключевые слова: строительство, приграничье, безопасность, экономика, обстановка.

В 2025 году строительство в приграничных регионах России, особенно в наиболее пострадавших Белгородской, Курской и Брянской областях, стало ключевым направлением государственной политики. По поручению президента правительством была утверждена комплексная программа восстановления и развития этих территорий.

Основная цель программы — создание безопасных и комфортных условий для жизни и ведения бизнеса. В приоритете — приведение в нормативное состояние объектов гражданской обороны и оснащение спасательных служб в населенных пунктах вблизи линии боевого соприкосновения. Масштабное восстановление затрагивает всю инфраструктуру: транспортную (ремонт дорог и мостов), энергетическую и коммунальную (восстановление котельных, электросетей и систем водоснабжения), информационную (развитие цифровой связи) и социальную (строительство школ, больниц и спортивных объектов).

На реализацию программы в 2025–2027 годах выделено около 80 миллиардов рублей, которые пойдут на выполнение 60 запланированных мероприятий. Премьер-министр Михаил Мишустин подчеркнул важность соблюдения сроков и учета мнения местных жителей для скорейшего возвращения к нормальной жизни.

Отдельное внимание уделяется восстановлению экономики: программа включает поддержку аграриев, промышленных предприятий, а также малого и среднего бизнеса через льготное кредитование и налоговые преференции.

Таким образом, строительная деятельность в приграничных регионах к 2025 году переросла из простого восстановления поврежденной инфраструктуры в масштабную системную программу, реализуемую на государственном уровне. Ее ключевая задача заключается не только в устранении последствий разрушений, но и в комплексном укреплении территориальной целостности страны. Это достигается через создание качественно новой среды обитания, что включает в себя как обеспечение физической безопасности населения, так и формирование условий для устойчивого социально-экономического развития.

Принятая программа демонстрирует стратегический, многоуровневый подход. В нем сочетаются безотлагательные меры по стабилизации обстановки и долгосрочные инвестиции в критическую инфраструктуру, энергетику, транспортные артерии и экономический потенциал регионов. Это позволяет не просто вернуться к докризисному состоянию, а совершить качественный скачок в развитии этих территорий.

На текущий момент, по состоянию на ноябрь 2025 года, программа вышла на стадию активной практической реализации. Процесс характеризуется динамичным управлением: ход работ находится под постоянным ежемесячным контролем, а приоритеты оперативно корректируются в зависимости от изменяющейся оперативной обстановки и поступающей обратной связи от местных жителей. Такой гибкий и адаптивный механизм управления призван обеспечить максимальную эффективность и своевременность выполнения всех намеченных задач.

Список литературы

1. Ageev, E. V. Composition, structure, and properties of heat-resistant alloys samples made from powders obtained by electroerosion of waste nickel alloys in kerosene / E. V. Ageev, A. S. Pereverzev, S. V. Khardikov, B. N. Sabelnikov // *Non-Ferrous Metals*. – 2023. – No. 1. – P. 32-35. – DOI 10.17580/nfm.2023.01.05. – EDN YJXXXX.
2. Сабельников, Б. Н. Особенности диагностики неисправностей автомобильного транспорта / Б. Н. Сабельников, В. И. Козликин // *Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016)* : сборник статей VIII Международной научно-технической конференции, Курск, 24–25 ноября 2016 года / Ответственный редактор Е.В. Агеев. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 350-354. – EDN USXVLX.
3. Агеева, Е. В. Гранулометрический состав порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // *Электроэнергетика сегодня и завтра* : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 25-29. – EDN SEFKCC.
4. Агеев, Е. В. Применение порошка твердого сплава КНТ-16 полученного электроэрозионным диспергированием для восстановления и упрочнения деталей в машиностроении / Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // *Инновационные технологии реновации в машиностроении* : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 04–05 февраля 2019 года / под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 292-296. – EDN JZZBCL.
5. Поданов, В. О. Оценка жаропрочности новых сплавов, полученных из отходов сплава ЖС6У электроэрозионным диспергированием / В. О. Поданов, Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // *Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов* : сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 123-127. – EDN JYKAUJ.
6. Агеева, Е. В. Исследование элементного состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // *Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении* :

Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 10–11 февраля 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 18-22. – EDN MOPZKV.

7. Агеева, Е. В. Исследование фазового состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеева, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 50-54. – EDN MODTTZ.

8. Сабельников, Б. Н. Исследование зависимости затрат электроэнергии процесса электроэрозионного диспергирования спирте этиловом сплава КНТ16 от рабочих параметров установки / Б. Н. Сабельников, Е. В. Агеева // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 315-318. – DOI 10.47581/2020/30.12.2020/МТО54.1.116. – EDN ULMEDY.

НЕДОСЕКО АНДРЕЙ ИГОРЕВИЧ, аспирант

ХАЛИКОВ РАУФ МУЗАГИТОВИЧ, к.х.н., доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Россия (e-mail: rauf_khalikov@mail.ru)

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ В РЕГИОНАЛЬНОМ ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрены ресурсосберегающие технологии дорожного строительства в Башкортостане при использовании золошлаковых отходов в количестве 27 %.

Ключевые слова: дорожное строительство, золошлаковые отходы, укрепление дисперсных грунтов.

Территория Поволжско-Уральского региона представлена достаточно сложным рельефом с разнообразными характеристиками природных грунтов, поэтому при строительстве транспортных сооружений необходимо искать фронтальные решения на сложные геотехнические задачи [1]. К таким задачам можно отнести устройство автодорожного полотна на дисперсных грунтах низменных местностей. Актуальными остаются разработки ресурсосберегающих технологий оптимального укрепления местных глинистых дисперсных грунтов Башкортостана в процессе дорожного строительства.

Данная статья нацелена на разработку эффективных способов упрочнения грунтовых оснований автодорог взаимодополняющими добавками золошлаковых отходов.

К наиболее распространенным грунтам Предуралья Башкортостана относятся дисперсные глины региона, негативной особенностью которых является резкое снижение физико-механических характеристик при увлажнении, что значительно уменьшает возможность использования при строительстве автотранс-

портных сооружений. Для повышения несущей способности и снижения деформаций грунтовых оснований автодорог имеются разнообразные способы геотехнического закрепления дисперсных грунтов [2]. Выбор метода укрепления грунтовых оснований транспортных сооружений автодорог прежде всего обусловлен типом грунта земляного полотна, уровнем залегания грунтовых вод, близостью крупных и мелких рек, которые протекают по территории региона и др.

Оптимизированной разработке методов упрочнения дисперсных грунтов способствуют в первую очередь экологичное использование ресурсосберегающих технологий, основанных на использовании доступных вяжущих: битума, цемента, извести [3]. Технологичное укрепление глинистых слабых грунтов геополлимерными материалами в региональном дорожном строительстве обеспечивает более высокую прочность и длительную водоустойчивость [4] с последующим уплотнением не только в сухом, но и в водонасыщенном состоянии.

Супрамолекулярный механизм упрочнения комплементарными нанодобавками золошлаковых отходов является одним из эффективных способов укрепления глинистых дисперсных грунтовых оснований в автодорожном строительстве. Золошлаковые смеси являются продуктами сгорания бурых и каменных углей в тепловых электростанциях. Высокие температуры (1500-1800°C), при которых происходит сжигание органической части угля на теплоэлектростанциях, приводят к термолизу и плавлению неорганических минеральных компонентов с образованием твердых дисперсных отходов – золы уноса и шлака.

В частности, зола Кумертауской ТЭЦ (г. Кумертау, Башкортостан) представляет собой мелкодисперсный пылевидный материал, образующийся при сжигании бурого угля. Годовой объем образования золы составляет 50-60 тыс. тонн, общие накопленные запасы – 500-600 тыс. тонн [5]. По химическому составу зола Кумертауской ТЭЦ относится к кислым золам с содержанием SiO₂ – 50-68%, Al₂O₃ – 10-23%, CaO – 7-20%, остатков несгоревшего угля – 0,2-7%. В Республике Башкортостан отходы золы, которые накапливались при сгорании бурого угля на Кумертауской ТЭЦ, в настоящее время транспортируются методом гидроудаления в золоотвалы.

Также следует отметить, что отходы золы, которые образуются при сгорании бурых углей на Кумертауской ТЭЦ, недостаточно используются в стройиндустрии, т.к. кислые золы в обычных условиях не обладают вяжущими характеристиками. Зола-уноса сгорания бурого угля на Кумертауской ТЭЦ, была рекомендована к ресурсосберегающему использованию в качестве кремнеземистого (кварцевого) составляющего для замены части песка (экономия природных ресурсов и утилизация промышленных отходов) в составе тяжелых бетонов и строительных растворов.

В России ежегодно образуется более 20 млн тонн золошлаковых отходов, в то время утилизируется не больше 12%; до 2035 года требуется вторично применять до 50%. Более широкое использование многотоннажных промтоходов замедляется следующими технико-экономическими причинами: ○ неоднородностью промышленных отходов; ○ ориентацией заводов по выпуску стройма-

териалов на первичные сырьевые материалы; ○ недостаточностью импортозамещенного технологического оборудования для переработки золошлаковых отходов.

Следует отметить, что в дорожном строительстве (автодорог, подъездных путей к мостам, тоннелям, автостоянкам и т.п.) достаточно эффективна ресурсосберегающая технология использования золошлаковых отходов:

- ◆ золошлаковые отходы, упрочненные портландцементом или другими вяжущими, эффективны при строительстве земляных насыпей и нижних слоев автодорожной конструкции;

- при подготовке асфальтобетонной смеси в качестве комплементарной укрепляющей добавки минерального порошка;

- отвалы золошлаковых отходов в количестве 27 масс. % эффективны в ресурсосберегающей фронтальной технологии упрочнения глинистого дисперсного грунта при возведении автодорожного земляного полотна;

- золошлаковый отход – вяжущее, пригодное для возведения насыпей земляного полотна автодорог из упрочненных грунтов; более оптимально применение стабилизированных золошлаков в комбинации с портландцементом или известью (рисунок 1).

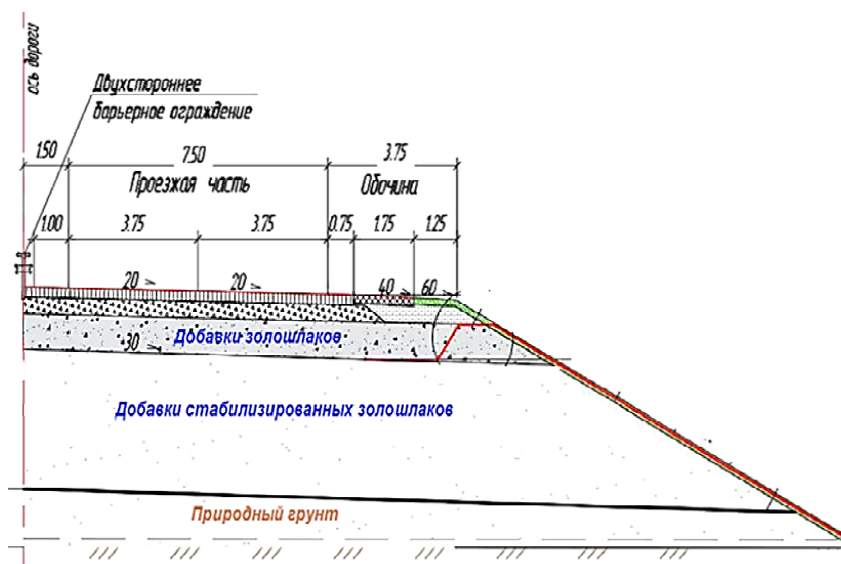


Рисунок 1 – Использование золошлаковых отходов в транспортном строительстве автомобильного полотна

Технико-экономические расчеты показывают, что на возведение 1 км автодорожной насыпи при конструировании региональной транспортной сети в среднем необходимо 17–32 тыс. м³ грунтовых масс. Замена материалоемких слоев автодорог композиционными материалами на основе золошлаковых отходов

является экономически выгодным решением. Целенаправленное укрепление глинистых дисперсных грунтов минеральными вяжущими на базе золошлаков с модулем упругости 34 МПа позволяет коренным образом изменить негативную слабую водоустойчивость алюмосиликатных глин, трансформируя обратимую связность в необратимую – устойчивую во времени, которая не изменяется при избыточном переувлажнении.

Применение ресурсосберегающих технологий для укрепления местных грунтов техногенными вяжущими на базе многотоннажных отходов имеет не только экономическую пользу для АПК и ПГС, но и одновременно учитывает аспекты ужесточения экологических требований в Российской Федерации [6, 7]. В процессе дорожного строительства и эксплуатации региональных транспортных сооружений на основаниях, сложенных глинистыми дисперсными грунтами, усиление несущей способности достаточно успешно решается золошлаковыми вяжущими.

Таким образом, вторичное применение золошлаковых отходов для укрепления грунтового основания при возведении автодорожных полотен является технологичным решением задач Транспортной стратегии России.

Список литературы

1. Кочеткова, Р.Г. Современные методы улучшения свойств глинистых грунтов вяжущими и добавками / Р.Г. Кочеткова. М.: Московский автомобильно-дорожный гос. техн. унив. (МАДИ), 2014. 132 с. EDN: SGBPJF.
2. Сигачев, Н.П. Оценка состояния и технико-экономическое обоснование способа укрепления дорожной одежды с применением золошлаковых смесей / Н.П. Сигачев, К.В. Свалова, О.В. Кривченко // Транспортные сооружения. 2023. Т.10, №3. EDN IMLION.
3. Глазачев, А.О. Ресурсосберегающие способы укрепления слабых грунтов оснований дорожного полотна автомобильных дорог / А.О. Глазачев, С.Ю. Павлов, И.Р. Шайхуллин и др. // Тенденции развития науки и образования. 2024. №105-13. С.10-13. EDN NZOMXA.
4. Иванова, О.В. Востребованное энергосберегающее использование геополлимерных материалов при промышленном строительстве транспортных сооружений / О.В. Иванова, А.О. Глазачев, С.Ю. Павлов и др. // Современные перспективы развития пром. граждан. строит.: Сб. 3-й Всерос. конф. Курск: «Университ. книга», 2025. С.181-184. EDN VLWANX.
5. Недосеко, А.И. Ресурсосберегающие технологии использования золошлаковых отходов в региональном строительстве транспортных сооружений / А.И. Недосеко, Р.М. Халиков // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXIX Международ. конф. Уфа: УГНТУ, 2025. С.370-373. EDN SCHAMQ.
6. Шумилова, Л.В. Применение наилучших доступных технологий для повышения экологической безопасности при утилизации золошлаковых отходов / Л.В. Шумилова, А.Н. Хатькова, К.К. Размахнин и др. // Вестник Забайкальского гос. унив. 2022. Т.28, №8. С.23-34. EDN DFDKNZ.
7. Khalikov, R.M. Supramolecular mechanism for strengthening clay foundations of highways with complementary nanoadditives / R.M. Khalikov, S.Y. Pavlov, A.O. Glazachev et al. // Тенденции развития науки и образования. 2024. No.107-9. P.83-85. EDN KUSVZT.

ПЕТРОВ КОНСТАНТИН СЕРГЕЕВИЧ, старший преподаватель
КАЛУГЯН КАРИНА ДИКРАНОВНА, магистрант

Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ СИСТЕМАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

В статье обосновывается актуальность применения принципов интегрированного управления природными системами в рамках реализации строительных проектов, что будет способствовать повышению уровня экологической безопасности объектов капитального строительства. Сложная системная организация объектов строительства в современных условиях и их непрерывное взаимодействие с компонентами окружающей природной среды обуславливают необходимость совершенствования их экологических характеристик.

Ключевые слова: интегрированное управление, строительный проект, экологичное строительство, управление проектом, устойчивое развитие.

Современная строительная деятельность представляет собой комплексный процесс, оказывающий значительное воздействие на окружающую природную среду. Возведение объектов жилого и нежилого назначения сопровождается масштабным развитием инженерной и транспортной инфраструктуры, что приводит к существенным изменениям естественных ландшафтов. Формирующиеся в процессе урбанизации территории представляют собой сложные природно-техногенные системы, объединяющие компоненты естественной среды и элементы антропогенного происхождения [1]. Такие системы характеризуются устойчивыми связями между компонентами живой и неживой природы, а их сбалансированное функционирование требует обеспечения гармоничного взаимодействия между биотическими, абиотическими и техногенными составляющими.

В российской практике принципы интегрированного управления природными системами исторически находят применение преимущественно в сферах лесного и водного хозяйства. Данные области характеризуются особой уязвимостью природных компонентов к антропогенному воздействию, что обуславливает необходимость использования комплексных подходов к управлению. Однако современные тенденции урбанизации демонстрируют устойчивую динамику сокращения площадей естественных экосистем, что актуализирует проблему экологизации строительной деятельности [2]. Объекты капитального строительства, возводимые в пределах городских агломераций, становятся значимым фактором трансформации экологического баланса, создавая объективные предпосылки для внедрения методологии интегрированного управления на всех стадиях строительного процесса.

Эффективность практической реализации концепции интегрированного управления находится в прямой зависимости от точной и последовательной идентификации и характеристики стадий жизненного цикла строительных про-

ектов. Всестороннее понимание функционирования проекта достигается через организацию сквозного анализа всех этапов его реализации – от начальной предпроектной стадии до заключительной фазы ликвидации [3]. Каждая фаза жизненного цикла характеризуется специфическим набором технологических и организационных задач, решаемых различными участниками проекта. Это обстоятельство требует заблаговременного проектирования системы превентивных мероприятий, направленных на эффективную минимизацию потенциальных рисков и оперативное устранение отклонений от установленных плановых показателей.

Методологическая основа интегрированного управления заключается в поддержании динамического равновесия между природной и техногенной подсистемами через разработку рациональных проектных решений, внедрение методов стратегического планирования и создание комплексной системы экологического мониторинга. Концептуальный подход предполагает рассмотрение урбанизированных пространств как сложных многофункциональных систем с низкой предсказуемостью сценариев развития. Такое понимание обуславливает необходимость организации непрерывного наблюдения и проведения всестороннего анализа, несмотря на объективные методологические трудности, связанные с точным определением пространственных границ систем и идентификацией их структурных компонентов.

Значительной методологической проблемой остается низкая прогнозируемость взаимодействий между существующей экосистемой и вновь создаваемыми строительными объектами [4]. Нелинейная природа экологических процессов, временная отсроченность их проявлений требуют применения специальных подходов к проектированию. На начальных стадиях проектной подготовки необходимо осуществлять многовариантное компьютерное моделирование потенциальных сценариев развития, системно выявлять критические точки рисков и разрабатывать адаптивные управленческие стратегии. Отсутствие универсальных решений делает необходимой дифференцированную адаптацию методологии к конкретным природно-климатическим, социально-экономическим и нормативно-правовым условиям.

Разработка научно-методического обеспечения внедрения интегрированного управления предполагает системную формализацию этапов и задач управления. Особую практическую значимость приобретает разработка комплекса мероприятий, включая меры по экологически безопасной эксплуатации объектов, геоинформационное картографирование загрязнений среды, количественную оценку воздействий и нормативное обеспечение экологической безопасности. Реализация данного подхода создает прочную основу для эффективной интеграции природных, социальных и экономических аспектов устойчивого развития территорий.

Практическое применение концепции демонстрирует свою эффективность в различных градостроительных условиях. Особое значение приобретает учет региональных особенностей и специфики местных экосистем при планировании строительной деятельности. Современные инструменты мониторинга и анализа

позволяют оптимизировать процессы управления, обеспечивая своевременное выявление и оперативную корректировку негативных воздействий на окружающую среду. Это способствует не только сохранению природного потенциала территорий, но и существенному повышению качества жизни городского населения в условиях интенсивной урбанизации, создавая благоприятные предпосылки для сбалансированного развития городских и природных пространств.

Перспективы развития методологии связаны с внедрением цифровых технологий в процессы экологического контроля и принятия управленческих решений. Использование систем автоматизированного проектирования, технологий Big Data и искусственного интеллекта открывает новые возможности для повышения точности прогнозирования и эффективности управления строительными проектами [5]. Интеграция современных информационных систем в процессы природопользования позволяет создать единое информационное пространство для всех участников строительной деятельности, обеспечивая прозрачность и обоснованность принимаемых решений в области экологической безопасности строительства.

Список литературы

1. Петров К.С., Попов Е.Г., Давудова Т.В., Черненко К.В. Влияние города на изменение его геологической среды // БСТ: Бюллетень строительной техники, 2023, № 1 (1061). С. 26-27.
2. Петров К.С., Калугян К.Д., Алиев А.А. Современные аспекты развития природно-экологического каркаса // Строительство и архитектура – 2025: материалы международной научно-практической конференции факультета ПГС. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2025. С. 90-93.
3. Вышлова Д.С., Новоселова И.В. Применение «зеленых» технологий при реализации строительных проектов в России // Строительство и архитектура – 2022: материалы международной научно-практической конференции факультета ПГС. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2022. С. 67-69.
4. Новоселова И.В. Риск-менеджмент в организациях инвестиционно-строительной сферы // Строительство и архитектура – 2020: материалы научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2020. С. 34-37.
5. Шеина С.Г., Аль-Фатла А.Н.М., Зильберов Р.Д., Антонюк В.И. Современные инструменты цифровизации в строительнo-технических исследованиях // Инженерный вестник Дона, 2025, № 1 (121). С. 451-459.

DOI 10.47581/2025.FM-12/Petrochenko-Marina-01

ПЕТРОЧЕНКО МАРИНА ВЯЧЕСЛАВОВНА, к.т.н., доцент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
(e-mail: petrochenko_mv@spbstu.ru)

СТРУКТУРА КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

В данной статье рассматривается управление качеством строительства транспортной инфраструктуры современного агропромышленного комплекса на разных этапах ее жизненного цикла, от проектирования до эксплуатации, с учетом перспектив развития отрасли. Рассмотрены основные проблемы управления качеством транспортного строительства в агропромышленном комплексе в целях повышения эффективности транспортно-логистических процессов. Предложена структура квалиметрического моделирования процессов транспортного строительства.

Ключевые слова: качество, показатель качества, управление качеством, контроль качества, транспортное строительство, агропромышленный комплекс.

Основной целью Стратегии развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [1] является создание эффективной и конкурентоспособной отрасли, способствующей обеспечению продовольственной безопасности и улучшению социально-экономического положения страны [2]. Достижение этой цели требует создание современных аграрных предприятий и их транспортно-логистическое обеспечение с использованием при их проектировании, строительстве и эксплуатации инновационных технологий и методов [3, 4]. Проблема управления качеством транспортного строительства в АПК включает широкий спектр вопросов, начиная от организации процессов проектирования и строительства и заканчивая контролем качества строительных материалов, изделий и строительных конструкций, а также качеством применяемых технологий [5].

За последние годы было проведено значительное количество научных исследований в области оценки качества. Современное состояние квалиметрии отличается многообразием научных подходов и школ, представленных такими исследователями, как Азгальдов Г.Г., Гличев А.В., Райхман Э.П., Синько В.И., Андрианов Ю.М., Горбашко Е.А., Иванов С.Б., Лопатин М.В., Окрепилов В.В., Сафонов А.Е., Суббето А.И., Хованов Н.В., Швец В.Е. и др. Результат их научной деятельности: сформированы базовые методологические принципы квалиметрии; разработаны положения аксиоматической теории оценки качества; созданы методологические основы структуризации свойств, выбора и классифика-

ции показателей качества; проведено теоретическое обобщение методов измерения и оценивания качества.

Однако проблему управления качеством транспортного строительства нельзя признать окончательно решенной. Об этом свидетельствуют: недостаточная координация действий между государственными органами, подрядными и контролирующими организациями; отсутствие единой системы контроля качества; ошибки в предоставляемой проектной документации; использование устаревших методов организации труда; применение некачественных строительных материалов и нарушение сроков поставок; низкий уровень ответственности исполнителей за соблюдение технологических требований; недостаточная квалификация специалистов; ограниченность бюджета; необходимость адаптации технологии строительства к местным условиям; несоответствие фактического объема выполненных работ заявленному и т.д.

Разрешение указанных противоречий вызывает необходимость обоснования структуры методов управления качеством и квалиметрического моделирования процессов транспортного строительства в АПК.

Система и структура квалиметрического моделирования процессов транспортного строительства в АПК включает следующие компоненты:

1. Методологические принципы построения дерева показателей качества транспортных сооружений на стадиях их жизненного цикла.

2. Методика оценки качества кадрового потенциала проектной группы и влияние квалификации на проектные риски. Кадровый потенциал проектной группы рассматривается как результат синтеза знаний, навыков и умений, отражающий профессиональные компетенции сотрудников организации [6, 7], а квалификация специалиста определяется присущими ему квалификационными признаками, каждый из которых имеет свою меру вклада в обобщенный (интегральный) показатель квалификации. Аналитическая модель уровня квалификации специалиста базируется на применении методов мультиаддитивной и мультипликативной свертки частных критериев, а также методах теории графов и матриц для повышения объективности расчета меры вклада (весовых коэффициентов) частных показателей в обобщенный (интегральный) критерий уровня квалификации специалистов проектных организаций [5].

3. Комплексная имитационная модель исследования показателей качества работы проектной организации при проектировании транспортных сооружений. Так как показатели качества работы проектной группы зависят от качества работы каждого специалиста в проектной группе, то для создания эффективной проектной группы необходимо: определить оптимальный численный состав группы; сформировать требования к квалификации специалистов, входящих в группу; распределить функциональные обязанности между специалистами; разработать оптимальную организационно-технологическую схему проектирования; спрогнозировать качество работы проектной группы.

4. Метод оценки качества проектов транспортных сооружений. При оценке качества проекта транспортного сооружения требуется совместный анализ многих разнородных показателей технико-экономических характеристик и транс-

портно-эксплуатационных свойств объекта транспортного строительства. Использование идеи сравнения каждого многомерного проекта с «идеальным» образцом позволяет успешно решать задачу многопараметрической оценки качества [8].

5. Метод оценки и обеспечения качества строительных материалов при технологической подготовке и строительстве транспортных сооружений. Для оценки и обеспечения качества строительных материалов необходимо разбить множества всех видов строительных материалов на определенные подмножества; сформировать множества предприятий, производящих эти материалы; выполнить поиск лучшего варианта путем минимизации расходов на приобретение и доставку строительных материалов при удовлетворении всех требований к номенклатуре строительных материалов, качеству и срокам поставок [9].

6. Метод контроля сроков и качества выполнения работ по проектированию, строительству и эксплуатации транспортных сооружений. Обоснование периодичности контроля за ходом выполнения работ и оценка качества выполнения работ возможны при использовании графоаналитического способа, отличающегося значительной простотой и минимальной трудоемкостью. Как известно, важнейшим критерием качества контроля сроков выполнения работ является определение критического времени принятия решений, когда отклонения начнут представлять угрозу несоответствия работ проекту или срыва их выполнения в требуемые сроки. Графоаналитический способ, дополненный методикой расчета критических отклонений фактического хода работ от его планового показателя с учетом требований к их качеству, позволяет выполнить расчет критических отклонений сроков работ от их плановых значений.

7. Математическое моделирование поставок строительных материалов требуемого качества в условиях неопределенности производственно-технологических и экономических факторов. Математическая модель оптимального плана поставок строительных материалов требуемого качества в условиях неопределенности производственно-технологических и экономических факторов решается путем учета вероятностных значений коэффициентов целевой функции и ограничивающих условий линейной оптимизационной модели, полученной при детерминированных исходных данных. Предлагается рассмотреть три возможные ситуации корректировки существующего плана поставок: учет изменяющихся затрат на строительные материалы; учет изменяющихся производственно-технологических факторов; учет как изменяющихся затрат на строительные материалы, так и изменяющихся производственно-технологических факторов.

8. Концептуальный подход к созданию систем искусственного интеллекта идентификации технического состояния и обеспечения безопасной эксплуатации транспортных сооружений. Для объективной оценки технического состояния транспортного сооружения предлагается: 1) синтезировать систему автоматизированной идентификации технического состояния мостового сооружения из множества доступных автоматических средств технической диагностики; 2) оценить техническое состояние типовых элемента мостового сооружения на

основе сравнения фактических параметров состояния моста с нормативными; 3) выбрать оптимальный способ выполнения ремонтных или превентивных мероприятий для обеспечения безопасной эксплуатации мостового сооружения.

Рассмотренные элементы системы и структуры квалитетического моделирования процессов транспортного строительства при их комплексном применении обеспечивают возможность управления качеством развития транспортной инфраструктуры и логистических взаимосвязей между аграрными предприятиями АПК. Создание объектов транспортной инфраструктуры с заданными параметрами качества обеспечит снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции за счет сокращения транспортных расходов, повышения скорости доставки продукции исходных компонентов для работы сельскохозяйственных предприятий. Дополнительным эффектом является возможность снижения затрат на эксплуатацию сельскохозяйственной техники и подвижного состава автомобильного транспорта, вызванных преждевременным ремонтом по причине плохого качества дорожной сети.

Список литературы

1. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р.
2. Курбанов К.К. Влияние факторов активизации инновационной деятельности на конкурентоспособность предприятий АПК СКФО // Региональные проблемы преобразования экономики. 2024. № 5(163). С. 111–118. DOI: 10.26726/1812-7096-2024-5-III-118. EDN: AWMQLY.
3. Соколова А.П., Первакова Е.О. Инновационный потенциал аграрных предприятий России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 2-1. С. 121–128.
4. Александрова Л.А., Анфиногентова А.А., Глебов И.П., Тараскин Д.С. Экспортная конкурентоспособность российского АПК: оценка и потенциал роста // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 4 (79). С. 210–222.
5. Петроченко М.В. Методика оценки качества кадрового потенциала проектной группы и влияние квалификации на проектные риски // Инновационные транспортные системы и технологии. 2025. Т. 11. №1. С. 134–151. DOI: 10.17816/transsyst642802.
6. Рыбакова А.А., Лясковская Е.А. Управление кадровым потенциалом строительной организации // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2016. № 6.
7. Бессонова Е.А., Коптева Ж.Ю., Черных Н.Б. Совершенствование системы управления персоналом АПК региона через формирование эффективного процесса кадрового обеспечения в условиях инновационного развития экономики // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2020. Т. 10, № 2. С. 154–164. EDN: TGEQTK.
8. Петроченко М.В. Метод оценки качества проектов транспортных сооружений // Известия КГАСУ. 2025. № 2(72). С. 221–231, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/72.20. EDN: NIFCKQ.
9. Ускова Ю.А., Козаков С.И., Кириченко А.О. Математическое моделирование как инструмент оптимизации логистических процессов в агропромышленном комплексе // Прикладные экономические исследования. 2024. № S 1. С. 183–190. DOI: 10.47576/2949-1908.2024.26.45.026.

ПОПОВ ЕГОР ГЕННАДЬЕВИЧ, аспирант
БУНЕСКУ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, магистрант
МУЗАККА ЕЛИЗАВЕТА АНДРЕЕВНА, магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

В статье исследуются особенности выполнения экспертизы объектов культурного наследия. Специфическая природа таких объектов, обусловленная их историко-культурной ценностью и архитектурными особенностями, обуславливает необходимость организации деятельности, направленной на предотвращение физических повреждений, разрушения, искажения архитектурного облика или их полной утраты.

Ключевые слова: объект культурного наследия, памятник истории и культуры, обследование здания, трехмерное лазерное сканирование, техническое состояние.

Строительно-техническая экспертиза объектов, обладающих статусом культурного наследия, характеризуется значительной сложностью и требует применения специализированных подходов, затрагивающих как организационные, так и технологические аспекты деятельности. Особенность и уникальность таких объектов, их историко-культурная ценность и часто ветхое техническое состояние обуславливают необходимость применения специальных методов исследования, строгого соблюдения нормативных требований и тесного взаимодействия с органами охраны объектов культурного наследия [1].

Организационные аспекты экспертизы начинаются с получения необходимых разрешений. В отличие от обычных строительных объектов, для работы с памятниками истории и культуры требуется не только стандартный допуск саморегулируемых организаций, но и дополнительные разрешения от других ведомств, отвечающих за сохранение культурного наследия. Это связано с тем, что любое вмешательство в структуру или облик памятника может привести к необратимым последствиям. Экспертиза может проводиться как в досудебном порядке, так и по решению суда, особенно в случаях споров о собственности или оценке ущерба.

Важным организационным моментом является состав экспертной группы. В нее должны входить не только эксперты-строители, но и реставраторы, историки архитектуры, а иногда и археологи. Во многом это связано с необходимостью реализации комплексного подхода. При оценке технического состояния здания важно учитывать не только его физический износ, но и соответствие планируемых работ историческому облику объекта.

Технологические аспекты экспертизы памятников культурного наследия также имеют свою специфику. Одной из главных проблем является отсутствие проектной документации для многих исторических объектов, что делает невоз-

возможным применение стандартных методов оценки. В таких случаях эксперты вынуждены опираться на архивные материалы, изучать аналогичные постройки того же периода и проводить тщательные натурные исследования. Современные технологии играют здесь ключевую роль. Трехмерное лазерное сканирование позволяет создать точную цифровую модель здания, а методы неразрушающего контроля дают возможность оценить состояние конструкций без их повреждения [2].

Применение инструментов лазерного трехмерного сканирования для зданий и сооружений обеспечивает существенное сокращение временных затрат на выполнение обмерных работ, а также способствует упрощению и ускорению генерации обмерочных чертежей на базе сформированных массивов данных – облаков точек. Полученные данные позволяют осуществлять анализ возможных отклонений конструкций от проектных параметров, при этом исследуя рельефные характеристики прилегающей территории.

Точность итоговых результатов, получаемых методом лазерного сканирования, обуславливается комплексом факторов. Каждое облако точек, генерируемое сканирующим оборудованием, содержит значительный массив точек. К числу ограничений технологии следует отнести высокую стоимость специализированного измерительного оборудования.

Область применения лазерного сканирования для обследования объектов культурного наследия отличается значительной широтой. Благодаря высокой точной природе получаемых данных, данный метод представляется наиболее перспективным для последующего формирования информационных моделей зданий на основе облаков точек, что определено возможностью получения в ходе корректно организованного сканирования как общего облака точек, характеризующего объект в целом, так и детализированных данных с повышенной плотностью и точностью для отдельных фрагментов и элементов [3]. В современных условиях разработка методологических принципов создания информационных моделей исторических зданий приобретает особую актуальность и основывается преимущественно на технологиях лазерного сканирования.

В рамках строительной-технической экспертизы объектов культурного наследия приоритетное значение приобретает диагностика состояния несущих конструкций здания. С этой целью выполняются инженерно-геологические изыскания, направленные на оценку рисков возникновения просадочных явлений и процессов разрушения. В данном случае важно учитывать исторический аспект, т.к. проектирование здания, являющегося объектом культурного наследия, могло быть выполнено без учета современных эксплуатационных нагрузок.

Еще одной важной задачей является оценка объемов и методов реставрационных работ. В отличие от обычного ремонта, работа с памятниками истории требует использования материалов, максимально приближенных к аутентичным, а также соблюдения традиционных технологий. Экспертиза должна не только выявить дефекты, но и предложить способы их устранения, которые не исказят первоначальный облик здания [4].

Отдельной сложностью является определение рыночной стоимости объектов культурного наследия. Здесь стандартные методы оценки часто оказываются неприменимыми из-за уникальности таких объектов. Эксперты должны учитывать не только физическое состояние здания и затраты на реставрацию, но и его культурно-историческую ценность, которая может значительно повышать стоимость объекта.

Заключительным этапом экспертизы является составление заключения, которое должно содержать не только описание текущего состояния объекта, но и рекомендации по его сохранению [5]. Такие рекомендации могут включать как неотложные меры, так и долгосрочные планы реставрации.

Таким образом, строительная-техническая экспертиза объектов культурного наследия требует сочетания глубоких профессиональных знаний, использования современных технологий и строгого соблюдения организационных процедур. Подобный комплексный подход позволяет обеспечить сохранение памятников истории и культуры для будущих поколений, не нарушая при этом их уникальности и исторической ценности.

Список литературы

1. Зильберова И.Ю., Дорофеева В.В., Буракова А.А., Асланиди М.Х. Особенности строительной-технической экспертизы объектов культурного наследия // БСТ: Бюллетень строительной техники, 2020, № 5. С. 50-52.
2. Петров К.С., Дахнова Т.М., Летяева Н.В., Суховая В.Д. Применение современных информационных технологий в экспертизе объектов культурного наследия // БСТ: Бюллетень строительной техники, 2023, № 11. С. 24-25.
3. Гирия Л.В., Трофимов Г.П. Обследование памятников архитектуры с использованием современных технологий трехмерного сканирования // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2022, Т. 24, № 6. С. 35-43.
4. Шеина С.Г., Гирия Л.В., Буракова А.А., Горская А.Л. Методика комплексной оценки состояния памятников архитектуры // Строительство и техногенная безопасность, 2019, № 15. С. 7-13.
5. Новоселова И.В., Гондусова А.М., Корниенко Э.Г., Асланиди М.Х. Проведение строительной-технической экспертизы объектов культурного наследия // Актуальные направления современной науки, образования и технологий: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Экспертно-методический центр, 2020. С. 27-31.

ПОТОЛОВА ИННА ЕВГЕНЬЕВНА, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: innapotolova@icloud.com)

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ НА ПРИНЦИПАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

В данной статье рассматриваются специфические аспекты организации и проведения строительного контроля и технического надзора в рамках проектов государственно-частного партнерства (ГЧП). Анализируется особая модель распределения ответственности между государственным заказчиком и частным инвестором (партнером). Исследуются особенности взаимодействия сторон на всех этапах жизненного цикла объекта строительства – от проектирования до эксплуатации. Делается вывод о необходимости формирования комплексной и адаптивной системы контроля, адекватной сложной структуре отношений ГЧП.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство (ГЧП), строительный контроль, технический надзор, жизненный цикл объекта, публичный партнер, частный партнер, ответственность, концессионное соглашение.

Современная практика строительства, особенно в сфере инфраструктурных, социальных и общественно-значимых объектов, все чаще обращается к механизмам государственно-частного партнерства (ГЧП). Данная модель позволяет привлечь частные инвестиции и компетенции для реализации проектов, интересных государству, но ограниченных бюджетным финансированием. Однако классическая система строительного контроля, регламентированная Градостроительным кодексом РФ, оказывается недостаточно адаптированной к специфике ГЧП. Основное отличие заключается в распределении ролей, рисков и, что наиболее важно, ответственности за качество и сроки на всех этапах жизненного цикла объекта. Специфика распределения ответственности в проектах ГЧП

В традиционном строительстве по государственному контракту заказчик (государство) и подрядчик находятся в относительно простых договорных отношениях[1]. В ГЧП эти отношения усложняются появлением новой ключевой фигуры – частного партнера (инвестора), который часто объединяет в одном лице функции заказчика, инвестора и подрядчика (или привлекает последнего по договору подряда). Ответственность распределяется следующим образом:

Публичный партнер (государство): определяет конечные требования к объекту: его функциональное назначение, ключевые параметры, стандарты качества и уровень услуг, которые будут предоставляться населению. Осуществляет контроль за результатом, а не за каждым технологическим процессом. Его интересует соответствие объекта условиям соглашения на момент ввода в эксплуатацию и на протяжении всего срока его службы. Несет ответственность пе-

ред обществом за обеспечение надлежащего качества объекта и предоставляемых услуг.

Частный партнер (инвестор): несет полную ответственность за весь процесс строительства: от проектирования и финансирования до ввода в эксплуатацию и последующего технического обслуживания. Организует и финансирует всю систему строительного контроля и технического надзора. Он напрямую заинтересован в качественном результате, так как его прибыль зависит от бесперебойной эксплуатации объекта в течение длительного срока (часто 20-30 лет). Рискует своими инвестициями в случае выявления дефектов, срыва сроков или несоответствия объекта требованиям соглашения[2]. Частный партнер становится главным субъектом контроля на этапе строительства, а государство трансформируется из "контролера процессов" в "контролера соответствия установленным стандартам".

Взаимодействие сторон в вопросах контроля на разных этапах жизненного цикла. Этап проектирования. Государство утверждает техническое задание и ключевые параметры проекта. Частный партнер разрабатывает проектную документацию, которая проходит все необходимые государственные экспертизы. Однако, помимо этого, публичный партнер может создавать собственную или привлекать независимую экспертизу для проверки проектных решений на их соответствие целям ГЧП-соглашения, особенно в части будущих эксплуатационных расходов и энергоэффективности.

Этап строительства. Внутренний контроль частного партнера: инвестор организует многоуровневую систему контроля, включающую: Контроль со стороны генерального подрядчика. Строительный контроль со стороны самого частного партнера (его технического департамента). Привлечение независимых организаций технического надзора для объективной оценки. Контроль со стороны публичного партнера: Государство не вмешивается в оперативную деятельность, но имеет право на: выборочные проверки для мониторинга хода работ[3]. Приемку ключевых этапов (например, завершение нулевого цикла, монтажа каркаса). Мониторинг соблюдения сроков и бюджетной дисциплины. Доступ к отчетам независимого технического надзора. Все выявленные замечания фиксируются в совместных отчетах и являются основанием для применения санкций, предусмотренных ГЧП-соглашением (штрафы, пеня).

Этап эксплуатации и технического обслуживания. Уникальность ГЧП заключается в том, что контроль не заканчивается сдачей объекта[4]. Он продолжается на протяжении всего срока действия соглашения. Частный партнер обязан поддерживать объект в состоянии, определенном соглашением, и нести все затраты на текущий и капитальный ремонт. Публичный партнер постоянно мониторит качество предоставляемых услуг (например, качество дорожного покрытия для автодороги, уровень комфорта в больнице) и соответствие объекта эксплуатационным стандартам. Для этого часто используются специальные технические индикаторы и КРП (Ключевые показатели эффективности).

Реализация проектов на принципах ГЧП кардинально меняет парадигму строительного контроля. Основная тяжесть оперативного контроля и техниче-

ского надзора ложится на частного партнера, который экономически мотивирован на создание качественного и долговечного объекта. В то же время, государство, минимизируя свои операционные затраты, фокусируется на стратегическом контроле за результатом на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Эффективность такой системы напрямую зависит от детальности и продуманности ГЧП-соглашения, в котором должны быть четко прописаны: все стандарты и технические требования[5]. Процедуры контроля и приемки. Механизмы взаимодействия сторон. Прозрачная система КРП и санкций за их невыполнение.

Строительный контроль в ГЧП – это не просто набор технических мероприятий, а сложный управленческий механизм, основанный на балансе интересов, распределении рисков и долгосрочной ответственности сторон.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Инновационные способы строительного контроля и технического надзора / Н. Ю. Кушнерев // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 246-249. – EDN GF1QFC.

2. Кушнерев, Н. Ю. Выявление и систематизация ключевых проблем внедрения искусственного интеллекта в управление строительными проектами (BIM) / Н. Ю. Кушнерев // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 243-246. – EDN ZY0HOX.

3. Кушнерев, Н. Ю. Адаптация принципов модульного и сборного строительства в условиях массового жилищного строительства в РФ: проблемы и перспективы / Н. Ю. Кушнерев // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 сентября 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 240-243. – EDN GTXCLG.

4. Кушнерев, Н. Ю. САПР- основа современного строительства / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2024 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 272-274. – EDN QXTFVW.

5. Кушнерев, Н. Ю. Особенности инвестирования в строительство типовых объектов / Н. Ю. Кушнерев // 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: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – С. 286-289. – EDN WAIYOP.

ПОТОЛОВА ИННА ЕВГЕНЬЕВНА, студент
Юго–Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: innapotolova@icloud.com)

СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ НАДСТРОЙКЕ ЭТАЖЕЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

В статье проведен комплексный анализ современных методов усиления фундаментов при реконструкции зданий с надстройкой дополнительных этажей. Рассмотрены технологические особенности и области эффективного применения способов усиления свайных фундаментов, уширения подошв фундаментов мелкого заложения и методов цементации грунтов основания. Особое внимание уделено вопросам расчета несущей способности усиленных конструкций и специфике производства работ в стесненных условиях городской застройки. На основе сравнительного анализа выявлены оптимальные области применения различных технологий в зависимости от инженерно-геологических условий и типа существующих фундаментов.

Ключевые слова: усиление фундаментов, реконструкция зданий, надстройка этажей, свайные фундаменты, уширение подошвы, цементация грунтов, стесненные условия строительства, несущая способность оснований.

Рост плотности городской застройки и необходимость повышения эффективности использования существующих зданий приводят к активному развитию проектов надстройки дополнительных этажей. Такие мероприятия сопровождаются значительным увеличением вертикальных и горизонтальных нагрузок, воздействующих на фундамент и основание[1]. В условиях реконструкции, особенно при работе на эксплуатируемых объектах, чрезвычайно важно обеспечить надежное усиление фундаментов с учетом фактического состояния конструкций, свойств грунтов и стесненных условий строительной площадки. Среди наиболее распространенных методов усиления можно выделить уширение подошв фундаментов, инъекционную цементацию грунтов и усиление свайных элементов. Каждый из этих методов имеет свои преимущества, ограничения и область рационального применения, что требует комплексного инженерного анализа.

Усиление фундаментов в условиях надстройки представляет собой совокупность инженерных решений, направленных на компенсацию роста нагрузок и предотвращение недопустимых деформаций основания[2]. Выбор конкретной технологии зависит от типа существующего фундамента, характеристик грунтового массива, уровня грунтовых вод, а также от наличия ограничений по доступу техники и возможности выполнения земляных работ. Принципиально методы усиления можно разделить на два направления: увеличение площади взаимодействия фундамента с грунтом и повышение несущей способности

грунтов основания. В ряде случаев применяется комбинированный подход, предусматривающий одновременное выполнение нескольких видов усиления.

Уширение подошвы является традиционным и технически хорошо освоенным методом, позволяющим увеличить площадь опирания фундаментной конструкции и тем самым снизить удельное давление на грунт[3]. Метод эффективен при наличии устойчивых грунтов основания, таких как плотные пески или супеси, а также при возможности выполнения подкопки под фундамент с организацией временного поддержания нагрузок. Конструктивно уширение выполняется путем устройства железобетонных «юбок» или монолитных обойм, жестко соединенных с существующей подошвой. Основными проблемами данного метода являются необходимость обеспечения качественного сопряжения нового и старого бетона, сложности монтажа арматуры в стесненном пространстве и риски, связанные с временной потерей устойчивости отдельных участков подошвы во время производства работ.

Инъекционная цементация (включая технологии струйной цементации jet grouting) на сегодняшний день является одним из наиболее универсальных методов усиления оснований. Принцип метода заключается во введении под давлением цементных или полимерных смесей в грунтовый массив с целью увеличения его прочности, плотности и модуля деформации. В результате образуются цементогрунтовые структуры, способные существенно повысить несущую способность основания без значительных земляных работ. Инъекционные методы эффективны в условиях ограниченного доступа, а также при реконструкции зданий с высоким уровнем грунтовых вод[4]. Однако для достижения требуемого эффекта необходимо тщательно контролировать давление и объем вводимого раствора, проводить испытания прочности полученного материала и учитывать возможные технологические риски, такие как гидроразрыв или перерасход смеси.

В случаях, когда здание опирается на свайный фундамент, наиболее рациональными методами усиления являются устройство дополнительных микросвай, наращивание длины существующих свай или инъекционное уплотнение грунта вокруг стволов. Микросваи обладают преимуществом в виде возможности бурения в крайне стесненных условиях, включая подвальные помещения. При этом несущая способность таких свай может достигать 150–400 кН в зависимости от диаметра, глубины и свойств грунта. Устройство дополнительных свай позволяет эффективно передать часть увеличившейся нагрузки на более глубокие прочные слои[5]. Инъекционные методы для свайных фундаментов направлены на повышение бокового сопротивления сваи и снижение осадок. Данные решения требуют тщательного мониторинга поведения существующих свай и анализа взаимодействия свайной группы.

При реконструкции зданий, находящихся в эксплуатации, работы выполняются в условиях ограниченного пространства, что накладывает ряд технологических ограничений. К основным особенностям относятся невозможность использования тяжелой буровой техники, необходимость ограничения вибрационных и ударных воздействий, а также трудности с организацией безопасного

доступа к фундаментным конструкциям. В таких условиях наибольшую эффективность показывают инъекционные методы и микросваи, выполняемые малогабаритными установками. Особое значение имеет система мониторинга осадок и контролируемых деформаций, позволяющая оперативно реагировать на изменения состояния конструкций[6]. Важными элементами технологии являются также устройство временных опор и организация безопасного последовательного подкопа участков фундамента с обеспечением устойчивости всего сооружения.

Усиление фундаментов при надстройке этажей является комплексной инженерной задачей, требующей учета конструктивных, геотехнических, технологических и эксплуатационных факторов. Уширение подошв обеспечивает значительный прирост несущей способности при благоприятных условиях и достаточном пространстве. Инъекционная цементация является универсальным инструментом повышения прочности и жесткости основания, особенно эффективным в водонасыщенных и слабых грунтах. Усиление свай позволяет перераспределить нагрузку на более прочные слои грунта и является надежным средством для значительного повышения несущей способности фундамента. Рациональный выбор технологии должен основываться на тщательных инженерно-геологических исследованиях, расчетах взаимодействия основания и конструкций, а также анализе условий площадки и требований к безопасности работ.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Особенности проектирования оснований и фундаментов высотных зданий и сооружений / Н. Ю. Кушнерев // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 242-244. – EDN ANDMJF.
2. Кушнерев, Н. Ю. проблемы применения современных материалов в строительстве на территории РФ / Н. Ю. Кушнерев // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 244-247. – EDN DDFZIZ.
3. Кушнерев, Н. Ю. Использование морозостойких конструкций и сооружений на территории Курской области / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции. В 3-х томах, Курск, 19–20 октября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 164-167. – EDN AYAMCO.
4. Кушнерев, Н. Ю. Современные жаростойкие, огнестойкие конструкции и сооружения и способы их применения / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции. В 3-х томах, Курск, 19–20 октября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 167-170. – EDN UJFNJV.

5. Кушнерев, Н. Ю. Основные ошибки при проектировании гражданских зданий / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 329-331. – EDN DJISQE.

6. Кушнерев, Н. Ю. Проблемы использования иностранной нормативной документации в РФ / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 332-335. – EDN VEQKUS.

ПОТОЛОВА ИННА ЕВГЕНЬЕВНА, студент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: innapotolova@icloud.com)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА В МНОГОЭТАПНОМ СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

В данной статье рассматриваются подходы к оптимизации организации труда на строительных участках с применением метода функционально-стоимостного анализа (ФСА). На основе исследования функций ключевых участников строительного процесса - прораба, мастера и геодезиста - выявлены дублирующиеся и избыточные функции, предложена оптимизированная организационная схема управления. Реализация предложенных мер способствует повышению эффективности использования трудовых и временных ресурсов, снижению накладных расходов и сокращению сроков строительства. Также рассмотрены практические примеры внедрения ФСА на объектах гражданского и промышленного строительства.

Ключевые слова: организация труда, функционально-стоимостный анализ (ФСА), управление строительством, линейный персонал, прораб, мастер, оптимизация функций, организационная структура.

Совершенствование организации труда в многоэтапном строительном производстве является одной из ключевых задач современного строительного сектора, который характеризуется усложнением технологических процессов, ростом требований к качеству и безопасным условиям выполнения работ, а также стремлением к сокращению сроков реализации проектов. В условиях активной цифровизации отрасли и увеличивающейся нагрузки на инженерно-технический персонал возрастает потребность в научно обоснованных методах оптимизации управленческой деятельности.

Одним из наиболее результативных инструментов исследования и улучшения структуры трудовых процессов является функционально-стоимостной анализ, позволяющий оценить степень полезности выполняемых функций и выявить несоответствия между фактически затрачиваемыми ресурсами и значи-

мостью получаемого результата[1]. Применение ФСА в строительстве особенно актуально, поскольку многоэтапные процессы требуют координации действий большого числа специалистов, чьи обязанности нередко пересекаются.

Проведённые исследования показывают, что значительная часть рабочего времени прорабов и мастеров расходуется на административные операции, которые имеют низкую функциональную ценность и часто дублируются различными сотрудниками[2]. К подобным операциям относятся ручное ведение журналов, многократная проверка данных, оформление актов и взаимодействие с субподрядными организациями без применения единого информационного пространства. Геодезисты также испытывают значительную перегрузку из-за привлечения к работам, не относящимся к их профильным компетенциям.

Функционально-стоимостной анализ позволяет выделить ключевые функции, устранить дублирование, определить избыточные операции и предложить альтернативные способы организации труда. Одним из центральных решений является создание единого цифрового пространства, в котором мастер фиксирует фактическое выполнение работ, а прораб анализирует и структурирует поступающие данные, используя их для формирования отчётности и контроля производственного процесса[3]. Это позволяет исключить многократное переписывание информации и минимизировать риск ошибок.

Оптимизация распределения обязанностей предполагает чёткое разграничение ролей участников строительного процесса. Мастер выполняет оперативное управление и ежедневный контроль качества, прораб сосредотачивается на стратегических задачах и координации между участниками проекта, а геодезист работает строго в рамках профессиональных функций, выполняя измерения и подготовку схем в соответствии с графиком[4]. Такая модель обеспечивает более рациональное использование трудового потенциала.

Современные технологии также позволяют внедрять многоуровневые системы контроля качества, которые обеспечивают системность и прозрачность процессов[5]. Ежедневный визуальный контроль осуществляется мастером, выборочная проверка ключевых операций - прорабом, а инструментальная часть подтверждается геодезическими измерениями. Это создаёт условия для повышения качества строительной продукции и уменьшает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Пилотные внедрения предложенной модели в реальную производственную среду показали её высокую эффективность[6]. Она способствует снижению потерь рабочего времени, уменьшению нагрузки на инженерно-технический персонал, повышению скорости документооборота и улучшению взаимодействия между участниками проекта. Также фиксируется сокращение сроков строительства без ухудшения качества работ, что подтверждает практическую ценность применения функционально-стоимостного анализа.

Совершенствование организации труда с использованием функционально-стоимостного анализа позволяет значительно повысить эффективность управления в многоэтапном строительном производстве[7]. Интеграция цифровых решений, устранение дублирующихся операций, повышение чёткости рас-

предела ответственности и развитие систем контроля создают условия для формирования современной управленческой культуры, ориентированной на рациональность, прозрачность и высокое качество конечного результата.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54869-2011. Организация строительства. Общие положения.
2. Савин В.Н. Организация и управление строительным производством. М.: АСВ, 2021.
3. Шенн В.М. Совершенствование системы управления строительством. Екатеринбург: УрФУ, 2020.
4. Пономарёв А.А. Анализ эффективности организации труда в строительстве. Вестник МГСУ, №4, 2023.
5. Кузнецов Д.А. Оптимизация управления персоналом строительных организаций. СПбГАСУ, 2022.
6. Петров П.В. Управление строительным производством: современные проблемы и решения. – М.: Стройиздат, 2021. – 256 с.
7. ГОСТ Р 57306-2016. Производство строительных работ. Организация строительства. Общие положения.

ПРОЛОМОВА ВАЛЕРИЯ ВАСИЛЬЕВНА, студент

(e-mail: valeriaprolomova@gmail.com)

Юго-Западный государственный университет, Курск

ПРЕИМУЩЕСТВА УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА И СТЕКЛОПЛАСТИКА ПЕРЕД СТАЛЬНОЙ АРМАТУРОЙ

Современное строительство предъявляет все более высокие требования к долговечности, надежности и экономической эффективности конструкций. Традиционная стальная арматура, являющаяся на протяжении столетий основным материалом для армирования железобетона, обладает рядом существенных недостатков, главным из которых является склонность к коррозии. Это приводит к снижению несущей способности, появлению трещин в бетоне и необходимости проведения дорогостоящих ремонтных работ.

Ключевые слова: удельная прочность, сейсмостойкое строительство композитная полимерная арматура (АКП), коэффициент теплопроводности, сталь.

Альтернативой стали выступают композитные материалы, в частности, арматура из углеродного (CFRP – Carbon Fiber Reinforced Polymer) и стеклянного (GFRP – Glass Fiber Reinforced Polymer) волокон, связанных полимерной матрицей (чаще всего эпоксидной или винилэфирной смолой).

Прочность на растяжение является одним из ключевых показателей для арматуры. Арматура из углеродного волокна обладает пределом прочности при растяжении в 2-3 раза выше, чем у стальной арматуры класса А500С (1200-2000 МПа против 500 МПа). Стеклопластиковая арматура также демонстрирует высокие показатели (800-1200 МПа), превосходя сталь [2].

Однако принципиальное отличие заключается в деформационных свойствах. Сталь является упруго-пластичным материалом и имеет ярко выраженный пре-

дел текучести, что обеспечивает перераспределение напряжений в конструкции. Композитная арматура относится к линейно-упругим материалам вплоть до разрушения. Ее модуль упругости (упругость при растяжении) значительно ниже: для GFRP он составляет около 45-55 ГПа (в 4-5 раз ниже, чем у стали ~200 ГПа), для CFRP – 130-150 ГПа, что все равно ниже стального [5]. Это является основным конструктивным ограничением, так как приводит к большим прогибам и раскрытию трещин в железобетонных элементах при одинаковых нагрузках.

Удельная прочность (отношение прочности к плотности) у АКП несопоставимо выше. Плотность композитной арматуры примерно в 4 раза меньше плотности стали (1900 кг/м³ для GFRP против 7850 кг/м³ для стали). Это позволяет существенно снизить массу конструкций, что критически важно в мостостроении, строительстве в сейсмических районах и при реконструкции зданий.

Это одно из наиболее значимых преимуществ АКП. Композитные материалы абсолютно инертны к воздействию:

1. Хлоридов (противогололедные реагенты, морская вода).
2. Щелочей (бетонная среда).
3. Кислот, растворителей и других агрессивных химических веществ.

В отличие от стали, они не подвержены электрохимической коррозии. Это исключает главную причину разрушения железобетонных конструкций и позволяет значительно увеличить их срок службы, особенно в условиях агрессивных сред: в морских портах, на химических производствах, в сооружениях дорожной инфраструктуры [3].

Коэффициент теплопроводности АКП крайне низок (0,35-0,5 Вт/м·°С для GFRP против 40-50 Вт/м·°С для стали). Это свойство позволяет устранить явление «мостиков холода», значительно улучшить теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и предотвратить образование конденсата.

Однако полимерная матрица композитов является горючим материалом и теряет свои свойства при температурах выше 200-300°С. В то время как стальная арматура сохраняет несущую способность до ~500°С, АКП при пожаре может размягчиться и привести к внезапному обрушению конструкции. Это накладывает ограничения на ее применение в конструкциях с высокими требованиями по огнестойкости. [4]

АКП является диэлектриком и немагнитным материалом. Это открывает возможности для ее использования в:

1. Медицинских учреждениях (МРТ-кабинеты, где магнитные поля исключают применение стали).
2. Лабораториях с высокоточным оборудованием.
3. Энергетических объектах (подстанции, ЛЭП).
4. Специальных сооружениях, требующих защиты от радиопомех.

Малая масса и возможность поставки в бухтах значительно облегчают транспортировку и монтаж АКП. Резка и вязка арматуры не требуют применения тяжелой техники и сварки.

Прогнозируемый срок службы композитной арматуры в агрессивных средах оценивается в 80-100 лет и более, что существенно превышает долговечность стальной арматуры в аналогичных условиях [1].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о наличии у композитной полимерной арматуры (АКП) ряда неоспоримых преимуществ перед традиционной стальной:

1. Высокая удельная прочность, позволяющая создавать легкие и прочные конструкции.
2. Абсолютная коррозионная стойкость, обеспечивающая многократное увеличение срока службы конструкций в агрессивных средах.
3. Низкая теплопроводность, улучшающая энергоэффективность зданий.
4. Диэлектрические и немагнитные свойства, расширяющие области специализированного применения.

Основными ограничивающими факторами являются относительно низкий модуль упругости, что требует специальных расчетов конструкций, и пониженная огнестойкость.

Таким образом, композитная арматура не является полной заменой стальной во всех областях строительства, но ее применение является экономически и технически целесообразным в специфических нишах: строительство в агрессивных средах, возведение мостов, сейсмостойкое строительство, реконструкция исторических зданий с целью разгрузки фундаментов, а также в сооружениях, предъявляющих особые требования к электромагнитной совместимости. Дальнейшее развитие нормативной базы и совершенствование технологий производства будут способствовать расширению сфер применения этих перспективных материалов.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Использование каменных и армокаменные конструкций в промышленном проектировании. Достоинства и недостатки / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 5-х томах, Курск, 17-18 апреля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 156-159. – EDN UTYNCR.
2. Кушнерев, Н. Ю. Армирование конструкций из ячеистого бетона автоклавного твердения / Н. Ю. Кушнерев // 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. 300-303. – EDN MSEMKF.
3. Кушнерев, Н. Ю. Области применения металлических конструкций / Н. Ю. Кушнерев // 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. 323-325. – EDN JGFWMK.
4. Кушнерев, Н. Ю. Металлические конструкции в строительстве промышленных и гражданских зданий. Достоинства и недостатки / Н. Ю. Кушнерев, Е. Ю. Евдокимова // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2024 : сборник научных статей 13-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 12-13 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 364-367. – EDN WLSXZI.

5. Кушнерев, Н. Ю. развитие строительного комплекса в условиях санкций / Н. Ю. Кушнерев // 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: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – С. 289-291. – EDN GSDPDK.

ФИРСОВ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ, аспирант
МИХАЙЛОВ ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ, магистрант
ПОГОРЕЛОВА КАРИНА СЕРГЕЕВНА, магистрант

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Проводимое на протяжении двух десятилетий реформирование жилищно-коммунального комплекса способствовало частичному разрешению ключевых проблем, включая организацию капитального ремонта многоквартирного жилищного фонда и вывод из эксплуатации аварийных объектов. Вместе с тем, проблема значительного износа систем коммунальной инфраструктуры продолжает сохранять свою актуальность, требуя комплексного решения.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, жилищно-коммунальный комплекс, системы коммунальной инфраструктуры, физический износ, капитальный ремонт.

Сектор жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) сохраняет значимую позицию в структуре национальной экономики, однако техническое состояние объектов жилищно-коммунальной инфраструктуры в большинстве городских и сельских поселений характеризуется высокой степенью износа. Данная ситуация провоцирует рост аварий, потери ресурсов и системное снижение качества предоставляемых населению услуг, создавая тем самым негативные социально-экологические последствия.

Во многом проблемы коммунальной инфраструктуры связаны с высокой степенью износа трубопроводных сетей, что приводит к утечкам воды, потерям тепла, загрязнению окружающей среды из-за негерметичности канализационных систем и ухудшению качества питьевой воды. Кроме того, ветхое состояние тепловых и электрических сетей становится причиной аварийных отключений. В отсутствие своевременной замены изношенных объектов затраты на аварийно-восстановительные работы значительно превышают стоимость планового ремонта или строительства новых сетей (рис. 1) [1]. При этом существует оптимальный срок замены элементов с точки зрения текущего соотношения затрат и выгод, и с точки зрения стоимости владения объектом на всем жизненном цикле [2].

С целью разрешения вышеобозначенных проблем, необходимо внедрение современных подходов и инновационных инструментов при управлении экс-

плуатацией объектов коммунальной инфраструктуры. Одним из таких направлений является переход от традиционного планово-предупредительного обслуживания к системе, основанной на диагностике и прогнозировании технического состояния объектов [3]. Подобный подход позволяет не только своевременно выявлять износ, но и предотвращать аварии, минимизируя затраты и повышая надежность систем коммунальной инфраструктуры. Диагностика включает непрерывный или периодический контроль параметров, таких как коррозия, трещины или утечки, с использованием специализированного оборудования, инструментов искусственного интеллекта, автоматизированных систем контроля (мониторинга) технического состояния. На основе получаемых таким образом данных можно прогнозировать сроки выхода оборудования из строя и планировать ремонтные работы до возникновения критических ситуаций.

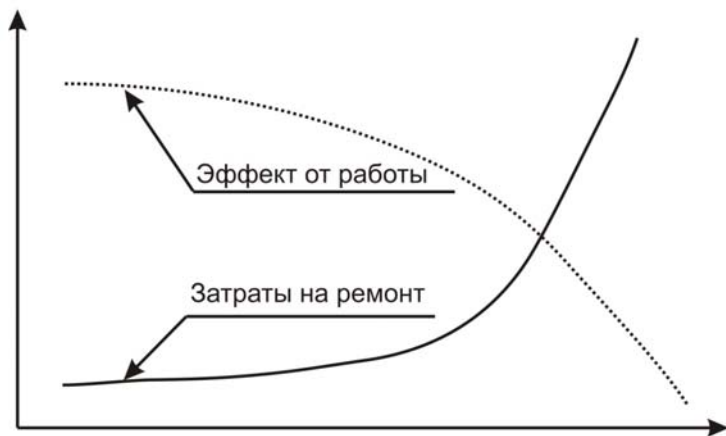


Рис. 1. Обобщенный график зависимости эффективности работы и затрат на ремонт с учетом времени

Эффективность диагностики и прогнозирования зависит от нескольких факторов. Во-первых, важно, чтобы постепенные отказы преобладали над внезапными, так как последние сложнее предсказать. Во-вторых, необходимо учитывать экономическую целесообразность (затраты на диагностику должны быть оправданы снижением расходов на аварийные работы). Реализация такого подхода требует внедрения автоматизированных систем контроля и современных методов технического диагностирования, которые уже доказали свою эффективность.

Еще одним важным аспектом модернизации ЖКХ является применение бесшаншевых технологий для реконструкции и прокладки коммунальных сетей [4]. Традиционные методы, такие как открытый способ строительства, часто неприменимы в условиях плотной городской застройки, под транспортными

магистральями или в зонах с развитой подземной инфраструктурой. Бесшаншевые технологии, включая горизонтально-направленное бурение, использование микрощитов и пневмопробойников, позволяют проводить работы без разрушения поверхностного слоя земли и нарушения работы городских систем. Это особенно актуально для городов с исторической застройкой или высокой транспортной нагрузкой, где открытые работы могут привести к серьезным социальным и экономическим издержкам.

Преимущества бесшаншевых технологий очевидны: они сокращают сроки выполнения работ, минимизируют неудобства для населения, снижают нагрузку на экологию и позволяют сохранить существующую инфраструктуру. Помимо этого, они способствуют сохранению зеленых насаждений и городского ландшафта, что особенно важно при усилении требований к экологической устойчивости территорий. Социально-экономический эффект от их внедрения включает не только снижение затрат на восстановительные работы, но и повышение качества жизни населения.

Таким образом, для комплексного решения проблем износа объектов коммунальной инфраструктуры необходимо сочетать современные методы диагностики, прогнозирования и ремонта [5]. Это включает использование нескольких методов диагностики (например, акустического, визуального и радиографического контроля) для повышения достоверности результатов, а также разработку новых технологий реконструкции. Важно систематизировать данные обследований и внедрять инновационные решения, такие как «умные» сети с датчиками мониторинга, которые позволяют отслеживать состояние инфраструктуры в режиме реального времени.

Список литературы

1. Героева А.М., Зильберова И.Ю. Прогнозирование и диагностика технического состояния объектов коммунальной инфраструктуры // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4-1 (22). – С. 109.
2. Выбор технических и организационно-технологических решений ремонтно-строительного производства в сфере ЖКХ и городской среды: монография / В. Д. Маилян, И. Ю. Зильберова, И. В. Новоселова. – Ростов-на-Дону: ДГТУ. – 2021. – 144 с.
3. Зильберова И.Ю., Петров К.С. Особенности проведения реконструкции жилых кварталов в условиях сложившейся городской застройки // Строительство и архитектура – 2015: материалы международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: РГСУ. – 2015. С. 214-216.
4. Зильберова И.Ю., Петров К.С., Аллави О.Э. Проблемы реконструкции и ремонта инженерных систем в условиях города // Научное обозрение. 2014. – № 12-2. – С. 468-470.
5. Зильберова И.Ю., Новоселова И.В., Мазанов Н.В. Организационно-технологические подходы к планированию работ по капитальному ремонту // Строительство и архитектура – 2023: материалы международной научно-практической конференции факультета ПГС. – Ростов-на-Дону: ДГТУ. – 2023. – С. 78-79.

ХОДЫКИН ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ, студент

Научный руководитель –

АНЦУПОВА ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА, преподаватель

Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева,

Ливенский филиал ОГУ им. И. С. Тургенева, г.Ливны, Россия

(e-mail: hodykin.ivan06@mail.ru)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В данной статье рассматривается проблема оценки эффективности строительства автомобильных дорог в Российской Федерации. Предложена многоаспектная методика анализа, интегрирующая законодательные, статистические, климатические и геологические факторы на протяжении всего жизненного цикла дорожной инфраструктуры. На основе проведенного анализа сформулированы практические рекомендации по оптимизации проектных решений, выбору материалов, внедрению систем мониторинга и стратегий управления жизненным циклом (LCC).

Ключевые слова: эффективность строительства, автомобильные дороги, Российская Федерация, жизненный цикл проекта, дорожная инфраструктура, региональные особенности, вечная мерзлота, управление затратами, логистика, износостойкость покрытий, мониторинг, социоэкономическое развитие.

Дорожная сеть является фундаментом транспортной системы страны. Она соединяет жилые районы с местами работы, производства и крупными транспортными узлами, такими как порты, аэропорты и железнодорожные станции. Это обеспечивает слаженную работу всех видов транспорта и бесперебойное движение грузов и пассажиров.

Недостатки в развитии дорожной сети напрямую влияют на эффективность всей транспортной системы. Это замедляет перевозки, снижает их надежность и тормозит экономический рост страны. В условиях растущего числа автомобилей, плохое состояние дорог становится серьезным препятствием для развития автомобильной отрасли и смежных секторов. Это приводит к снижению ВВП и не позволяет достичь поставленных целей развития.

Для расчета стоимости строительства автомагистралей эксперты используют два основных подхода:

Расчет на основе однополосной дороги: Оценивается стоимость строительства одного километра дороги с одной полосой движения, включая затраты на мосты и развязки.

Расчет на основе четырехполосной дороги: Оценивается стоимость одного километра дороги с четырьмя полосами и разделительной полосой.

В России стоимость одного километра четырехполосной дороги может отличаться в четыре раза. Это связано с особенностями климата. Примерно 70%

территории страны находится в суровых климатических условиях, где строительство требует сложных и дорогостоящих инженерных решений

Например, возведение высоких насыпей и использование дополнительных слоев для защиты от промерзания увеличивают энергозатраты и снижают эффективность работы строительной техники. Все это ведет к удорожанию строительства. Тем не менее, дороги на Севере необходимы, так как они связывают отдаленные населенные пункты, обеспечивая их жизнедеятельность и экономическое развитие. Без дорог эти территории могут стать необитаемыми.

При определении стоимости строительства автомагистралей важную роль играют геологические условия местности, рельеф и затраты на подготовительные работы. Подготовительные мероприятия включают:

Приобретение и изъятие земельных участков.

Подготовку строительной площадки (демонтаж, перенос инженерных сетей).

Выплату компенсаций владельцам пострадавшего имущества.

Эти расходы могут составлять от 5% до 55% от общей сметы, а иногда и превышать стоимость самого строительства дороги. Это напрямую влияет на общую ширину проезжей части и, соответственно, на объем необходимых материалов и трудозатрат. Соблюдение этих стандартов критически важно для обеспечения безопасности движения и долговечности дорожного покрытия.

Помимо ширины полосы, ГОСТы регламентируют и другие параметры, такие как радиусы кривых, продольные уклоны, видимость на дороге и требования к обустройству обочин. Все эти факторы влияют на сложность проектирования и строительства, а значит, и на конечную стоимость проекта.

Важно отметить, что при строительстве дорог учитываются не только текущие потребности, но и перспективы развития транспортной сети. Проектировщики должны предусматривать возможность расширения дороги в будущем, а также учитывать прогнозируемый рост интенсивности движения. Это может потребовать дополнительных затрат на этапе строительства, но позволит избежать дорогостоящей реконструкции в будущем.

Кроме того, на стоимость строительства дорог влияют экологические требования. При проектировании и строительстве необходимо учитывать воздействие дороги на окружающую среду, принимать меры по защите водных ресурсов, лесов и животного мира. Это может потребовать использования специальных технологий и материалов, что также увеличивает стоимость проекта.

В последние годы все больше внимания уделяется применению инновационных технологий в дорожном строительстве. Использование новых материалов, таких как геосинтетические материалы и модифицированные битумы, позволяет повысить долговечность дорожного покрытия и снизить затраты на его обслуживание. Применение современных методов строительства, таких как холодная регенерация и стабилизация грунтов, позволяет сократить сроки строительства и снизить его стоимость.

Однако внедрение новых технологий требует дополнительных инвестиций в обучение персонала и приобретение нового оборудования. Поэтому при приня-

тии решения о применении инновационных технологий необходимо тщательно оценивать их экономическую эффективность.

В заключение, стоимость строительства дорог является сложным и многофакторным показателем, который зависит от множества факторов, включая климатические условия, геологические особенности местности, нормативные требования, экологические ограничения и применяемые технологии. Эффективное управление этими факторами позволяет оптимизировать затраты на строительство и обеспечить создание качественной и долговечной дорожной сети, которая будет способствовать экономическому развитию страны.

Список литературы

1. Крылов М.А., Курганов К.И., Чашин Е.А. Аппаратно-программный комплекс мониторинга, моделирования и прогнозирования состояния и износа дорожного покрытия // Транспортные сооружения. — 2018. — №1. — С. 1–15.
2. Лысянников А.В., Теслин Д.М., Меснянкин М.В. и др. Повышение эффективности систем и устройств контроля состояния дорожного покрытия // Вестник ПГТУ. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. — 2024. — №4. — С. 42–53.
3. Сидоренко М.М. Регулирование рынка дорожно-строительных услуг на федеральном и региональном уровне // Экономика: вчера, сегодня, завтра. — 2019. — №10. — С. 99–106.
4. Царенкова И.М., Томчук И.А., Царенков А.А. Актуальные направления повышения экономической эффективности хозяйственной деятельности организации дорожного хозяйства // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности). — 2023. — №16. — С. 242–246.
5. Шорин М.И. Логистические аспекты функционирования нефтегазовых месторождений // Вестник евразийской науки. — 2024. — С. 1–11.

ШЕРКУНОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: sherkunova.darya@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕНОГО БРУСА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассматриваются особенности применения клееного бруса в строительстве. Проанализированы основные породы древесины, используемые в процессе производства клееного бруса, а также их достоинства и недостатки. Вместе с тем приведен процесс изготовления клееного бруса. Особое внимание уделено преимуществам клееного бруса по сравнению с цельной древесиной.

Ключевые слова: строительство, клееный брус, изготовление, деревянные конструкции, ламели, прочность

В современной строительной индустрии необработанная древесина практически уступила место клееным деревянным конструкциям.

Клееный брус – это современный строительный материал, отличающийся экологичностью, который получают путем склеивания под давлением нескольких слоев деревянных ламелей (досок). В процессе производства эти ламели проходят обработку на специализированном шлифовальном оборудовании [1]. Качество и характеристики этого материала строго контролируются в соответ-

ствии с государственными стандартами и нормами. Стандартная длина клееного бруса составляет 3, 4 или 6 метров, однако производители часто предлагают изготовление по индивидуальным размерам на заказ.

В строительстве, клееные деревянные элементы широко востребованы в зданиях различного назначения. В сравнении с аналогами из железобетона, применение клееной древесины позволяет уменьшить вес конструкций в 4-5 раз, а также снизить затраты труда на изготовление и установку более чем вдвое [2]. Максимальная экономия от внедрения клееных конструкций наблюдается при создании перекрытий значительных пролетов (от 18 до 36 метров). Такие пролеты характерны для кинозалов, крытых рынков, плавательных бассейнов, выставочных комплексов, легкоатлетических арен, конноспортивных объектов (рис.1). Также их используют в объектах, эксплуатируемых в условиях агрессивной химической среды. Широко распространена практика сочетания несущих клееных деревянных элементов с облегченными ограждающими конструкциями.



Рис.1 Конструкция из клееного бруса в аквапарке «Питерленд» в Санкт-Петербурге

Для производства клееного бруса используют следующие основные породы дерева:

1. Сосна. Её преимущества – это прочность, доступность и привлекательная текстура. Среди минусов выделяют наличие сучков и смоляных карманов [3].

2. Кедр. Древесина кедра устойчива к внешним воздействиям, отличается прочностью и антисептическими свойствами. К недостаткам относится высокая цена.

3. Ель. Обладает хорошими прочностными характеристиками и звукоизоляционными свойствами. Цена на клееный брус из ели сопоставима со стоимостью бруса из сосны.

4. Лиственница. Отличается повышенной стойкостью к внешним факторам, высокой прочностью и красивым внешним видом. Недостатками считаются повышенное содержание смол и относительно низкая воздухопроницаемость.

5. Дуб. Ценится за прочность и долговечность. Однако дуб сложен в обработке, и стоимость древесины достаточно высока. Как правило, из дуба изготавливают внешние ламели бруса.

Существуют различные виды клееного бруса, различающиеся методами и технологиями склеивания ламелей:

- Горизонтальный брус

Его получают, соединяя горизонтально расположенные ламели. Клеевой состав в этом случае не препятствует естественному воздухообмену в древесине [4].

- Вертикальный брус

Ламели соединяются вертикально. Межламельный шов повышает прочность и надежность соединения.

- Салонный брус. Этот тип, состоящий из шести слоев, в основном применяется при возведении зданий в несколько этажей.

- Стеновой брус

- Брус для окон и дверей

- Брус, выполняющий опорную функцию: находит применение при сооружении несущих элементов, стропильной системы кровли, внутридомовых лестничных маршей и прочих конструкций.

Процесс изготовления клееного бруса принято разделять на следующие этапы:

1. Распиловка очищенной от коры древесины на отдельные доски.

2. Отобранные по качеству и размерам доски подвергаются сушке в специализированных камерах до достижения оптимального уровня влажности, соответствующего типу бруса и используемому клею. Это необходимо для подготовки материала к дальнейшей обработке и предотвращения деформации в процессе эксплуатации.

3. После сушки ламели строгаются и сортируются в зависимости от их прочностных характеристик. На этом этапе также производится маркировка и удаление дефектных участков, таких как крупные сучки или трещины. Материал проходит контроль качества, осуществляемый специалистами-браковщиками, а также автоматическую проверку, минимизирующую влияние человеческого фактора.

4. На торцах ламелей разной длины нарезается зубчатый профиль, что обеспечивает надежное соединение. Под давлением ламели склеиваются между собой, формируя заготовки необходимой длины. Зубчатые шипы могут располагаться как поперек, так и параллельно плоскости доски. Клей наносится равномерно с использованием специального оборудования.

5. После нанесения клея ламели собираются в пакеты, соответствующие требуемому сечению бруса, и подвергаются прессованию. После полного затвердевания клея клееный брус строгается и профилируется. Из полученного материала изготавливаются детали для будущей конструкции.

Преимущества клееной древесины над цельной древесиной:

1) высокое качество лицевой поверхности. Этот аспект достигается благодаря тщательному отбору материала перед склейкой: удаляются сучки и другие недостатки, а также подбираются элементы по оттенку и структуре. В результате изделия из клееной древесины характеризуются отличным внешним видом [5];

2) сохранение стабильности размеров. В отличие от цельного дерева, клееный брус не меняет своих геометрических параметров со временем. Он не подвержен усадке, деформации или искривлению. Это объясняется отсутствием остаточных внутренних напряжений в клееной древесине и использованием предварительно высушенного материала;

3) Повышенная прочность. Конструкции, выполненные из клееной древесины, обладают на 50-70% большей прочностью по сравнению с аналогами из цельного дерева;

4) Улучшенные теплоизоляционные свойства деревянного дома. Профилированные клееные брусья плотно соединяются друг с другом при сборке, что исключает необходимость использования утеплителя в стыках. Кроме того, геометрия профиля бруса разработана таким образом, чтобы предотвратить проникновение дождевой воды в соединения. Это защищает конструкцию от гниения и сокращает затраты на отопление;

5) гладкая и ровная поверхность клееного бруса, произведенного в соответствии с технологическими нормами, создает эффект монолитной стены после сборки. Это сводит к минимуму потребность во внешней отделке;

6) ускоренные сроки строительства. Возведение дома из клееного бруса занимает значительно меньше времени, чем строительство из цельного бруса. Все элементы изготавливаются на заводе с высокой точностью в контролируемых условиях, что упрощает и ускоряет сборку. Монтаж на подготовленном фундаменте занимает около 5-6 недель. Кроме того, отсутствует необходимость ожидания усадки (она не превышает 1% в отличие от 7% у профилированного бруса). Это позволяет экономить время и средства на отделочных работах и строить круглый год. Минимальная усадка позволяет устанавливать крупногабаритные витражи;

7) возможность скрытой прокладки инженерных сетей внутри элементов конструкции, таких как столбы, балки и перекрытия;

8) клееный брус представляет собой практически готовый фасадный материал.

Таким образом, клееный брус является перспективным строительным материалом, сочетающим в себе преимущества дерева и передовые инженерные решения. Он обладает высокой прочностью, устойчивостью к деформациям, экологичностью и эстетической привлекательностью. Клееный брус находит

широкое применение в различных областях строительства, от жилых домов до общественных зданий и большепролётных конструкций. Развитие технологий производства и повышение спроса на экологически чистое жилье создают благоприятные условия для дальнейшего развития рынка клееного бруса.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. испытания на циклическую прочность в зависимости от влажности конструктивной древесины / Н. Ю. Кушнерев // 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, 23 мая 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 268-271. – EDN JTXSOP.

2. Кушнерев, Н. Ю. Особенности проектирования высотных сооружений из древесины / Н. Ю. Кушнерев // 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. 232-235. – EDN LMGZAJ.

3. Кушнерев, Н. Ю. Конструктивные особенности использования деревянных конструкций в современном строительстве / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 326-328. – EDN DVMPYU.

4. Кушнерев, Н. Ю. Зависимость долговечности и прочности древесины от частоты нагружения / Н. Ю. Кушнерев // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 193-196. – EDN TDDFBA.

5. Кушнерев, Н. Ю. использование композитных материалов в конструкциях из древесины / Н. Ю. Кушнерев // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 196-199. – EDN JXUFWS.

ШЕРКУНОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент
Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: sherkunova.darya@mail.ru)

**СРАВНЕНИЕ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

В статье рассматриваются породы древесины, используемые в строительстве. Проводится сравнение хвойных и лиственных пород, и описываются их физические и механические свойства, устойчивость к гниению, обрабатываемость и влияние на долговечность строительных конструкций. Вместе с тем приведена схема отображающая разрезы ствола дерева, а также строение ствола дерева на поперечном разрезе.

Ключевые слова: древесина, пиломатериалы, строительство хвойные и лиственные породы, обрабатываемость

Древесина, как один из старейших строительных материалов, занимает важное место в современном строительстве благодаря своим экологическим качествам, прочности и эстетическим возможностям [1]. Этот возобновляемый природный материал является экологически чистым и поддается различным видам обработки. Каждая порода дерева характеризуется уникальным набором свойств. Однако из-за различий в условиях произрастания дерева даже одного вида могут существенно отличаться по характеристикам и внешнему виду, что усложняет процесс выбора.

Ключевым фактором, влияющим на технологию обработки различных пород, является их показатель твердости. Чем выше твердость древесины, тем выше качество изделий и материалов, изготовленных из нее: они отличаются долговечностью, прочностью, устойчивостью к износу и механическим нагрузкам. Определение твердости различных пород осуществляется по методу Бриннеля, разработанному шведским инженером, и используемому уже более ста лет [2]. Суть метода заключается в измерении сопротивления материала вдавливанию. В ходе испытания на поверхность образца вдавливает металлический шарик под постепенно увеличивающейся нагрузкой, после чего измеряется диаметр полученного углубления и вычисляется коэффициент. Чем выше полученное значение, тем большей твердостью обладает образец.

Для изготовления различных пиломатериалов применяются различные породы древесины, включая как ценные и редкие, так и широко распространенные виды. Все они отличаются друг от друга по характеристикам, физическим и механическим свойствам, текстуре и другим параметрам.

Основная классификация древесины основывается на разделении на хвойные и лиственные породы, с учетом структуры материала и содержания смол (рис.1).

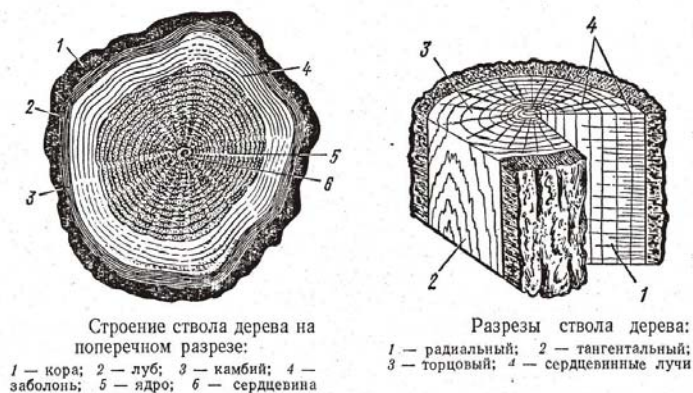


Рис.1 Строение древесины

Хвойные породы представляют собой особую категорию древесины, отличающуюся хорошей обрабатываемостью, устойчивостью к процессам гниения и смолистым ароматом [3]. Они широко применяются в строительстве, в столярном деле, при изготовлении мебели и декоративных элементов.

Выделяют следующие основные виды хвойных пород:

1. Сосна

Сосна занимает приблизительно 20% лесных площадей России и является одним из наиболее часто используемых строительных материалов. Ствол сосны отличается прямоотой и малым количеством дефектов. Хорошо пропитывается антисептическими средствами. Сосна – ядровая порода, имеющая смоляные ходы. Ее древесина мягкая, сравнительно легкая, достаточно прочная, но не эластичная. Легко поддается обработке и отделке только после удаления смолы. Цвет древесины – от молочного до карамельного, с большим количеством тонких прожилков. Заболонь имеет желтовато-белый оттенок. Несмотря на высокую устойчивость к гниению, подвержена поражению деревоокрашивающими грибами, вызывающими «посинение».

2. Ель

В отличие от сосны, ель более сучковата и хуже пропитывается антисептиками. Обладает большей гигроскопичностью, поэтому чаще применяется для внутренних работ. Мягкая порода, после высыхания по прочности почти не уступает сосне. Цвет – светло-желтый, с золотистым оттенком, безъядровая порода. В отличие от сосны, ель более восприимчива к поражению дереворазрушающими грибами. На мировом рынке ценится выше сосны. Ель – самая распространенная порода в России, занимающая около 70% лесных площадей [4].

3. Лиственница

Обладает повышенной устойчивостью к влаге, благодаря чему высоко ценится и стоит в 2-3 раза дороже сосны. Лиственница – единственная древесина, которая не подвержена гниению в морской воде. По плотности и прочности при-

мерно на 30% превосходит сосну. Древесина лиственницы тяжелая, прочная и устойчива к гниению. Отличается красивым цветом, от красно-коричневого до бурого. Обладает высокой стойкостью к гниению, но сложна в обработке и легко раскалывается. Идеально подходит в качестве материала для стен, а также для несущих конструкций (балки, стропила).

4. Кедр

Принадлежит к тому же биологическому роду, что и сосна. Кедр широко используется в мебельной промышленности, для создания музыкальных инструментов и отделки саун. Это целебное хвойное дерево, богатое фитонцидами и эфирными маслами. Имеет неоднородный коричнево-розовый цвет и рисунок

5. Пихта

Эта хвойная порода обладает низким содержанием смолы, что обуславливает ее склонность к короблению и гниению в условиях высокой влажности. Однако пихта легко поддается обработке, морению, лакировке и окрашиванию. Эта древесина подходит для внутренней отделки помещений.

В строительной отрасли, использование лиственных пород дерева составляет небольшую долю – примерно от 10 до 15% общего объема используемых пиломатериалов. Однако, они широко востребованы в производстве мебели и декоративных элементов интерьера. Одним из ключевых преимуществ лиственных пород является их разнообразный уровень прочности, что позволяет выбирать оптимальный материал в зависимости от конкретных потребностей и предъявляемых требований.

Различают следующие лиственные породы древесины:

1. Дуб

Дуб наиболее часто применяется при создании несущих конструкций, мебельного производства, паркетных полов и элементов декоративного оформления. Характеризуется наличием широких сердцевинных лучей, которые хорошо заметны на всех срезах. Годичные кольца отчетливо различимы на поперечном разрезе. Древесина хорошо поддается обработке антисептиками. Цвет ядра варьируется от золотисто-каштанового до темно-шоколадного. Зрелая древесина может иметь различные оттенки, начиная от светло-коричневого и заканчивая желтовато-коричневым. Благодаря высокому содержанию дубильных веществ, дуб считается наиболее устойчивой к гниению древесиной среди лиственных пород.

2. Бук

Бук относится к твердым лиственным породам, по своим характеристикам практически не уступает дубу и часто является неплохой альтернативой. Он также хорошо поддается обработке, легко пропитывается защитными составами, однако, склонен к деформации при высыхании. Древесина бука имеет светлый цвет с красновато-желтым или сероватым оттенком. Подвержен поражению дереворазрушающими грибами и насекомыми.

3. Ясень

Древесина ясеня широко используется при изготовлении мебели, облицовочного шпона и паркетной доски. Материал отличается прочностью, вязкостью и

долговечностью[5]. Ядро имеет желтовато-бурый цвет, заболонь – золотисто-сливочный, с постепенным переходом к ядру. Ясень обладает красивым текстурным рисунком и устойчив к гниению.

4. Береза

Древесина березы характеризуется значительной усадкой при сушке, что делает ее склонной к короблению и деформации. При этом, древесина березы хорошо впитывает химические вещества и эффективно удерживает лакокрасочные покрытия. Березу часто используют для имитации ценных пород дерева. Цвет древесины – молочно-белый, иногда с красноватым оттенком. Особую ценность представляет древесина карельской берёзы, которая отличается уникальной, изысканной текстурой. Она имеет повышенную свилеватость (завитковость) и неустойчива к воздействию грибковых поражений.

Таким образом, правильный выбор породы древесины является залогом долговечности, надежности и безопасности любой постройки. Учитывая характеристики различных пород, климатические условия, бюджет проекта и другие факторы, можно подобрать оптимальный материал для каждого конкретного случая. Тщательная подготовка древесины перед использованием имеет важное значение для обеспечения ее долговечности и сохранения эксплуатационных качеств.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. испытания на циклическую прочность в зависимости от влажности конструктивной древесины / Н. Ю. Кушнерев // 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, 23 мая 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 268-271. – EDN JTXSOP.

2. Кушнерев, Н. Ю. Конструктивные особенности использования деревянных конструкций в современном строительстве / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 326-328. – EDN DVMTPY.

3. Кушнерев, Н. Ю. использование композитных материалов в конструкциях из древесины / Н. Ю. Кушнерев // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 196-199. – EDN JXUFWS.

4. Кушнерев, Н. Ю. Зависимость долговечности и прочности древесины от частоты нагружения / Н. Ю. Кушнерев // Ресурсосбережение и экология: агропромышленный комплекс, проектирование и строительство : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 193-196. – EDN TDDFBA.

5. Кушнерев, Н. Ю. Особенности проектирования высотных сооружений из древесины / Н. Ю. Кушнерев // 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. 232-235. – EDN LMGZAJ.

ЯМОЧКИНА ПРИНА АНДРЕЕВНА, студент

(e-mail: irinovnai717@gmail.com)

ВОЛКОВ КИРИЛЛ РОМАНОВИЧ, студент

(e-mail: volkoff.kir777@gmail.com)

Юго-Западный государственный университет, Курск

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Металлические конструкции традиционно занимают важное место в строительстве благодаря своим уникальным прочностным характеристикам, технологичности и возможности создания большепролетных систем. Однако в последнее десятилетие развитие металлоконструкций приобрело качественно новые черты, обусловленные цифровизацией, появлением новых материалов и технологий, а также ужесточением требований к энергоэффективности и экологической безопасности.

Ключевые слова: энергоэффективность, цифровизация, металлоконструкция, строительные системы, строительство.

Современные вызовы, такие как необходимость сокращения сроков строительства, повышение архитектурной выразительности объектов и снижение эксплуатационных расходов, требуют принципиально новых подходов к проектированию, изготовлению и монтажу металлоконструкций. [4]

Одним из наиболее значимых направлений развития является создание и внедрение новых материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками:

1. Высокопрочные и сверхвысокопрочные стали: Применение сталей классов С390-С690 позволяет снизить материалоемкость конструкций на 20-30% за счет уменьшения толщин элементов. Перспективным направлением является разработка сталей с повышенной коррозионной стойкостью и огнестойкостью, что сокращает затраты на защитные покрытия и противопожарную обработку.

2. Многослойные и гибридные конструкции: Комбинирование стальных элементов с материалами, работающими на растяжение (например, углепластиковая арматура), позволяет создавать легкие и высокопрочные системы. Активно развивается направление сталежелезобетонных конструкций, в которых преимущества стали и бетона используются комплексно.

3. Пространственные структуры: Совершенствование программного обеспечения позволяет проектировать и изготавливать сложные геометрические формы – структурные сети, оболочки, модульные системы, обеспечивающие не только высокую несущую способность, но и архитектурную выразительность. [3]

Цифровизация охватывает все этапы жизненного цикла металлоконструкций: [1]

ВМ-проектирование	Роботизированное производство	Аддитивные технологии
1) Выявление коллизий на ранних стадиях проектирования 2) Точный расчет нагрузок и оптимизацию сечений 3) Автоматическую генерацию чертежей и документации	1) Обеспечить высокую точность изготовления элементов 2) Минимизировать человеческий фактор 3) Внедрять сложные технологические операции (лазерная резка, роботизированная сварка)	1) Сложносоставных узлов с оптимизированной геометрией 2) Индивидуальных архитектурных элементов 3) Быстрого прототипирования и изготовления оснастки

Современные металлоконструкции все чаще оснащаются системами мониторинга, превращаясь в "умные" конструкции:

1. Встроенные датчики: Системы сбора данных о напряженно-деформированном состоянии, температуре, вибрациях и коррозии позволяют: [2]

- Оценивать реальную работу конструкции
- Прогнозировать остаточный ресурс
- Своевременно планировать ремонтные работы

2. Активные системы демпфирования: Для высотных зданий и мостов применяются системы активного гашения колебаний, повышающие комфорт и безопасность эксплуатации.

В соответствии с принципами "зеленого" строительства развиваются следующие направления:

1. Снижение углеродного следа: Оптимизация конструкций приводит к уменьшению расхода стали и сокращению энергозатрат на производство и транспортировку.

2. Рециклинг и повторное использование: Разрабатываются конструкции с возможностью демонтажа и повторного применения, а также системы утилизации металлолома.

3. Энергоэффективные решения: Интеграция фотоэлектрических панелей в элементы металлоконструкций, использование стальных тонкостенных профилей в ограждающих конструкциях.

Перспективы развития металлоконструкций связаны с дальнейшей интеграцией в строительные системы, созданием адаптивных и трансформируемых структур, а также разработкой "умных" материалов с программируемыми свойствами. Конкурентоспособность строительных организаций будет определяться способностью осваивать и внедрять эти инновационные решения. [5]

Список литературы

1. Агеев, Е. В. Применение порошка твердого сплава КНТ-16 полученного электроэрозионным диспергированием для восстановления и упрочнения деталей в машиностроении / Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // Инновационные технологии реновации в машиностроении : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 04–05 февраля 2019 года / под общ. ред. В. Ю.

Лавриненко. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 292-296. – EDN JZZBCL.

2. Гранулометрический состав порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеев, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 25-29. – EDN SEFKCC.

3. Ageev, E. V. Composition, structure, and properties of heat-resistant alloys samples made from powders obtained by electroerosion of waste nickel alloys in kerosene / E. V. Ageev, A. S. Pereverzev, S. V. Khardikov, B. N. Sabelnikov // Non-Ferrous Metals. – 2023. – No. 1. – P. 32-35. – DOI 10.17580/nfm.2023.01.05. – EDN YJXXXX.

4. Агеев, Е. В. Исследование фазового состава частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е. В. Агеев, В. О. Поданов, Н. М. Хорьякова [и др.] // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Курск, 17–18 марта 2022 года / Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 50-54. – EDN MODTTZ.

5. Поданов, В. О. Оценка жаропрочности новых сплавов, полученных из отходов сплава ЖС6У электроэрозионным диспергированием / В. О. Поданов, Е. В. Агеев, Б. Н. Сабельников // Современные проблемы и направления развития металловедения и термической обработки металлов и сплавов : сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика А.А. Байкова, Курск, 15 сентября 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 123-127. – EDN JYKAJ.

ЯМОЧКИНА ПРИНА АНДРЕЕВНА, студент

(e-mail: irinovnai717@gmail.com)

ВОЛКОВ КИРИЛЛ РОМАНОВИЧ, студент

(e-mail: volkoff.kir777@gmail.com)

Юго-Западный государственный университет, Курск

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК (ЗЕМЛЯТРЕСЕНИЙ) НА ПОВЕДЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Проблема сейсмостойкости зданий и сооружений остается одной из наиболее актуальных в современном строительстве. Землетрясения генерируют динамические нагрузки, принципиально отличающиеся от статических по своему характеру и воздействию на железобетонные конструкции (ЖБК).

Ключевые слова: железобетонные конструкции, динамические нагрузки, сейсмическое воздействие, сейсмостойкость, пластичность.

Возрастающая урбанизация и строительство в сейсмически активных регионах мира обуславливают повышенные требования к надежности и безопасности зданий и сооружений. Землетрясения, как источник высокоинтенсивных динамических нагрузок, представляют наибольшую угрозу для строительных объектов. Железобетон, будучи основным строительным материалом, обладает комплексом свойств (прочность, жесткость, возможность формообразования), которые при правильном использовании позволяют создавать сейсмостойкие конструкции. Однако характер реакции ЖБК на динамические нагрузки коренным образом отличается от их поведения под статическим воздействием. [1]

Сейсмическое воздействие представляет собой не регулярную гармоническую нагрузку, а сложный случайный процесс, характеризуемый:

1. Высокой скоростью нагружения.
2. Циклическостью.
3. Случайным спектром частот.

Эти особенности приводят к тому, что конструкции испытывают значительные деформации, часто выходящие за пределы упругости, и их работа в пластической стадии становится определяющей для выживаемости. [2]

Анализ последствий реальных землетрясений позволил выявить типичные виды повреждений ЖБК: [3]

Потеря прочности и пластичности бетона	Сдвиговые разрушения	Потеря сцепления арматуры с бетоном	Разрушение бетонного ядра в колоннах
Циклические нагрузки вызывают прогрессирующее растрескивание бетона, его дроб-	Поперечные силы при землетрясениях резко возрастают. Если по-	Знакопеременные нагрузки приводят к раскалывающим напряжениям вокруг стержней ар-	Недостаточное армирование хомутами приводит к тому, что при циклическом изгибе и сжатию бе-

ление и расслоение в сжатой зоне элементов, особенно в узловых соединениях.	перечная арматура (хомуты) установлена недостаточно часто или имеет недостаточную прочность, возникает хрупкое сдвиговое разрушение, которое происходит внезапно и крайне опасно.	матуры, нарушение адгезии и, как следствие, к проскальзыванию арматуры. Это снижает несущую способность конструкции и ее способность к перераспределению усилий.	тонное ядро колонны теряет устойчивость и разрушается, что резко снижает ее несущую способность.
---	---	--	--

Для противодействия указанным повреждениям современные нормы проектирования (СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах») базируются на следующих принципах: [5]

1. Обеспечение пластичности - Конструкция должна быть спроектирована так, чтобы воспринимать сейсмические воздействия через неупругие деформации без обрушения. Это достигается созданием «сильной колонны – слабой балки», когда пластические шарниры формируются в балках, а не в колоннах, что предотвращает прогрессирующее обрушение.

2. Формирование системы диафрагм жесткости и связей - Вертикальные и горизонтальные диафрагмы жесткости (стены, ядра жесткости) обеспечивают пространственную работу здания, равномерно распределяя сейсмические нагрузки.

3. Детальное армирование - Применяется плотное спиральное или поперечное армирование (хомуты) в концевых участках колонн и балок (зонах потенциального образования пластических шарниров). Это обеспечивает необходимое ограничение для бетона, повышая его прочность на сжатие и деформативную способность.

Также существуют современные тенденции и инновационные материалы, такие как:

1. Фиброармированный бетон (FRC): Дисперсное армирование стальными или полимерными фибрами повышает трещиностойкость, ударную вязкость и сопротивление динамическим нагрузкам, особенно эффективно в сочетании с традиционной арматурой.

2. Сейсмоизоляция (Base Isolation): Устройство гибких опор между фундаментом и надземной частью здания позволяет увеличить период собственных колебаний, "отсекая" основную часть сейсмической энергии и существенно снижая нагрузки на конструкцию.

3. Демпфирующие устройства: Внедрение металлических, вязкостных или фрикционных демпферов поглощает энергию землетрясения, защищая основные несущие элементы от повреждений. [4]

Поведение железобетонных конструкций под динамическими нагрузками землетрясений является сложным процессом, определяемым циклическим характером нагружения и нелинейными свойствами материалов. Ключевым фактором обеспечения сейсмической безопасности является не только прочность, но и пластичность конструкции, позволяющая ей поглощать и диссипировать энергию без потери общей устойчивости. Современный подход требует интеграции точных расчетных методов, строгого соблюдения принципов сейсмостойкого конструирования и применения инновационных материалов и технологий, таких как фиброармированный бетон и системы сейсмоизоляции. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку уточненных моделей работы ЖБК при многократном циклическом нагружении и совершенствование методов их усиления и ремонта.

Список литературы

1. Кушнерев, Н. Ю. Использование морозостойких конструкций и сооружений на территории Курской области / Н. Ю. Кушнерев // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции. В 3-х томах, Курск, 19–20 октября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 164-167. – EDN AYAMCO.
2. Кушнерев, Н. Ю. использование экологически чистых материалов в современном строительстве / Н. Ю. Кушнерев, Е. Ю. Ушаков // 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. 204-206. – EDN KLIPPX.
3. Кушнерев, Н. Ю. армирование конструкций из ячеистого бетона автоклавного твердения / Н. Ю. Кушнерев // 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. 297-300. – EDN UEOPMI.
4. Кушнерев, Н. Ю. Использование каменных и армокаменные конструкций в промышленном проектировании. Достоинства и недостатки / Н. Ю. Кушнерев // Будущее науки - 2025 : Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 5-х томах, Курск, 17–18 апреля 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 156-159. – EDN UTYNCR.
5. Кушнерев, Н. Ю. Основные этапы зимнего бетонирования / Н. Ю. Кушнерев // 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. 193-196. – EDN LNRULV.

Экологические проблемы и безопасность жизнедеятельности в АПК и ПГС

БАКУЛИНА НАТАЛЬЯ БОРИСОВНА, студент

Научный руководитель -

МАТВЕЕВА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА, к.т.н., доцент
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ РЕЧНОГО СТОКА

Хозяйственная деятельность человека оказывает значительное влияние на речной сток, тем самым вызывая изменения водных ресурсов и экосистем рек. В данной статье рассматриваются основные факторы, влияющие на изменение речного стока в следствии антропогенного воздействия.

Ключевые слова: речной сток, антропогенное воздействие, хозяйственная деятельность, регулирование стока

Гарантированное водообеспечение коммунального сектора, сельскохозяйственного и промышленного производства, безусловно, одна из наиболее актуальных проблем современной экономики. Дефицит пресных вод во многих районах мира в совокупности с прогрессирующим загрязнением рек и водоемов ведет к внедрению и развитию новых способов экономии водных ресурсов, очистки сточных вод и освоению дополнительных источников водоснабжения. Вопросы оценки водных ресурсов и прогноза их состояния на ближайшую и отдаленную перспективы, охраны и восстановления водных объектов становятся первоочередными [1, 2, 3].

Антропогенные факторы оказывают существенное воздействие на водные объекты, нарушая естественный баланс речной сети. Автором рассматриваются основные виды антропогенного воздействия и дается оценка их влияния на изменение объемов и динамики речного стока.

Основные факторы, влияющие на речной сток представлены на рис. 1.

При строительстве гидроузлов с водохранилищами, каналами переброски стока происходит стабильное поступление воды для хозяйственных нужд населения. Но при неправильном управлении водными ресурсами это может привести к неравномерному распределению водных ресурсов между участниками водохозяйственного комплекса, а также к ухудшению качества воды в водохранилище и ниже по течению гидроузла. При этом влияние наполнения и сброса воды в водохранилище, приводит к сезонным колебаниям уровня воды и возникновению неблагоприятных условий для рыбных запасов и растительности [4-7].

Водный объект, а также прилегающие к нему территории страдают от плохо очищенных сточных вод промышленности и коммунального хозяйства. Сток с сельскохозяйственных территорий несет с собой загрязняющие вещества от удобрений и агрохимикатов. В результате чего ухудшается качество воды в

водном объекте, приводящее к цветению воды, превышению предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ, что сказывается на живых организмах [6, 7].



Рисунок 1. Факторы, влияющие на изменение речного стока

При изменении землепользования возможно изменение структуры почвы, что влияет на риск появления эрозионных процессов. Застройка берегов, вырубка лесов, выгнывание прибрежной растительности животными может привести к дополнительным наносам и мутности воды, тем самым происходит заиливание водоема [6-8].

Для того чтобы снизить антропогенное влияние на речной сток необходимы водохозяйственные мероприятия: реконструкция старых или строительство новых очистных сооружений промышленных объектов и коммунального хозяйства, лесомелиорация, распашка поперек склона, устройство водоохраных зон, контроль за внесением удобрений и химикатов на сельскохозяйственных угодьях вблизи водоемов.

Список литературы

1. Иванова, Т. И. Гидролого-водохозяйственные задачи при обосновании объёма и режима переброски стока / Т. И. Иванова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 40-43. – EDN MUKFBL.
2. Иванова, Т. И. Учет внутримесячной неравномерности стока рек при определении объёмов возможного изъятия / Т. И. Иванова, Л. Д. Раткович // Природообустройство. – 2008. – № 3. – С. 64-66. – EDN JXWYLF.
3. Иванова, Т. И. Совершенствование методики расчета объема водозабора в проектах территориального перераспределения стока: специальность 05.23.16 "Гидравлика и инженерная гидрология": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иванова Татьяна Ивановна. – Москва, 2010. – 22 с. – EDN QHCFHR.

4. Перминов, А. В. Практикум по регулированию стока / А. В. Перминов, В. В. Ильинич, А. А. Наумова. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 153 с. – ISBN 978-5-9675-1838-6. – EDN MXSCEN.

5. Approach to mitigation of territory inundation with help of flood control by small water reservoirs / V. V. Ilinich, A. V. Perminov, O. V. Rukhovich, A. A. Naumova // IIC 2018. 13th International Conference on Hydroinformatics, Palermo, 01–06 июля 2018 года. – Palermo: University Campus of Palermo, 2018. – P. 936-940. – EDN WIGTBP.

6. Глазунова, И. В. Анализ влияния лесомелиорации речного бассейна на водный баланс и формирование поверхностного стока / И. В. Глазунова, Т. И. Матвеева // Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения (Костяковские чтения) : Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 25–26 марта 2020 года. Том II. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2020. – С. 18-22. – DOI 10.37738/VNIIGiM.2020.47.85.004. – EDN XDIZKV.

7. Матвеева, Т. И. К вопросу о неравномерности распределения водных ресурсов на территории РФ / Т. И. Матвеева // Доклады ТСХА: Сборник статей, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том Выпуск 291, Часть 3. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 185-186. – EDN ZFHEMA.

8. Раткович, Л. Д. Особенности отечественного водопользования и необходимость реализации водной стратегии РФ / Л. Д. Раткович, Т. И. Матвеева // Доклады ТСХА: Сборник статей, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том Выпуск 291, Часть 3. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 162-166. – EDN JQUOFV.

БАЛИТОВ РОМАН БОРИСОВИЧ, магистр

balitov.roma@mail.ru

Научный руководитель –

СЛОБОДЧИКОВА НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА, доцент, к.т.н.

г. Иркутск, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

nslobodchikova@rambler.ru

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПУТЕЙ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Работа посвящена анализу состояния конструктивных решений дорожной одежды в Иркутске, где эксплуатационные условия осложнены продолжительной зимой, перепадами температур и высоким уровнем транспортной нагрузки. Рассматриваются особенности многослойной структуры покрытия, включающей материалы: асфальтобетонные смеси, щебёночное основание и уплотнённые грунты.

Ключевые слова: Иркутск; улично-дорожная сеть; конструкция покрытия; асфальтобетонные смеси; морозное пучение; геосинтетические материалы.

Конструкция дорожной одежды улиц и дорог в Иркутске в большинстве случаев проектируется по нежесткому типу. Она включает в себя асфальтобетонное покрытие, нижний слой из щебёночно-мастичных или асфальтобетонных смесей, основание из щебня и слой песчаной подготовки, уложенный на земляное полотно [1, с. 46–50]. Такая конструкция соответствует требованиям СП 34.13330.2020 «Автомобильные дороги», однако практика эксплуатации пока-

зывает недостаточную долговечность и устойчивость данного решения в специфических климатических условиях Сибири [2, с. 1–9]. Основные эксплуатационные проблемы дорожной одежды в Иркутске связаны со снижением несущей способности земляного полотна вследствие морозного пучения и переувлажнения, что приводит к уменьшению прочности всей конструкции и ускоренному возникновению дефектов покрытия. Наибольшую уязвимость демонстрирует щебёночное основание, являющееся критическим элементом конструкции. Такой слой особенно чувствителен к воздействию влаги и многократным циклам замораживания и оттаивания, характерным для резко континентального климата региона. Переувлажнение и замерзание воды в порах основания вызывают частичное разрушение структуры щебня, снижение его прочности и упругих свойств, что приводит к ухудшению работы всей дорожной конструкции. Песчаная подготовка и щебёночное основание в таких условиях не выполняют должным образом функции фильтрации и перераспределения нагрузок, в результате чего транспортное воздействие передаётся на нестабильное земляное полотно, вызывая деформации, колеи и образование трещин даже при использовании асфальтобетона с высокими эксплуатационными характеристиками. Верхний слой покрытия (слой износа) в Иркутске также характеризуется рядом серьёзных недостатков. В основном здесь применяются асфальтобетонные смеси типов А и Б по ГОСТ 9128-2013, чаще всего мелкозернистые составы второй марки. Практика эксплуатации показывает, что такие материалы недостаточно адаптированы к суровым климатическим условиям региона.



Рис.1 Деформация дорожного полотна

Многократные циклы замораживания и оттаивания, типичные для переходных сезонов, вызывают потерю упругости вяжущего и, как следствие, формирование сетки трещин уже через несколько лет после укладки [3, с. 132–144]. Дополнительной проблемой является низкая стойкость к воздействию воды: при насыщении влагой и последующем промерзании ухудшается сцепление битума с минеральным наполнителем, что ускоряет разрушение покрытия. Помимо этого, используемые смеси обладают ограниченной пластической прочностью. В условиях интенсивного движения и высоких летних температур это проявляется в образовании колеи, особенно на наиболее загруженных улицах. Отсутствие модифицирующих добавок в составе вяжущего снижает сопротив-

ляемость покрытий трещинообразованию и ограничивает их долговечность. Исправление ситуации возможно через модернизацию каждого уровня конструкции дорожной одежды [4, с. 248–255].

Щебёночное основание целесообразно выполнять с увеличенной толщиной и улучшенными дренажными характеристиками, что позволит повысить стойкость к переувлажнению. Для повышения надёжности и долговечности покрытия требуется переход к использованию асфальтобетонов на полимерно-битумных вяжущих. Данный тип материалов характеризуется большей эластичностью, устойчивостью к терморастрескиванию и способностью противостоять пластическим деформациям. Наиболее эффективным решением для участков с повышенной нагрузкой являются щебёночно-мастичные асфальтобетонные смеси, которые обеспечивают высокую прочность, износостойкость и более высокую водостойкость по сравнению с традиционными составами. Существенным условием сохранения эксплуатационных свойств покрытия является эффективная система водоотвода. При отсутствии ливневой канализации и боковых дренажей вода проникает в нижние слои конструкции, снижает прочностные характеристики основания и ускоряет разрушение покрытия. Поэтому при проектировании и реконструкции улично-дорожной сети Иркутска устройство водоотводных систем должно рассматриваться как неотъемлемая часть конструкции дорожной одежды, обеспечивающая её долговечность и устойчивость в сложных климатических условиях.



Рис.2 Состояние дорожного полотна г. Иркутск, ул. Дзержинского



Рис.3 Состояние дорожного полотна г. Иркутск, ул. Дзержинского

Проведённый анализ состояния конструкций дорожной одежды в Иркутске показывает, что преждевременные повреждения во многом обусловлены несоответствием проектных решений реальным природно-климатическим условиям региона. Наибольшее влияние оказывают низкая морозостойкость нижних слоёв и недостаточная защита конструкции от воздействия влаги и многократных циклов замораживания и оттаивания. В результате уже через несколько лет эксплуатации на покрытиях фиксируются многочисленные дефекты, что значительно сокращает фактический срок службы — три–пять лет при нормативной продолжительности более двенадцати. Примерная оценка потребности в строительных материалах для участка протяжённостью один километр при ширине проезжей части десять метров показала, что наибольшая доля ресурсов необходима для укрепления земляного полотна и устройства щебёночного основания, что подтверждает их ключевую роль в формировании долговечной дорожной конструкции [2, с. 1–9].

Стоимость материалов, используемых при строительстве автомобильных дорог в Иркутске, имеет значительный разброс. Так, тонна щебня обходится в среднем от 1,2 до 1,8 тыс. рублей, асфальтобетонные смеси — от 3,5 до 4,5 тыс. рублей, а уплотнённый песок и грунт — примерно 0,5–0,8 тыс. рублей за тонну. При этом для возведения одного километра дороги шириной 10 метров укреплённое земляное полотно обходится примерно в 3–4 миллиона рублей, щебёночное основание — в 5–7 миллионов, нижний слой асфальтобетона — в 8–10 миллионов, а верхний износостойкий слой — около 5–7 миллионов. В сумме полная стоимость устройства дорожной конструкции на таком участке достигает порядка 22–28 миллионов рублей, не учитывая расходы на транспортировку материалов, эксплуатацию строительной техники и административные затраты [8]. Для устранения выявленных проблем необходима реализация комплекса технических мероприятий. В их числе — усиление несущих слоёв с применением геосинтетических материалов, переход к использованию асфальтобетонов на полимерно-битумных вяжущих, а также организация эффективной системы водоотвода, включающей как поверхностный, так и глубинный дренаж. Уменьшение толщины щебёночного слоя и упрощение песчаной подготовки действительно даёт экономию до 20 % от первоначального бюджета, но срок службы покрытия снижается минимум в два раза, что ведёт к росту расходов на ремонт и содержание в долгосрочной перспективе. Напротив, применение современных технологий, таких как геосинтетическое армирование основания или использование полимерно-битумных связующих в асфальтобетоне, повышает сметную стоимость на 10–15 %, но продлевает срок службы покрытия вдвое, что делает такие вложения более рациональными.

Особую значимость для Иркутска имеет организация систем водоотвода. Даже при правильной толщине и структуре слоёв дороги отсутствие ливневой канализации или боковых канав приводит к скоплению влаги, которая разрушает нижние слои. Включение дренажных решений в проект увеличивает первоначальные затраты на 5–10 %, однако предотвращает преждевременное разрушение покрытия и продлевает его эксплуатационный срок.

Основные выводы по анализу дорожной одежды в Иркутске: для повышения долговечности покрытия необходимо укрепление нижних слоёв дорожных одежд — песчаного основания и щебёночного слоя — с применением геосинтетических материалов и технологий стабилизации грунта; использование современных модифицирующих добавок в асфальтобетонных смесях повышает их пластичность, морозостойкость и устойчивость к колееобразованию, что снижает риск раннего разрушения покрытия, обеспечение эффективного отвода воды через ливневую канализацию и боковые дренажи предотвращает переувлажнение нижних слоёв и способствует продлению межремонтного периода эксплуатации, комплексное применение этих мероприятий позволяет увеличить срок службы дорожного полотна с трёх–пяти лет до двенадцати и более, что соответствует требованиям СП 34.13330.2020 «Автомобильные дороги» и ГОСТ Р 50597–2017 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию».

Список литературы

1. Гареев И. Ф. Развитие методологии оценки объектов недвижимости / И. Ф. Гареев // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 215–220.
2. Гусев, С. В. Применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве / С. В. Гусев, А. И. Сидоров // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 45–50.
3. Кулижников А.М. Пути увеличения межремонтных сроков службы автомобильных дорог // Транспорт Российской Федерации. — 2018. — № 2 (75). — С. 46–50.
4. Радовский Б.С. Концепция вечных дорожных одежд // Дорожная техника. — 2011. — № 11. — С. 132–144.
5. Сарченко В. И. Формирование механизма оценки социально-экономической эффективности градостроительных проектов органами местного самоуправления / В. И. Сарченко, А. В. Якубовский, С. А. Хиревич, В. В. Пухова // Baikal Research Journal. – 2020. – Т. 11, № 1. – С. 25–32.
6. Сколубович А. Ю. Современное представление этапов жизненного цикла объекта / А. Ю. Сколубович // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 359–368.
7. Слободчикова Н. А., Степаненко А. А., Рудых А. В. Метод определения модуля упругости укрепленных грунтов в лабораторных условиях. Промышленное и гражданское строительство. — 2020. — № 12. — С. 93–99.

ЖИЛЯЕВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
Курский государственный университет, г. Курск, Россия
(andreyzhilyaev@mail.ru)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ ПГС

В статье рассматриваются актуальные вопросы повторного использования строительного мусора путем его переработки, с целью снижения негативного влияния отходов ПГС на окружающую среду. Проанализированы экологические аспекты отечественных разработок по применению отходов ПГС при производстве современных строительных материалов.

Ключевые слова: рециклинг, строительный мусор, отходы ПГС, экологичность, ресурсы, вторичные материалы.

Рециклинг отходов ПГС (промышленного и гражданского строительства) является актуальной темой для нашей страны из-за ежегодного роста объема строительного мусора, в том числе в связи со строительством новых сооружений на месте старых. Большое количество строительных отходов негативно сказывается на экологической обстановке и требует больших площадей для их утилизации. Однако такой метод, наряду с нанесением непоправимого вреда экологии, приводит еще, по мнению экспертов, к потере ценных ресурсов [1].

В последнее время кроме процесса захоронения отходов, как самого популярного способа утилизации, все чаще стали прибегать к различным вариациям их повторного применения. Так, наибольшую популярность строительные отходы снискали в дорожном строительстве в качестве устройства конструктивных слоев дорожного полотна, предварительно пройдя переработку в дробильно-сортировочных установках (рис.1).

Рециклинг отходов ПГС представляет собой процесс, преследующий различные цели с получением следующих результатов:

- безопасное уничтожение строительных отходов,
- подготовка к повторному использованию в виде вторичных строительных материалов (далее – вторсырья).

Экономическая выгода от переработки строительных отходов обуславливается не только тем, что цена, например, на отсев и щебень, произведенные из лома кирпича и бетона вблизи от стройплощадки, ниже, покупаемого из карьера, но и тем, что прием на переработку лома от сноса дешевле в два раза, чем на его утилизацию. По мнению экспертов, строительные материалы, полученные в процессе переработки строительных отходов, имеют гораздо меньшую стоимость, чем новые, а служат они такой же срок [2].

В нашей стране с новыми инициативами по переработке и вторичному использованию отходов ПГС регулярно выступают не только бизнесмены, но и представители власти.

В. В. Абрамченко, заместитель Председателя Правительства Российской Федерации, утвердила паспорт программы по применению вторичных ресурсов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на период до 2030

года (далее – программа). Программа, разработанная в рамках федерального проекта «Экономика замкнутого цикла», касается увеличения доли вторичного сырья в строительной отрасли. По мнению Абрамченко, благодаря реализации программы возможное использование отходов в данной сфере будет составлять до 40 процентов [2].

В настоящее время, в российских регионах уже широко используются вторичные строительные материалы на различных объектах. Переработку бетонных и железобетонных отходов осуществляют на стационарных, сборно-разборных и мобильных дробильно-сортировочных установках (рис. 1).



Рисунок 1 – Дробильно-сортировочный комплекс

Полученное вторсырье используется самостоятельно, а также в составе смесей со щебнем и песком (при изготовлении бетона). Качество изделий определяется состоянием отсева в составе смеси, соотношением вторичного щебня и песка. При соблюдении технологии получают высокоэффективные самоуплотняющиеся бетонные смеси [1].

Сфера применения вторсырья в российской строительной отрасли на сегодняшний день очень обширна, оно используется как в крупных строительных организациях, так и в частном строительстве или на государственном уровне (строительство дорог), что тем более стимулирует к дальнейшему развитию его производства.

Интерес к данному вопросу появился еще и в связи со многими преимуществами как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Так повторное использование списанных и утилизированных конструкций, строительного мусора и отходов позволяет сократить расходы в смете. При этом вторичное сырье отвечает строгим отраслевым стандартам, не уступая качеству первичному сырью. Применение рециклинга в собственных строительных работах, переработки и использования вторсырья или продажа строительных отходов позволя-

ет не только улучшить экологическую обстановку в регионах, но и сэкономить заказчику примерно 50 – 60% бюджета на демонтаж объекта [2].

Сейчас одним из самых востребованных материалов в строительстве является модифицированный бетон, получаемый с применением комплексных добавок (например, полимербетон и стеклобетон). Ввиду чего российскими учеными началась активная разработка подобных строительных материалов с использованием отходов ПГС, в том числе стеклобоя. Кроме того, использование стеклоотходов было вызвано еще и экологическими составляющими (скопление неразлагаемых отходов строительного стеклобоя).

Технология получения высокопрочного бетона на основе стеклоотходов разработанная сибирскими учеными представляет собой изготовление современного строительного материала на основе механоактивированного стекла и оксида кальция. Достигнутый им уровень максимального содержания (90%) стекла в композите позволит значительно улучшить экологическую обстановку путем уменьшения неразлагаемых стеклоотходов. Продолжая свои исследования, ученые сибирского федерального университета выяснили, что термо- и влагообработка дополнительно позволяют повысить прочность стеклобетона в несколько раз и при этом существенно сократить выбросы углекислого газа при его производстве за счет снижения температуры (от 1500 °С до 1100 °С). [3].

Таким образом, вклад рециклинга отходов ПГС в охрану окружающей среды трудно переоценить, так как при вторичном использовании строительных отходов не только уходит проблема их утилизации, но и снижается потребность в добыче ресурсов применяемых для создания новых объектов. Кроме того, рециклинг строительных отходов может быть еще и экономически выгоден при соблюдении определенных условий. Для заказчика сноса он является одним из нескольких этапов демонтажа объекта, условно бесплатным. При этом экономическая выгода от продажи или вторичного использования материалов значительно выше затрат на их получение.

Однако несомненная экологическая и экономическая выгода во всех отношениях от использования строительных материалов из вторсырья (освобождение мусорных свалок от отходов, экономия природных ресурсов, снижение себестоимости строительства) и разработка национальных российских экостандартов еще не достаточны для развития производства и применения вторичных строительных материалов в строительстве. Данный вопрос требует дальнейшего изучения и анализа экологичности (возможного безопасного применения) материалов, получаемых в процессе рециклинга отходов ПГС. Следовательно, для дальнейшего развития производства и применения вторичных строительных материалов необходима разработка соответствующей нормативно-правовой базы.

Список литературы

1. Ларсен, О. А. Технология переработки бетонного лома с целью получения самоуплотняющегося бетона / О. А. Ларсен, В. В. Наруть, В. В. Воронин // Строительство и реконструкция. – 2020. – № 2(88). – С. 61-66.
2. Виктория Абрамченко: В строительной отрасли доля вторичных материалов достигнет 40% к 2030 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://rsp.ru/events/news/viktoriya>

abramchenko-v-stroitelnoy-otrasli-dolya-vtorichnykh-materialov-dostignet-40-k-2030-godu-634810f1d631d/ (дата обращения: 18.11.2025).

3. Бондаренко Н. И., Басов В. О., Даценко А. О. РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ВЯЖУЩИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕКЛООТХОДОВ // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sostavov-vyazhushchih-s-ispolzovaniem-steklootvodov> (дата обращения: 18.11.2025).

4. Паспорт отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2022 - 2030 годы» в части вовлечения отходов, образующихся при строительстве объектов капитального строительства, транспортной инфраструктуры и сетей инженерно-технического обеспечения их реконструкции, капитального ремонта, сноса, а также отходов, образующихся при функционировании объектов жилищно-коммунального хозяйства, и отходов иных отраслей в экономический оборот на период до 2030 года (утв. Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации В.А. Абрамченко 10.10.2022 № 11795п-П11) [Электронный ресурс]. URL: http://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/bc8/utv.OP_primenenie-vtorsyrya-v-stroit.-i-ZHKKH.pdf (дата обращения: 18.11.2025).

5. Приказ Минстроя России от 30.01.2023 № 50/пр «О плане организации законопроектной работы Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2023 год». [Электронный ресурс]. URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&ts=IXDPBYTEtM9w82nm&cacheid=89DA56359302D6190212DF206D921B7C&mode=splus&rnd=DQfw&base=LAW&n=440047#uIfRBUTk11JxKEpm> (дата обращения: 18.11.2025).

6. Сухина Е.А. Строительство зданий из вторичного сырья с учетом требований экологических стандартов // [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/350096898_Using_secondary_raw_materials_in_construction_of_buildings_with_account_taken_of_environmental_standards (дата обращения 18.11.2025)

КИРИЛЬЧУК ИРАИДА ОЛЕГОВНА, к.т.н., доцент

ПАУКОВА ЮЛИЯ СЕРГЕЕВНА, аспирант

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: iraida585@mail.ru)

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ

В статье раскрывается актуальность анализа и оценки экологического состояния родников. Представлены потенциальные источники загрязнения подземных вод, а также значимость контроля качества родниковых вод.

Ключевые слова: родники, внешняя среда, подземные воды, показатели, антропогенная нагрузка, источники загрязнения, контроль качества

Обеспечение населения чистой питьевой водой является актуальной и приоритетной проблемой во всем мире [1].

Курская область – одна из 32 российских регионов, где питьевую воду добывают из подземных источников, используя для этого скважины и шахтные колодцы. Такая система водоснабжения обеспечивает высокую степень защиты воды от внешних загрязнений, гарантирует стабильность запасов и, в некоторых случаях, позволяет использовать ее для питья без дополнительной очистки.

В Курской области природные источники воды относятся к стратегическим видам природных ресурсов, значение которых как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения чрезвычайно велико [2]. Однако антропогенная нагрузка на них увеличивается с каждым годом.

Природные водные объекты, включая подземные горизонты, подвержены воздействию множества загрязняющих агентов. В связи с этим, проведение физико-химического анализа и оценки состояния родниковых экосистем, в том числе их гидрологических компонентов, представляет собой актуальную научную и практическую задачу.

Обеспечение соответствия качества питьевой воды нормативным показателям, регламентированным стандартами и санитарными правилами, имеет первостепенное значение для поддержания благоприятной эпидемиологической обстановки и охраны здоровья населения [2].

Представление о качестве подземных вод основывается на базе многолетних режимных наблюдений. Существующая государственная опорная наблюдательная сеть относительно однородно распределена по всей территории области и позволяет получать достоверную информацию о состоянии подземных вод во всех основных эксплуатируемых водоносных объектах [2].

Согласно данным государственной статистики, осуществляется режимный мониторинг количественных и качественных характеристик подземных вод. Наблюдения проводятся как в естественных условиях их залегания, так и в условиях, подвергшихся антропогенной трансформации. Формирование химического состава подземных вод обусловлено комплексом факторов, среди которых первостепенное значение имеют геологические и гидрогеологические условия, гидродинамический режим и антропогенное воздействие [2].

На территории Курской области выявлено значительное число потенциальных источников, способных привести к загрязнению подземных вод. К таким источникам относятся: поля фильтрации, используемые сельскохозяйственными перерабатывающими предприятиями, а также объекты, связанные с хранением и реализацией нефтепродуктов. Кроме того, полигоны, предназначенные для захоронения агрохимикатов, промышленных и бытовых отходов, если они расположены на участках без должной защиты, оказывают существенное влияние на гидрохимический режим подземных вод. Это влияние проявляется в ухудшении их качества, что делает их непригодными для использования в качестве питьевой воды [3].

Надзор за соблюдением санитарных норм в области питьевого водоснабжения населения возложен на государственную санитарно-эпидемиологическую службу и осуществляется в рамках действующего санитарного законодательства. Текущий государственный санитарно-эпидемиологический контроль включает в себя плановые выборочные проверки объектов водопользования, проводимые ежеквартально по графикам органов и учреждений службы, а также внеплановые проверки, инициируемые санитарно-эпидемиологической обстановкой или обращениями граждан [2].

Управлением Роспотребнадзора по Курской области ежегодно организуется лабораторный контроль за качеством воды родников, который показывает, что химические и бактериологические показатели в них нестабильные [3]. Чаще всего происходит превышение гигиенических нормативов по мутности, общей минерализации, жесткости, содержанию нитратов. Отклонения отмечены в родниках г. Курска, Льговском и Золотухинском районах.

Недостаточная охрана источников ведет к ухудшению качества воды. Это прослеживается на подземных источниках: родниках, скважинах. Поэтому проблемы охраны родников напрямую влияют на качество воды. На рисунке 1 представлены основные проблемы охраны источников.



Рисунок 1 – Основные проблемы охраны родниковых вод

Контроль качества родниковых вод необходимо проводить систематически, так как природные воды все время изменяются и обновляются, а содержание примесей в них меняется со временем. Химический состав и органолептические показатели качества родниковой воды зависят от плотности грунта, минерализации слоев, структуры, пористости и пропускаемости пластов, через которые она выходит на поверхность [4-5].

Список литературы

1. Покровский, Д.С. Подземные воды и водоснабжение населения [Текст] / Д.С. Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – С. 300.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно эпидемиологического благополучия населения в Курской области в 2022 году» [Электронный ресурс]. URL: <https://82.rospotrebnadzor.ru/s/82/files/documents/Gosdoklad/149867.pdf> (дата обращения: 14.10.2025)
3. Сигора, Г.А. Критерии ранжирования качества родниковых вод [Текст] / Г. А. Сигора // Экономика строительства и природопользования. – 2019. – №4 (73). – С. 16-23.

4. Официальный сайт губернатора и правительства Курской области. Поверхностные и подземные воды [Электронный ресурс]. URL: <https://kursk.ru/region/resources/poverkhnostnyie-podzemnye-vody> (дата обращения: 14.10.2025).

5. Белова С.Л., Калинин Л.А. Современные методы мониторинга состояния малых рек и родников // Водные ресурсы. 2021. № 3. С. 45–58.

КОРОТЫШЕВА ЛЮДМИЛА БРОНИСЛАВОВНА, к.т.н., доцент
РЫГОВАННЫЙ АРТЕМИЙ НИКОЛАЕВИЧ, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ИСПО
г. Санкт-Петербург, Россия
(e-mail: milakorotysheva@yandex.ru)

РОЛЬ СУДОХОДСТВА В ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ АКВАТОРИИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Анализ данных спутникового мониторинга и отчетов за 2022-2023 гг. подтверждает, что главный источник нефтяного загрязнения Финского залива — эксплуатационные сбросы с судов. Основные зоны загрязнения приурочены к судоходным путям, а наибольшую новую угрозу представляет «теневого флот». В условиях растущей антропогенной нагрузки необходимы срочные меры по усилению контроля и экологическому планированию.

Ключевые слова: Финский залив, нефтяное загрязнение, спутниковый мониторинг, судоходство, операционные сбросы, теневого флот, HELCOM, экологическая безопасность.

Юго-восточная часть Балтийского моря, в частности Финский залив, находится в критическом экологическом состоянии. Интенсивная хозяйственная деятельность, высокая степень урбанизации побережья и один из самых высоких в Европе уровней судоходства создают совокупную антропогенную нагрузку, угрожающую устойчивости морской экосистемы [2, 3]. Среди многочисленных загрязнителей особую опасность представляют нефтепродукты, токсическое воздействие которых на гидробионты и прибрежные биоценозы носит долгосрочный и кумулятивный характер.

Выявление и мониторинг зон нефтяного загрязнения остаются сложной научно-практической задачей, требующей системных и продолжительных наблюдений. Несмотря на то, что наблюдения в Балтийском море ведутся несколько десятилетий, они зачастую носят нерегулярный и неравномерный характер, что затрудняет формирование целостной картины и прогнозирование ситуации [4].

Основными источниками поступления нефтеуглеводородов в акваторию Финского залива являются: сброс неочищенных промышленных и, вероятно, бытовых сточных вод с прибрежных территорий; операционная деятельность судов различного назначения (танкеры, грузовые, пассажирские суда), связанная с нарушениями регламентов сброса нефтесодержащих вод.

Целью данной статьи является анализ пространственно-временного распределения нефтяного загрязнения Финского залива, идентификация его основных источников и оценка новых возникающих угроз на основе актуальных данных за 2022-2023 годы.

Масштабы и основные источники нефтяного загрязнения в Финском заливе является одним из самых загруженных регионов Балтийского моря в сфере нефтяных перевозок. Согласно последним отчетам ХЕЛКОМ и данным мониторинга балтийских портов, в 2022-2023 годах общий объем перевалки нефти и нефтепродуктов через порты региона составлял около 200-220 миллионов тонн в год [5]. Ежедневно в акватории Балтийского моря одновременно находится и активно перемещается от 2000 до 2500 крупных судов (танкеры, контейнеровозы, паромы, балкеры), что создает постоянный фоновый уровень загрязнения.

Анализ долгосрочных спутниковых данных за указанный период однозначно подтверждает, что основным источником нефтяного загрязнения являются суда [4]. При этом важно отметить, что загрязнение вызывают не только танкеры, но и все типы судов, включая пассажирские, рыболовные, военные и другие. Это опровергает упрощенное представление о том, что главную опасность представляют исключительно нефтеналивные суда.

Распространенным является заблуждение, что основную угрозу несут крупные аварийные разливы, подобные Керченской катастрофе 2007 года. Однако, по данным экспертов ООН, их вклад в общее загрязнение морской среды составляет лишь 10-15%. Основной же ущерб экосистеме наносят регулярные операционные сбросы нефтепродуктов (лобовые, подсланевые воды, отходы машинных отделений) и неочищенных вод с судов, которые несут перманентный характер [3].

Карта загрязнения за 2022-2023 годы подтвердила бы устойчивую негативную тенденцию. «Горячие точки» остались бы прежними, а общая картина, вероятно, стала бы еще более контрастной из-за продолжающегося роста судоходства и объемов перевозок нефти.

Финский залив является зоной повышенного экологического риска. По данным центра «СКАНЭКС», Финский залив стабильно занимает первое место по уровню загрязнения нефтепродуктами среди всех морей, омывающих Россию (Балтийское, Черное, Белое, Каспийское и Охотское моря). Это обусловлено сочетанием интенсивной судоходной нагрузки, ограниченного водообмена с основной акваторией Балтики и значительного влияния мегаполиса Санкт-Петербурга.

Согласно предварительным отчетам HELCOM и EMSA, общее количество зарегистрированных аварийных инцидентов с участием танкеров в Балтийском море за 2022-2023 годы остается на стабильном, относительно невысоком уровне. Это свидетельствует об эффективности действующих систем регулирования и ликвидации ЧС. Однако качественный анализ показывает рост новых, менее контролируемых угроз.

Ключевой проблемой становится увеличение так называемого «теневого флота» — старых танкеров с сомнительным техническим состоянием, которые

используются для перевозки нефти в обход международных санкций и ценовых ограничений. Эти суда часто ходят под флагами «удобных» стран (Гана, Камерун, Сирия) и не имеют надлежащего страхования. По оценкам аналитической компании Sea Legal, к концу 2023 года в акватории Балтийского моря и проливов Дании оперировало от 150 до 200 таких «теневых» танкеров.

Данные суда представляют максимальный экологический риск по нескольким причинам:

1. Преклонный возраст и плохое техническое состояние, повышающее вероятность технических неисправностей.
2. Отсутствие надлежащего страхования, что означает отсутствие компенсации ущерба в случае разлива.
3. Склонность к рискованному поведению: целенаправленное отключение транспондеров AIS для сокрытия маршрутов, нарушение правил судоходства и т.д.

На основе анализа спутниковых данных и отчетов мониторинга ключевыми районами загрязнения Финского залива можно выделить три основных наиболее подверженных нефтяному загрязнению:

Район 1: Вход в Финский залив. Для этого района характерен высокий уровень загрязненности вдоль основных судоходных трасс. Главным источником являются сбросы нефтесодержащих вод с движущихся судов, которые фиксируются на протяжении десятков километров. Наиболее частые нарушения регистрируются к северу от острова Хийумаа, где трафик особенно интенсивен.

Район 2: Центральная часть Финского залива. Здесь преобладают плёночные загрязнения значительной площади. Такие загрязнения образуются либо при сбросах с неподвижных судов (когда пятно распространяется во все стороны под действием ветра и течений), либо являются результатом старых, частично деградировавших разливов. Ярким примером, подтверждающим тезис об операционных сбросах как основном источнике, является инцидент в сентябре 2022 года, когда системы мониторинга зафиксировали нефтяное пятно длиной около 30 км, что исключает версию одновременного аварийного разлива.

Район 3: Невская губа (восточная часть залива). Этот район характеризуется крупными разливами вдоль судоходной трассы, ведущей к устью Невы и портам Санкт-Петербурга. Дополнительными источниками здесь выступают плёночные загрязнения от нефтесодержащих сбросов бытового и промышленного характера, поступающих из мегаполиса. Ситуацию усугубляет ослабленный водообмен с центральной частью залива, обусловленный наличием защитной дамбы, что способствует аккумуляции загрязняющих веществ.

Анализ конкретных инцидентов с танкерами в Балтийском море за 2022-2023 годы подтверждает общие тенденции и выявляет новые риски.

В Сентябре 2023 танкер «Андромеда» сел на мель в датских проливах (Каттегат). Инцидент в критически важном для судоходства районе потребовал вмешательства буксиров; разлива нефти, к счастью, удалось избежать, но он продемонстрировал постоянный риск навигационных ошибок.

В Феврале-Марте 2023 активное обсуждение в экспертном сообществе рисков, связанных с «теневым флотом». Подчеркивалось, что эти суда представляют повышенную угрозу в сложных навигационных условиях Балтики.

В Январе 2022 столкновение танкера-химовоза «Миллениум» с рыболовным судном у побережья Швеции. Инцидент вызвал серьезную озабоченность по поводу потенциального химического загрязнения в территориальных водах.

В результате проведенного анализа можно сделать следующие ключевые выводы по инцидентам:

-Общее число крупных аварий с разливами остается невелико благодаря строгому регулированию и эффективной системе ликвидации ЧС в регионе.

-Основными типами инцидентов остаются столкновения, посадки на мель и технические неисправности.

-Главным новым фактором риска единогласно признается «теневой флот». Эксперты HELCOM и EMSA прямо характеризуют его как «значительную новую угрозу» для экологической безопасности Балтийского моря [6,7].

И в заключении модно сказать, что проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

Данные спутникового мониторинга за 2022-2023 гг. однозначно подтверждают гипотезу о том, что основным источником нефтяного загрязнения акватории Финского залива является операционная деятельность судов. Протяженные линейные формы нефтяных пятен являются прямым свидетельством сбросов с движущихся судов, продолжает массово нарушаться, что противоречит Международной Конвенцией MARPOL и рекомендациям HELCOM. Пространственное распределение загрязнения строго коррелирует с судоходными трассами и портовой инфраструктурой, что позволяет выделить три ключевых проблемных района: вход в залив, центральная часть и Невская губа.

Наряду с хроническими операционными сбросами, нарастающей угрозой является «теневой флот» – старые, плохо обслуживаемые танкеры, деятельность которых слабо контролируется и создает прецедентный риск крупных аварийных разливов.

Прогноз развития ситуации является негативным. Ожидается дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки на экосистему Финского залива из-за роста судоходного трафика, расширения портовых мощностей и развития прибрежной инфраструктуры.

В связи с этим существует острая необходимость в усилении комплексного мониторинга, включая расширенное использование спутниковых технологий и беспилотных систем. Требуется ужесточение международного контроля за деятельностью «теневого флота» и разработка превентивных мер по картографированию экологических рисков для минимизации ущерба уникальной, но крайне уязвимой морской экосистеме Финского залива.

Список литературы

1. Baltic Sea Alien Species Database, 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis/>

2. HELCOM. Eutrophication in the Baltic Sea — An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. Balt Sea Environ Proc No 115. Helsinki: HELCOM, 2023. P. 148.

3. Весман А. В. Современные проблемы Балтийского моря // Современные научные исследования и инновации. 2022. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2022/03/10613> (дата обращения: 22.10.2025).

4. Костяной А.Г., Булычева Е.В. Численное моделирование рисков нефтяного загрязнения Юго-Восточной Балтики и Финского залива // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т.11. №4. С.85-119.

5. Международный Фонд экологической безопасности Балтийского моря «Чистая Балтика» (<http://www.cleanbaltic.org>)

6. HELCOM. Annual report on discharges observed during aerial surveillance in the Baltic Sea area. 2023.

7. EMSA (European Maritime Safety Agency). Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2023.

КУРОВИЦКИЙ МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ, студент

Научный руководитель -

НОВИКОВА ТАТЬЯНА МИХАЙЛОВНА, к.г.н., доцент

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

(e-mail: abe-tatyana@yandex.ru)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ТРАССИРОВАНИЕ ДОРОГИ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И ЭРОЗИИ ПОЧВ

В данной статье рассматривается комплексный геодезический подход к трассированию автомобильных дорог в сельскохозяйственных и природно-городских ландшафтах. Основное внимание уделено методам оценки рельефа с использованием нивелира 3Н-5Л и теодолита 4Т-30П для выбора оптимального положения трассы, позволяющего минимизировать объемы земляных работ и снизить риски развития водной эрозии почв. Показана взаимосвязь между геодезическими данными, проектированием и экологической безопасностью.

Ключевые слова: геодезия, трассирование, рельеф, нивелир, теодолит, эрозия почв, земляные работы, экология

Введение. Актуальность рационального проектирования дорог в агропромышленном комплексе (АПК) и пригородном строительстве (ПГС) не вызывает сомнений. С одной стороны, существует экономическая задача снижения стоимости строительства, значительную часть которой составляют земляные работы. С другой – экологическая задача сохранения плодородных земель и предотвращения деградации почвенного покрова, часто вызываемой непродуманным вмешательством в естественный рельеф. Ключевым инструментом, позволяющим совместить эти цели, является грамотное трассирование – процесс определения положения оси дороги в пространстве.

Цель работы – проанализировать, как данные геодезической оценки рельефа, полученные с помощью классических приборов (нивелира и теодолита), влияют на выбор трассы для минимизации негативных экономических и экологических последствий.

1. Методы и приборы для оценки рельефа. Основой для принятия проектных решений служат достоверные данные о рельефе местности. На начальном этапе используется картографический метод. Работа с топографической картой масштаба 1:10000 или 1:5000 позволяет выполнить предварительное (камеральное) трассирование. На карте изучают общий характер рельефа, водоразделы, тальвеги (линии водостока), уклоны. Цель – наметить несколько возможных вариантов трассы, которые будут в наибольшей степени соответствовать рельефу, то есть идти по его «бровкам» и «склонам», минимизируя глубокие выемки и высокие насыпи. Однако карта дает лишь общее представление. Для детальной проработки необходимы полевые геодезические измерения. В данной работе рассматриваются два основных прибора:

Нивелир 3Н-5Л – оптический прибор для определения разностей высот точек. Его точность (около 1-2 мм на 1 км хода) достаточна для построения профиля будущей дороги. С помощью нивелира производится нивелирование поверхности по намеченным направлениям – создается продольный профиль (вдоль оси трассы) и поперечные профили (для оценки объемов земляных работ).

Теодолит 4Т-30П – прибор для измерения горизонтальных и вертикальных углов. Он используется для создания съемочного обоснования (сети точек с известными координатами), тахеометрической съемки местности, детализировки рельефа в сложных условиях (овраги, оползневые склоны), а также для выноса и закрепления проекта трассы на местности.

Совместное использование этих приборов позволяет получить цифровую модель местности (в упрощенном виде), которая является основой для проектирования. [1,4,5]

2. Влияние рельефа на трассирование и эрозионные процессы. Прямая трасса, соединяющая две точки, далеко не всегда является оптимальной. Ее прокладка по крутому склону потребует либо срезки грунта (создание выемки), что нарушит устойчивость склона, либо возведения высокой насыпи, что дорого и также может спровоцировать оползни.

Главный принцип экологичного и экономичного трассирования – следование рельефу. Трассу стремятся расположить так, чтобы проектная линия как можно ближе совпадала с естественной поверхностью земли.

Это достигается за счет обхода отрицательных форм рельефа (балок, оврагов). Это предотвращает необходимость строительства дорогостоящих мостов или высоких насыпей. Также использованием водоразделов. Прокладка трассы по разделу (хребту) является наиболее выгодной, так как обеспечивает хороший водоотвод с дорожного полотна и минимизирует земляные работы. Самое важное - выбор оптимального продольного уклона. С помощью нивелира определяется существующий уклон местности. Проектный уклон дороги не должен

превышать нормативных значений (обычно 4-6%). Если естественный уклон больше, трассу «укладывают» серпантином или «в лоб», что ведет к увеличению объемов работ.

Неправильное трассирование напрямую ведет к усилению эрозии почв. Глубокие выемки обнажают материнские породы, нарушают естественный сток и могут стать очагами образования оврагов. Насыпи перекрывают пути стока воды, что приводит к подтоплениям выше по склону. Продольный кювет дороги, проложенной вдоль склона, при переполнении может превратиться в новый овраг. [2,5]

3. Пример геодезического обеспечения трассирования. Рассмотрим участок местности в зоне АПК, где необходимо проложить дорогу между пунктами А и Б (рис. 1).

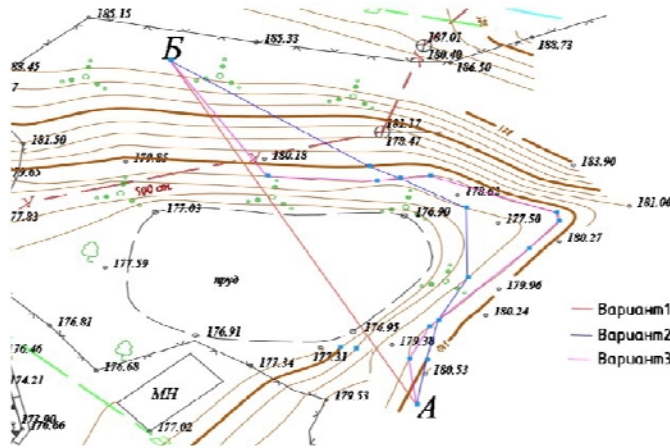


Рисунок 1 - Участок местности в зоне АПК, где необходимо проложить дорогу между пунктами А и Б. Построен в программе AutoCAD.

Камеральное трассирование. На топографической карте выявлено, что между пунктами находится пологий склон, рассеченный двумя балками.

Намечено 3 варианта трассы:

Вариант 1 (прямой): пересекает обе балки.

Вариант 2 (обходной): огибает балки по склону.

Вариант 3 (по водоразделу): проходит по верхней бровке склона. [2,3]

4. Полевые работы. С помощью теодолита 4Т-30П создается полигонометрический ход, соединяющий пункты А и Б. Закрепляются точки на местности. По каждому варианту трассы с помощью нивелира 3Н-5Л прокладывается нивелирный ход. Через каждые 20-50 метров (пикеты) и в характерных точках рельефа (перегибы склонов, дно балок) определяются отметки земли. Строится

продольный профиль по каждому варианту. В местах предполагаемых выемок/насыпей и в балках выполняются поперечные нивелирования для расчета объемов грунта.

5. Камеральная обработка и анализ. По данным нивелирования строятся продольные профили для каждого варианта. Методом поперечников рассчитываются объемы земляных работ. Проводится анализ эрозионной опасности: оценивается, как трасса пересекает линии стока, не приведет ли она к концентрации водных потоков.

6. Результаты и их обсуждение. Анализ показал:

Вариант 1 имеет наименьшую длину, но требует строительства моста/трубы через балки и значительных объемов выемки/насыпи. Риск эрозии высок.

Вариант 2 длиннее, но объемы земляных работ меньше. Однако трасса, идущая вдоль склона, требует устройства надежной системы водоотвода для предотвращения размыва.

Вариант 3 – самый длинный, но объемы земляных работ минимальны. Трасса находится в наименее эрозионно-опасной зоне (водораздел), водоотвод организуется естественно.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что грамотная геодезическая оценка рельефа является фундаментом для экологического и экономического проектирования дорог. Использование нивелира 3Н-5Л и теодолита 4Т-30П позволяет получить необходимые данные для сравнения вариантов трассы и выбора оптимального решения. Минимизация земляных работ достигается не за счет упрощения технологии, а за счет интеллектуального «следования» за рельефом, что одновременно является и главным методом профилактики почвенной эрозии. Таким образом, работа геодезиста на стадии изысканий напрямую способствует обеспечению экологической безопасности и устойчивому развитию территорий АПК и ПГС. [1,2]

Список литературы

1. Аксентьева Ю.Ю., Новикова Т.М. Динамика структуры земельного фонда Курской области//В книге: Перспективы развития программных комплексов для расчета несущих систем зданий и сооружений. Сборник тезисов докладов бакалавров, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 34-37.
2. ГОСТ Р 21.1701-2017 Правила выполнения дорожных работ. – Введ. 2018–06–01. – М. : Стандартинформ, 2017. – 52 с.
3. Malisheva E.V., Musyal A.V., Dolgopolova N.V., Novikova T.M., Pashkova M.I. Agricultural landscapes and financial factors affecting soil microzones in the kursk region// В сборнике: E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023). EDP Sciences, 2023. С. 01008.
4. Musyal A.V., Zhilyakov D.I., Dolgopolova N.V., Malysheva E.V., Novikova T.M. Of the quality of the results of the state assessment of soil and landscape objects//В сборнике: E3S WEB OF CONFERENCES. X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-X 2024). Les Ulis, 2024. С. 08002.
5. Перфилов, В. Ф. Геодезические работы при изысканиях и строительстве автомобильных дорог : учебное пособие / В. Ф. Перфилов, Э. Н. Карасев. – М. : Недра, 2018. – 256 с. : ил.

ЛАДЭ РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ

Санкт-Петербургский Университет ФСИН России

курсант 3 курса юридического факультета

Университета ФСИН России

Научный руководитель –

РОМАН ЕГОР МИХАЙЛОВИЧ

Санкт-Петербургский Университет ФСИН России

Преподаватель кафедры административно-правовых дисциплин юридического факультета Университета ФСИН России

(1212121245098@mail.ru)

**ПРАВОВОЙ СТАТУС И РЕЖИМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

В статье исследуется правовой статус и режим экологического мониторинга при использовании технологий искусственного интеллекта (ИИ) и обработки больших данных. Анализируется действующая нормативно-правовая база, определяются проблемные точки в правовом регулировании: режим доступа к данным мониторинга, ответственность за некорректные автоматизированные решения, обеспечение открытости и защиты персональных и пространственно-временных экологических данных, а также вопросы верификации и объяснимости моделей ИИ в правоприменительной практике. На основе междисциплинарного обзора (технические исследования трансформации мониторинга, прикладные кейсы цифровых двойников, правовые исследования о цифровизации экологического права и защите прав граждан) предлагаются конкретные векторы совершенствования режима мониторинга: нормативное закрепление стандартов качества данных и требований к верификации моделей ИИ; создание правового механизма «ответственности за автоматизированное предсказание» в системе мониторинга; режимы ограниченного открытого доступа к агрегированным экологическим данным при сохранении защиты персональных и коммерческих тайн; институциональная модель синхронизации Единой государственной системы экологического мониторинга с локальными цифровыми платформами и «цифровыми двойниками». Работа ориентирована на законодателей, правоприменителей и специалистов в области экологии и цифровых технологий.

Ключевые слова: экологический мониторинг, искусственный интеллект, большие данные, цифровая трансформация, правовой режим, верификация моделей, цифровые двойники, открытые данные.

Современная трансформация экологического мониторинга обусловлена двумя взаимосвязанными процессами: масштабной генерацией пространственно-временных данных (спутниковые каналы, наземные сенсоры, Internet of Things

(это концепция объединения физических устройств с доступом к интернету, которые собирают, обмениваются и анализируют данные)) и быстрым вхождением методов машинного обучения и искусственного интеллекта (далее — ИИ), способных автоматизировать обнаружение, прогноз и раннее предупреждение экологических рисков. Технические исследования демонстрируют, что интеграция распределённых сенсорных сетей, дистанционного зондирования и платформ обработки больших данных значительно повышает точность и оперативность мониторинга, открывая возможности для создания цифровых экосистем мониторинга и «цифровых двойников» территорий, что подтверждается на примере проектов цифровой трансформации (оценка содержания тяжёлых металлов, комплексный мониторинг по озеру Хубсугул и пр.). Такие подходы позволяют агрегировать пространственно-временные массивы данных и обеспечивать оперативный анализ в реальном времени, однако одновременно ставят задачи унификации форматов данных, требований к их качеству и процедур верификации аналитических моделей. [3, С. 14–29]

В правовом поле цифровизация мониторинга взаимодействует с институтами экологического права, административными процедурами и правом на экологическую информацию. Государственные механизмы (включая Единую систему государственного экологического мониторинга) и ведомственные проекты всё шире используют цифровые инструменты, но нормативная база часто отстаёт от темпов технологических изменений: отсутствуют ясные стандарты в отношении правового режима набора, хранения, переработки и публикации больших экологических данных, а также — чёткие правила обращения с результатами автоматизированных прогнозов, которые могут влиять на принятие решений (санкционные меры, приостановка деятельности, оперативные предписания).

Аналитические обзоры в правовой литературе указывают на потребность в уточнении понятий «экологическая база данных» — это **систематизированный массив сведений об окружающей среде**, созданный и поддерживаемый в электронной форме, включающий данные о состоянии природных объектов, уровнях загрязнения, источниках воздействия, мероприятиях по охране природы, а также результаты экологического мониторинга, экспертиз и оценок воздействия на окружающую среду, «публичная и непубличная информация мониторинга» **Публичная информация мониторинга** — это сведения о состоянии окружающей среды, **доступ к которым не ограничен**, поскольку они затрагивают общественные интересы (например, данные о качестве воздуха, воды, радиационном фоне). **Непубличная информация мониторинга** — это данные, **доступ к которым ограничивается законом**, а также в определении правил взаимодействия федеральной и региональной платформ данных. [5, С. 248–255]

С точки зрения реализации экологических прав граждан, ИИ и большие данные дают двоякий эффект: с одной стороны, автоматизированный сбор и публикация данных повышают прозрачность, облегчают контроль со стороны общества и усиливают защиту прав (например, при контроле качества атмосферного воздуха); с другой стороны, риски связаны с ошибками в алгоритмах, сбо-

ем систем, искажением данных и возможной утратой доказательной ценности автоматических выводов. Правовые исследования отмечают, что для эффективной реализации экологических прав необходимо установить процессуальные и материально-правовые гарантии, включая стандарты верификации данных и механизмы обжалования автоматизированных решений, чтобы предотвратить нарушение прав граждан вследствие некорректных или нетранспарентных выводов систем ИИ. [1, С. 64–70]

Анализ практических и методологических работ по созданию цифровых платформ и «цифровых двойников» — это виртуальная копия реального объекта, процесса или системы. Эта копия постоянно обменивается данными со своим «близнецом» в реальном мире с помощью датчиков, и на основе этих данных мы можем анализировать, моделировать и предсказывать поведение реального объекта. показывает, что технологические решения уже позволяют формировать полноценные экосистемы мониторинга: интеграция спутниковых данных, наземных сенсоров и сервисов обработки обеспечивает динамическое обновление цифровых профилей территорий, моделирование рисков и поддержку принятия решений для органов власти и научно-образовательного сообщества. При этом ключевым остаётся вопрос стандартизации метаданных, протоколов доступа и процедур верификации математических моделей: без единых требований модели ИИ будут демонстрировать неоднородное качество, а результаты прогнозов — низкую сопоставимость между регионами и платформами. Практические исследования рекомендуют включать требования к валидации и объяснимости моделей ИИ в технические регламенты платформ мониторинга и в методики формального принятия решений на их основе. [6, С. 30–34]

Юридические и организационные риски внедрения ИИ в мониторинг включают: неопределённость ответственности при ошибочных предсказаниях. (По нашему мнению, за это отвечает — разработчик модели, владелец платформы, оператор сенсорной сети и государственный регулятор), проблемы с персональными данными (например, пространственно-временные данные, которые позволяют восстановить поведение физических лиц или коммерческие тайны), а также уязвимости информационной безопасности. В юридических исследованиях подчёркивается потребность в разработке модели распределённой ответственности и в создании регистрируемых процедур для аудита алгоритмов и журналов обработки данных, что обеспечит прослеживаемость решений и возможность установления причинно-следственных связей в правоприменительной практике. [7, С. 562–587]

На практике успешное внедрение ИИ в мониторинг требует также организационного изменения: переход от разрозненных локальных баз данных к цифровой экосистеме (геопортал) с чёткими правилами доступа, уровнями открытости и процедурой согласования между федеральным, региональным и муниципальными уровнями. Исследовательские кейсы Бычкова И.В и Валиева В.С демонстрируют, что создание цифровых платформ возможно при участии научных организаций, бизнеса и органов власти и что такие платформы способны

сократить издержки при обеспечении прозрачности и управляемости мониторинга; однако конкурентным вызовом остаётся необходимость финансирования инфраструктуры, подготовки кадров и построения надёжных процедур кибербезопасности. [3, С. 14–29], [6, С. 30–34]

Исходя из сопоставления технических и правовых исследований, можно выделить практико-правовые предложения для совершенствования режима экологического мониторинга с ИИ и большими данными.

Во-первых, нормативно закрепить стандарты качества данных и требования к описанию (метаданные, процедуры отбора проб, частота измерений), включая обязательный публичный реестр методик и процедур верификации моделей ИИ для критически важных применений (аварийное оповещение, приостановка деятельности).

Во-вторых, ввести законодательно механизм аудита и сертификации моделей ИИ, используемых в мониторинге, с обязательным периодическим повторным тестированием и публичной отчётностью о точности и кейсах ошибок.

В-третьих, установить режимы доступа: открыть агрегированные (— это информация, которая была собрана из множества источников и обобщена в сводные показатели. Исходные, детальные данные при этом «складываются» и превращаются в суммы, средние значения, проценты и другие статистические показатели) и анонимизированные (это скрытые данные, из которых удалена вся личная и идентифицирующая информация, позволяющая установить связь с конкретным человеком или объектом) массивы данных для общественного контроля, сохранить строгие правила доступа к детализированным пространственно-временным массивам с персональными или коммерческими данными (режим «по запросу» с процедурой обоснования и защиты). В-четвёртых, определить правила распределённой ответственности при ошибках автоматизированных решений — предусмотреть институты регресса и страховые механизмы для покрытия рисков, связанных с прогнозными ошибками. [5, С. 248–255], [7, С. 562–587]

С учётом международного опыта и технических исследований рекомендуется развивать институциональную модель, в которой центральная (федеральная) система обеспечивает стандарты и платформенные Application Programming Interface (мост между разными программами, который позволяет им общаться друг с другом и обмениваться данными), а региональные и локальные цифровые экосистемы реализуют мониторинг и интегрируют локальные датасеты (структурированный набор данных, предназначенный для хранения, обработки и анализа) и модели. Такая модель позволит синхронизировать данные, обеспечить совместимость форматов и при этом сохранять гибкость локальной аналитики и быструю реакцию на региональные угрозы. Это согласуется с выводами о преимуществах цифровой трансформации мониторинга и необходимости вовлечения научного сообщества, бизнеса и населения в платформенные экосистемы мониторинга. [3, С. 14–29], [4, С. 253–255]

Наконец, важен человеческий фактор: подготовка кадров для эксплуатации ИИ-систем, создание междисциплинарных команд (юристы, экологические

специалисты, инженеры данных), а также внедрение процедур общественного участия и прозрачных каналов реагирования на жалобы и ошибки — всё это необходимо для доверия к системе мониторинга и полноценной реализации экологических прав граждан. [1, С. 64–70], [4, С. 253–255]

Технологии ИИ и большие данные коренным образом меняют режим экологического мониторинга, открывая новые возможности для раннего предупреждения, управления рисками и защиты прав граждан. Одновременно это ставит сложные правовые и организационные задачи: стандартизация данных, сертификация моделей, распределённая ответственность, защита персональных и коммерческих данных, обеспечение открытости и достоверности автоматизированных выводов. Решение этих задач требует целостного подхода: нормативного обновления (включая отраслевые стандарты по данным и моделям), институциональной перестройки (единые платформы, региональные экосистемы), и инструментов контроля (аудит, регистрация методик, прозрачная отчётность). Конечная цель — создать правовой режим экологического мониторинга, который сочетал бы технологическую эффективность и гарантию правовой защиты, обеспечивая устойчивое развитие и безопасность общества.

Список литературы

1. Самович, Ю. В. Проблемы использования искусственного интеллекта в процессе реализации экологических прав граждан / Ю. В. Самович, Л. В. Юн // Юридический вестник Самарского университета. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 64–70.
2. Мамаражабова, Б. А. Исследование современного применения искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека / Б. А. Мамаражабова, А. У. Шингисов // *Universum: технические науки*. – 2024. – № 4 (121). – С. 21–22.
3. Бычков, И. В. Цифровая трансформация экологического мониторинга оз. Хубсугул и Прихубсугуля / И. В. Бычков, Г. М. Ружников, Р. К. Федоров, А. К. Попова, А. Будээбазар, Б. Балт, Д. Ууганбаатар // *Вычислительные технологии*. – 2022. – Т. 27, № 5. – С. 14–29.
4. Непесова, Г. Б. Разработка и применение новых методов экологического мониторинга / Г. Б. Непесова, А. М. Пердаева // *Международный научный журнал «Инновационная наука»*. – 2024. – № 6-1. – С. 253–255.
5. Курячая, Ю. Д. Цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования: плюсы и минусы, перспективы развития / Ю. Д. Курячая, Е. А. Малолеткова // *Вопросы российской юстиции*. – 2024. – Вып. 30. – С. 248–255.
6. Валиев, В. С. Создание «цифровых двойников» в рамках цифровой трансформации экологического мониторинга / В. С. Валиев, Д. В. Иванов, Д. Е. Шамаев, Р. Р. Хасанов // *Российский журнал прикладной экологии*. – 2022. – № 3. – С. 30–34.
7. Харитонов, Ю. С. Правовые вопросы внедрения перспективных технологий межотраслевого назначения в условиях экономики данных / Ю. С. Харитонов, В. С. Савина // *Вестник Пермского университета. Юридические науки*. – 2024. – Вып. 4 (66). – С. 562–587.

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

МЕЛИОРАТИВНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ В АПК

Статья посвящена систематизации знаний о мелиорации земель и роли гидротехнических сооружений в данном процессе, что позволит улучшить эффективность управления водными ресурсами и повысить продуктивность сельского хозяйства.

Ключевые слова: мелиорация, проектирование, гидротехнические сооружения, гидротехнические здания, водные объекты, экосистема.

Мелиорация земель представляет собой одну из ключевых областей агрономии и водного хозяйства, направленную на улучшение условий для сельскохозяйственного производства и обеспечение устойчивого развития экосистем. В условиях глобальных изменений климата, увеличения населения и растущих потребностей в продуктах питания, мелиорация становится особенно актуальной. Она включает в себя комплекс мероприятий, направленных на изменение природных условий, что позволяет увеличить продуктивность земель, а также предотвратить деградацию почв и водных ресурсов. Мелиоративные гидротехнические сооружения играют центральную роль в этих процессах, обеспечивая контроль за водными ресурсами, регулирование водного режима и защиту сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных факторов [1].

Основы мелиорации земель охватывают широкий спектр знаний, включая агрономию, гидрологию, инженерное дело и экологию. Мелиорация может быть как искусственной, так и естественной. Искусственная мелиорация включает в себя создание и использование гидротехнических сооружений, таких как каналы, дренажи, водохранилища и насосные станции. Естественная мелиорация, в свою очередь, подразумевает использование природных процессов и ресурсов для улучшения состояния почв и водных ресурсов. Важно отметить, что мелиорация не только способствует повышению урожайности, но и обеспечивает защиту окружающей среды, что делает её важным элементом устойчивого развития [2].

Типы гидротехнических сооружений, используемых в мелиорации, разнообразны и зависят от конкретных условий эксплуатации. Они могут включать в себя дренажные системы, которые помогают удалять излишки воды из почвы, орошающие системы, которые обеспечивают поступление влаги в засушливые районы, а также различные сооружения для хранения и распределения воды. Каждое из этих сооружений имеет свои особенности проектирования и строи-

тельства, что требует глубоких знаний и опыта в области инженерного дела и гидрологии [3].

Проектирование и строительство мелиоративных систем является сложным и многогранным процессом, который требует учета множества факторов, включая геологические, гидрологические и климатические условия региона. Важным аспектом является также взаимодействие с местным населением и учет его интересов, что позволяет избежать конфликтов и обеспечить успешную реализацию проектов. Качественное проектирование и строительство мелиоративных гидротехнических сооружений могут значительно повысить эффективность использования водных ресурсов и улучшить условия для сельскохозяйственного производства [4].

Эксплуатация и обслуживание гидротехнических сооружений — это не менее важный этап, который включает в себя регулярный мониторинг состояния сооружений, их техническое обслуживание и ремонт. Правильная эксплуатация позволяет продлить срок службы сооружений и обеспечить их бесперебойную работу, что, в свою очередь, сказывается на эффективности мелиорации в целом. Необходимо учитывать, что гидротехнические сооружения подвержены воздействию различных факторов, таких как эрозия, засорение и изменения в гидрологическом режиме, что требует постоянного внимания со стороны специалистов [5,6].

Экологические аспекты мелиорации также занимают важное место в данной области. Мелиорация может оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на окружающую среду. С одной стороны, она способствует улучшению состояния почв и увеличению урожайности, что является важным фактором для обеспечения продовольственной безопасности. С другой стороны, нерациональное использование водных ресурсов и недостаточный учет экологических факторов могут привести к деградации экосистем, изменению водного баланса и ухудшению качества воды. Поэтому важно разрабатывать и внедрять экологически безопасные методы мелиорации, которые будут способствовать сохранению природных ресурсов и устойчивому развитию [7].

В заключение, можно сказать, что мелиоративные гидротехнические сооружения играют ключевую роль в современном аграрном производстве, обеспечивая устойчивое использование земельных ресурсов и повышение их продуктивности. Однако для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать все аспекты — от проектирования и строительства до эксплуатации и экологических последствий. Только комплексный подход, основанный на современных технологиях и принципах устойчивого развития, позволит создать эффективные мелиоративные системы, которые будут отвечать требованиям времени и обеспечивать продовольственную безопасность. Важно продолжать научные исследования в области мелиорации, разрабатывать новые методы и технологии, которые помогут решить существующие проблемы и адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям, обеспечивая тем самым устойчивое развитие сельского хозяйства и охрану окружающей среды.

Список литературы

1. Беларусь З. Р. О мелиорации земель // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008.
2. Жукова, Т.Ю. Современные тенденции и перспективы применения инновационного противозерозионного покрытия / Т.Ю. Жукова // В сборнике: Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики. Материалы IV Международной научно-методической конференции. Самара–Оренбург, 2024. – С.332-336.
3. Жукова Т.Ю. Современное и инженерно-экологическое противозерозионное покрытие, состоящего из геомата, заполненного грунтом с посевом многолетних трав / Т.Ю. Жукова// В сборнике: Аграрная наука – 2022. Материалы Всероссийской конференции молодых исследователей. 2022. С.8–11.
4. Карпенко Н. П., Юрченко И. Ф. Классификация мероприятий безопасной эксплуатации мелиоративных систем // Природообустройство. – 2016.
5. Кожанов А. Л., Кириленко А. А. Состав и расположение гидротехнических сооружений мелиоративных насосных станций // Экология и водное хозяйство. – 2023. 6. Кузьмич И. П. Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем. – 2013.
7. Малышева Н. Н. и др. Экологические аспекты водопользования при сельхозпроизводстве в Краснодарском крае // Рисоводство. – 2024.

Транспортные системы и эксплуатация машинно-тракторного парка АПК и ПГС

ГОРОХОВЦЕВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ, аспирант,
Брянский государственный инженерно-технологический университет,
г. Брянск, Россия

(e-mail: alexeygorokhovcev@mail.ru)

КОНОНЕНКО ЕВГЕНИЙ ОЛЕГОВИЧ, бакалавр,
БЕЛОУСОВ НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ, к. т. н., доцент,
Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия

(e-mail: belnikiva@mail.ru)

ДЕНДРОФЛОРА КАК МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ГУМУСА

В данной статье рассмотрено влияние дендрофлоры на процесс образования гумуса почвы, который образуется из опавшей органики деревьев. Приведены показатели, влияющие на количество питательных веществ в гумусе; факторы влияния дендрофлоры на микроклимат окружающей среды.

Ключевые слова: дендрофлора, почва, гумус, питательные вещества, показатели, деревья.

Наиболее ценными и плодородными почвами предназначенными для возделывания сельскохозяйственных культур, так и для возделывания дендрофлоры предназначенной для озеленения парков кустарниками, деревьями и декоративными растениями, являются почвы с высоким содержанием гумуса [1]. Гумус является основным критерием плодородия почвы, как чернозёмов, серых лесных и других типов почв [2-6]. Запасы гумуса под кроной деревьев увеличиваются за счёт ежегодного листопада, это листья лиственных пород деревьев, хвои у хвойных растений. Так же дополнительно к этому происходит опад коры, мелких веток, что образует на поверхности почвы большой слой подстилки из этой органики, которая в дальнейшем превращается в питательные вещества, как аккумулятор для запаса гумуса почвы. Опавшая подстилка создаёт мульчирующий слой, который благоприятно воздействует на образование гумуса, защищая при этом почву от сильного перегрева, быстрого испарения влаги, препятствует эрозии почвы. Корневая система деревьев, имеет мощную разветвлённую систему, как по поверхности почвы, так и в глубину, что позволяет доставлять питательные вещества ко всем наземным частям растений. Корни деревьев могут доставлять питательные вещества из более глубоких слоёв почвы, чем сельскохозяйственные культуры и травы. Так же в почве под землёй остаются отмирающие части от корней, корневых волосков, что образует большое количество органических веществ, которые остаются непосредственно в почве. Зелёные насаждения городских парков так же создают благоприятные условия

не только для образования плодородного слоя почвы [7], но и оказывают положительное воздействие на окружающую экологию [8-11].

Количество питательных веществ получаемых из опавшей подстилки листьев различное и зависит от следующих показателей. Первый показатель это от породы деревьев, опавшая листва различных деревьев имеет разный химический состав, второй показатель от условий перегнивания, на этот показатель влияет климат, тип почвы, присутствие микроорганизмов и дождевых червей, участвующих в переработке гумуса, третий показатель это время, которое затрачивается на начальное разложение или полное образование гумуса. Приведём ориентировочные показатели питательных веществ получаемых из одной тонны опавшей подстилки листвы: азота от 5 до 15 кг, фосфора от 1 до 3 кг, калия от 2 до 6 кг, кальция от 10 до 30 кг, магния от 1 до 4 кг. Выход гумуса из одной тонны опавших листьев составляет от 5 до 10%, в пересчёте на килограммы получаем от 50 до 100 кг. Оставшаяся масса расщепляется и разлагается на углекислый газ, минеральные соли и воду. Поэтому самым экологическим способом образования гумуса от опавшей подстилки, является естественное природное разложение или компостирование. Сжигание опавшей листвы и хвои приводит к потере питательных веществ и загрязнению атмосферы.

Породы деревьев оказывают разное влияние на баланс гумуса. Лиственные породы деревьев способствуют образованию более богатому питательными веществами гумусу, а хвойные породы деревьев образуют подкисленный гумус, их хвоя содержит большое количество смолистых веществ, сложных органических полимерных соединений, восков.

От кроны, стволов деревьев и кустарников образуется затенение, что приводит к снижению ветровой эрозии и образованию специального микроклимата. Летом деревья работают как кондиционер, препятствуют проникновению прямых солнечных лучей на почву, снижают температуру. Солнечная энергия затрачивается на испарение влаги через листья, хвою, данный процесс называется транспирацией. Древесина деревьев в жаркую погоду поглощает тепло, тем самым не давая атмосфере перегреться. В парках и лесонасаждениях в жаркую погоду от 3 до 7°C может быть прохладней, чем за их пределами, а ночью насаждения из деревьев наоборот создают эффект одеяла, препятствуя ускоренному отводу тепла. Зимой дендрофлора работает как термос, кроны деревьев, особенно хвойных замедляют собственное тепловое излучение, создавая процесс парникового эффекта. Снежный покров в лесу обладает теплоизоляционными свойствами, он защищает почву и корни под деревьями от вымерзания, а на открытых участках снег сдувается ветром. В морозы и ночью в лесных насаждениях от 2 до 5°C теплее чем на открытой местности. Дендрофлора сглаживает и смягчает зимой морозы, а летом жару, обладает функцией терморегуляции. При этом создавая благоприятную среду обитания внутри дендрофлоры, как для растительности, так и для живых обитателей.

Дендрофлора представляет собой не статичный объект, а постоянно меняющийся динамический развитый центр, который постоянно переносит и доставляет питательные вещества ко всем частям растений. Дендрофлора это не про-

сто набор разных деревьев, а предприятие, предназначенное для производства гумуса почвы и условий для его создания. Дендрофлора является мощным генератором по выработыванию гумуса. Почвы дендрофлоры по сравнению с сельскохозяйственными почвами полей и лугов, содержат большее количество органического углерода, который входит в состав органических соединений, образованные живыми организмами.

Список литературы

1. Трутаева, Н. Н. Уровень и степень стабильности плодородия чернозема типичного в различных агроценозах / Н. Н. Трутаева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 5. – С. 50-52.
2. Муха, В. Д. Плодородие чернозема под воздействием минеральных удобрений, монокультуры озимой пшеницы и севооборота / В. Д. Муха, Н. Н. Трутаева, Ж. А. Буланова // Плодородие. – 2009. – № 6(51). – С. 8-9.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Ландшафтно-экологическое обоснование рекреационного лесопользования в зеленой зоне Брянской области / А. В. Скок, А. А. Скок, А. О. Филонова, В. Н. Сорокопудов // Научно-аграрный журнал. – 2025. – № 1(128). – С. 35-41. – DOI 10.34736/FNC.2025.128.1.005/35-41.
8. 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.
9. 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.
10. 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.

11. 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.

Электроэнергетика и электротехника в АПК и ПГС

АБРОСИМОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, специалист
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
"Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия
(email: AlexStepanch@yandex.ru)

**О РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

Статья посвящена анализу возможностей развития энергетических технологий в сельскохозяйственном секторе.

Ключевые слова: энергетическая технология, агропромышленный комплекс.

Тенденции, связанные с глобализацией, существенно трансформируют различные сферы экономики, включая энергетический сектор, и их воздействие сложно игнорировать. Экономические потрясения неблагоприятно сказываются на российских производственных предприятиях, однако кризисные ситуации открывают перспективы для обновления региональной экономической модели [1]. По мнению ряда экспертов, наблюдается усиление дисбаланса в развитии отдельных территорий России. Поэтому важно выявлять новые резервы развития российской промышленности, оказывать поддержку многообещающим направлениям и обеспечивать оптимальное использование имеющихся ресурсов [2]. Роль государственного вмешательства в формировании стратегий модернизации промышленных предприятий представляется определяющей.

Прежде чем приступить к разработке конкретных энергетических стратегий для отдельных регионов, необходимо выполнить глубокий анализ ситуации, разделить территории и отрасли на группы и определить планы развития в каждой из них на национальном уровне [3]. Анализ мирового опыта модернизации энергетики подтверждает важность вовлечения заинтересованных сторон – представителей власти, бизнеса и общества – в основу планирования и реализации проектов обновления [4]. Это сотрудничество может принимать разные формы, такие как кластеры, технологические платформы, промышленные объединения, финансово-промышленные группы, региональные центры производства, государственно-частные партнерства и другие структуры.

Несмотря на то, что в сельском хозяйстве и промышленности пищевой сферы пока мало задействована сила приливов и отливов, специалисты уверены в её значительных перспективах для будущей энергетики [5]. Это обусловлено тем, что поток энергии морских приливов более надежен и прогнозируем по сравнению с ветровой и солнечной энергией. Заинтересованность в использовании этого ресурса проявилась еще в древности – в Средние века и даже, согласно некоторым данным, в период существования Римской империи. Электростанции, использующие энергию приливов для выработки электричества, распола-

гаются прямо на побережье океанов и функционируют как в европейских странах, так и на восточном побережье Соединенных Штатов. Технологии использования энергии волн подразумевают преобразование кинетической энергии поверхностных волн в электричество [6], для обеспечения пресной водой или для перемещения жидкости в резервуары. Однако применение этой технологии осложняется переменчивостью направления движения волн, в отличие от регулярного характера приливной энергии.

Преобразование волновой энергии в электричество осуществляется благодаря механической работе, производимой колебаниями. Фотоэлектрические установки, относящиеся к виду возобновляемых источников энергии (ВИЭ), напрямую используют солнечный свет для генерации электроэнергии и являются одними из самых динамично развивающихся технологий в мире. Интенсивное развитие этого сектора характеризуется быстрым совершенствованием технологий использования солнечной энергии и расширением рынков. Современные солнечные панели демонстрируют повышенную эффективность, удобство транспортировки и даже гибкость, а также облегченный процесс установки. Эксперты в сфере солнечных технологий теперь способны точно контролировать поток солнечного света, подстраивая его скорость и мощность. В Японии существует стратегическая цель – достижение экономического равновесия между доходами от традиционных энергоносителей и солнечной энергии; технологическое улучшение солнечной энергетики происходит постоянно, повышая ее коммерческий потенциал [7, 8].

Во всем мире наблюдается активная интеграция установок по производству солнечной энергии в агропромышленный комплекс и систему переработки газового сырья [9]. Ветряные турбины применяются для преобразования кинетической энергии ветра в применимые формы, например, в электричество или механическую силу. Большие ветроэлектростанции обычно подключаются к централизованной энергосистеме, обеспечивая электроснабжение отдаленных регионов. Как отмечалось ранее, энергия ветра издавна служила движителем кораблей и использовалась для выполнения задач [10], таких как доставка воды и помол зерен; тем не менее, наиболее значимое использование этого ресурса появилось благодаря развитию электроэнергетики.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
3. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.
4. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

5. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.

6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

7. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.

8. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

10. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

11. Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ электроэрозийных порошковых материалов из отходов стали P18 / Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, Е. В. Агеева, В. Ю. Карпенко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 23-38. – DOI 10.21869/2223-1528-2022-12-3-23-38. – EDN UWVNE.

12. Структура и свойства спеченного изделия из порошка, полученного электроэрозией отходов стали P18 / Г. Р. Латыпова, Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, В. А. Стрижеус // Электротехнология. – 2023. – № 10. – С. 34-39. – DOI 10.31044/1684-5781-2023-0-10-34-39. – EDN SRRHNO.

13. Ageeva, E. V. Structure and Properties of Titanium Powder Obtained by Electrodipersion of Vt20 Alloy Waste in Alcohol / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, N. N. Karpenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – Vol. 54, No. 4. – P. 435-443. – DOI 10.1134/S105261882570027X. – EDN OPRUSR.

14. Properties of the Coatings Produced by Plasma–Powder Deposition of an Electroerosion R18 Steel Waste Powder / N. N. Karpenko, G. R. Latypova, R. A. Latypov, L. P. Andreeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 6. – P. 1410-1415. – DOI 10.1134/S0036029524702537. – EDN WLOQXK.

15. Structure and Properties of the Product Sintered from the Powder Produced by Electroerosion of R18 Steel Waste / G. R. Latypova, N. N. Karpenko, R. A. Latypov, V. A. Strizheus // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023, No. 12. – P. 1972-1976. – DOI 10.1134/S0036029523120170. – EDN XCFEXO.

АБРОСИМОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, специалист

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил

"Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского

и Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия

(email: AlexStepanch@yandex.ru)

О ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВНУТРИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Статья посвящена анализу некоторых свойств источников энергии в сельскохозяйственном секторе.

Ключевые слова: источник энергии, сельскохозяйственная сфера.

При изучении комплексных образований в сфере энергетики в АПК можно выделить два основных типа: во-первых, структуры, возникающие благодаря взаимодействию государственных органов, коммерческих организаций и ученых; во-вторых, бизнес-объединения, изначально задуманные как интегрированные системы [1]. Для эффективной работы таких интеграций требуется определенная база, основанная на механизмах государственного участия в бизнесе и развитой сетевой инфраструктуре.

В сфере энергетики в АПК выделяют два основных типа интегрированных образований [2]. Первый включает создание комплексных бизнес-структур – диверсифицированные промышленные объединения, интегрированные бизнес-группы и деловые сети, стремящиеся к укреплению своих позиций на рынке [3]. Второй тип представляет собой формирование интегрированных структур на основе государственного-частного сотрудничества, таких как технологические платформы, финансово-промышленные группы и энергетические кластеры, направленных на повышение эффективности взаимодействия, стимулирование инноваций и усиление конкурентоспособности. Отдельным элементом государственной политики в области модернизации энергосектора АПК выступает организация инфраструктур партнерства, инновационных комплексов, а также привлечение инвестиций и размещение производства в специализированных пространствах и стратегических зонах – ключевых ресурсах для обновления энергетики.

Проведенное исследование выявило необходимость обновления промышленной политики в отдельных субъектах федерации, включая разработку новых нормативных правовых актов. В результате изучения опыта использования интегрированных подходов и административных инструментов были зафиксированы следующие затруднения:

-во многих случаях недостаточно полно реализуется стратегическое планирование развития промышленности [5] и обновление энергетических объектов (отсутствует общая идея индустриального развития территории, не определен порядок выбора ключевых направлений в энергетике, отсутствуют долгосрочные планы);

-качество управленческих процессов часто остается без должного внимания [6].

Чтобы выявить возможности по решению обозначенных задач в сфере АПК и оценить потенциал обновления энергосистем в российских субъектах федерации, важно выделить ключевые аспекты, влияющие на успешное преобразование:

- наличие современной научно-технической базы [7];
- формирование эффективных взаимосвязей, как официально закрепленных, так и сложившихся естественным образом;
- применение государственной поддержки;
- ведение собственных исследований и разработок.

В контексте экономического спада в России вопросы обновления энергетических объектов приобретают особую актуальность. По нашему мнению, выход из данной ситуации требует устранения ограничений, обнаруженных при анализе российского опыта трансформации производственных мощностей:

-повышение эффективности благодаря стратегическому планированию и управлению, основанному на идее модернизации энергетической отрасли [8].

– повышение эффективности руководства в промышленности достигается за счет обновления учебных планов, организации курсов повышения квалификации и расширения методического обеспечения [9, 10].

– наблюдается укрепление связей в ключевых областях энергетики благодаря созданию объединенных предприятий и развитию моделей государственного и частного сотрудничества.

Вывод. Использование разнообразных стратегий для обновления современных энергетических систем в АПК окажет значительное влияние на увеличение результативности их работы.

Список литературы

1. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
2. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
3. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.
4. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.
5. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике:

ИОП Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.

8. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

9. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

10. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

АБРОСИМОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ, специалист

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
"Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия
(email: AlexStepanch@yandex.ru)

ОБ АНАЛИЗЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ВНУТРИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Статья посвящена анализу некоторых характеристик энергетических характеристик в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: источник энергии, сельскохозяйственная сфера.

При анализе эффективности технологических процессов в АПК важно сопоставить допустимые отклонения значений с их возможным разбросом в рамках рассматриваемой энергетической системы. Хотя общая погрешность при производстве интегральных микросхем может быть определена через анализ максимального значения этого разброса в энергетической системе.

Подобное сравнение редко применяется на практике из-за сложности вычисления суммарной погрешности. Гораздо проще оценить поле рассеяния заданного параметра энергетического модуля во время производства в конкретном энергетическом процессе, опираясь на результаты экспериментов [1, 2].

Для изучения закономерностей изменения параметров в АПК часто используют метод построения гистограмм. Визуальное представление изменчивости производственного процесса обеспечивают графические диаграммы распределения.

Прежде чем создавать визуализацию в виде гистограммы, необходимо собрать информацию о происходящих событиях. В качестве примера рассмотрим управление производством энергетических модулей на одном из предприятий [3, 4].

Остановимся подробнее на методах статистической обработки полученных результатов, если рассматривать соответствующий конкретный случай [5].

В процессе производства изготавливаются энергетические модули. На основании данных реальных измерений характеристик этих модулей из партии деталей, полученных с использованием автоматизированной системы контроля размеров, требуется построить гистограмму, оценить степень разброса показателей [6, 7], вычислить вероятность соответствия заданным допускам.

Кроме того, можно определить вероятность возникновения дефектов (превышения допустимых значений). Для анализа была отобрана партия продукции, состоящая из 200 модулей.

Измерения реальных объемов модулей показали их соответствие диапазону от 19,9 куб.см (наименьший размер) до 21,37 куб.см (самый большой размер). Чтобы эффективно отобразить распределение данных в виде гистограммы, общий диапазон размеров был разделен на 12 равных частей шириной 0,15 куб.см.

Для того, чтобы рассчитать среднее арифметическое концентрации N_{cp} используем формулу (1) [8, 9]:

$$N_{cp} = \sum N_i m_i / \sum m_i, (1)$$

где N_i является средним значением интервала, m_i является частотой попаданий измерений в i -й интервал.

Полигон частотного распределения формируется соединением точек, находящихся посередине верхней границы [8] каждого столбца гистограммы прямой линией.

Форма этого полигона [9] позволяет сделать вывод о том, что наблюдаемое распределение данных статистически сопоставимо с законом нормального распределения [10]. Определение среднеквадратичного отклонения (σ) для изучаемой концентрации примесей заданного размера X требует применения соответствующей формулы

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_{cp} - N_i) m_i}{\sum m_i}}. (2)$$

Таким образом, возникают возможности для того, чтобы провести анализ статистических характеристик внутри энергетических систем в АПК.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
3. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.

4. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.

5. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

7. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.

8. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

9. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

10. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

АВETИCЯН ТAТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, преподаватель

АМИРАСЛАНОВ АРТЁМ АЙВАЗОВИЧ, студент

БАСКАКОВА АНГЕЛИНА АНДРЕЕВНА, студент

БЕЛИКОВА КСЕНИЯ ГЕННАДИЕВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г.Воронеж, Россия

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

(e-mail: tatyana21091999@mail.ru)

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Дается анализ перспектив развития энергетических составляющих в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: энергетика, агропромышленный комплекс.

В рамках системного анализа происходит интеграция различных подходов, что дает возможность эффективно справляться со сложными задачами, где сложно выделить четкую структуру. Примеры применения таких методов существуют и в сфере сельскохозяйственного производства [1, 2].

Этот процесс предполагает выявление сути существующих проблем с участием руководства и персонала предприятий агропромышленного комплекса. Это открывает перспективы для оценки последствий планируемых действий [3]. Благодаря системному анализу можно:

- Находить оптимальные пути выхода из текущих ситуаций.
- Анализировать эффективность применяемых методов и поставленных целей.
- Делать прогнозы относительно возможных изменений ключевых показателей.
- Определять наиболее подходящие стратегии для решения конкретных задач.
- Корректировать параметры функционирования агропромышленных объектов [4, 5].
- Учитывать фактор неопределенности при построении моделей и разработке методик [6, 7]. Математическое моделирование особенно ценно при решении задач, имеющих ясную структуру.

Для оптимизации использования ресурсов агропромышленные организации могут применять алгоритмы линейного, нелинейного и динамического программирования, что позволит эффективно перемещать продукцию. В некоторых случаях возникает необходимость создания резервов материальных средств, после чего проводится анализ товаров с целью удовлетворения спроса в рамках установленных временных рамок. На практике эти задачи актуальны для агропромышленных предприятий, где стремятся к обеспечению непрерывности и результативности производственных процессов. Объем выпускаемой продукции играет важную роль в задачах управления запасами, поэтому критически важно учитывать сроки выполнения заказов [8, 9]. Удовлетворение потребительского спроса обеспечивается за счет имеющихся запасов в течение определенного периода времени, предоставляя возможность формирования резервов для каждого отрезка времени.

Эти методы применимы как в ситуациях с чрезмерным количеством ресурсов, так и при их дефиците. Определение параметров линейных уравнений для решения задач линейного программирования сводится к задаче поиска максимальных и минимальных значений. Аналогичные функции часто встречаются в различных реальных экономических проблемах. Если задачи плохо определены, целесообразно использовать методы, основанные на инструментах поддержки принятия решений [10].

Решения будут идти по шагам:

- обозначается предметная область;
- подаются критерии;
- намечаются цели, связанные с предметной областью;
- проводится поиск методик;
- рассматриваются способы управления;
- определяются множества решений;
- делается пробный запуск;
- происходит переход к общей реализации;
- устраняются разные ошибки;
- происходит окончательная доработка.

Для чего необходима многокритериальность? Она позволяет повысить адекватность. Причем это возможно до описания целей.

Исследователи полагают, что важно не только обеспечить рост количества критериев. Также они должны наилучшим способом описывать искомые цели.

При таких условиях должно быть описание разных достаточно существенных сторон целей. Количество критериев будет минимизировано. То есть стремятся к некоторым компромиссам.

Список литературы

1. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.
2. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.
3. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
4. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.
5. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
7. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.
9. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
10. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.
11. Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ электроэрозийных порошковых материалов из отходов стали P18 / Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, Е. В. Агеева, В. Ю. Карпенко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 23-38. – DOI 10.21869/2223-1528-2022-12-3-23-38. – EDN UWBVNE.
12. Структура и свойства спеченного изделия из порошка, полученного электроэрозией отходов стали P18 / Г. Р. Латыпова, Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, В. А. Стрижеус // Электротехнология. – 2023. – № 10. – С. 34-39. – DOI 10.31044/1684-5781-2023-0-10-34-39. – EDN SRRHNO.

13. Ageeva, E. V. Structure and Properties of Titanium Powder Obtained by Electrodipersion of Vt20 Alloy Waste in Alcohol / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, N. N. Karpenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – Vol. 54, No. 4. – P. 435-443. – DOI 10.1134/S105261882570027X. – EDN OPRUSR.

14. Properties of the Coatings Produced by Plasma–Powder Deposition of an Electroerosion R18 Steel Waste Powder / N. N. Karpenko, G. R. Latypova, R. A. Latypov, L. P. Andreeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 6. – P. 1410-1415. – DOI 10.1134/S0036029524702537. – EDN WLOQXK.

15. Structure and Properties of the Product Sintered from the Powder Produced by Electroerosion of R18 Steel Waste / G. R. Latypova, N. N. Karpenko, R. A. Latypov, V. A. Strizheus // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023, No. 12. – P. 1972-1976. – DOI 10.1134/s0036029523120170. – EDN XCFEXO.

АВETИСЯН ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, преподаватель
БОГОДЕЕВ ДМИТРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
БОНДАРЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
БОХОНЬКО УЛЬЯНА АЛЬБЕРТОВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г. Воронеж, Россия
 Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
 (e-mail: tatyana21091999@mail.ru)

О ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В статье проводятся некоторые исследования энергетических компаний в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: энергетическое предприятие, агропромышленный комплекс.

Для различных агропромышленных комплексов разрабатываются новые модели. Такие аналитические инструменты позволяют внедрять эффективные стратегии и вызывают интерес у специалистов в этой области. Оценка эффективности можно получить с помощью имитационного моделирования [1, 2].

Целью данной работы является исследование ключевых аспектов математического моделирования в агропромышленности. При определении внутренних параметров формируются специфические наборы признаков, которые затем используются при построении моделей [3, 4].

Определяется ряд важных факторов, необходимых для анализа поведения агропромышленных систем. Эти факторы часто реализуются в имитационных моделях [5, 6]. Помимо этого, существуют другие группы показателей, используемые в самоорганизующихся моделях аналогичных систем [7].

Внутри симулируемой среды отсутствуют некоторые важные элементы. Критически значимые параметры будут добавлены в компьютерную программу, исключая их произвольный выбор со стороны ученых. Это позволит создать хорошо организованную саморегулирующуюся модель, основанную на данных наблюдений за сельскохозяйственным производством. Подобным образом соз-

даваемая имитационная модель обычно отличается простотой структуры и не оценивается с точки зрения соответствия реальности.

Несмотря на наличие избыточных параметров, имитационная модель все равно может считаться потенциально достоверной.

При создании имитационной модели сложно выделить ключевые особенности; присутствуют также незначительные атрибуты. В результате, такая модель представляется недостаточно соответствующей действительности.

Имитационные и самоорганизующиеся модели демонстрируют поразительное сходство. Ученые считают имитационную модель вполне подходящей для анализа.

Оценку пригодности моделей (варианты 2 и 4) проводят с использованием независимых показателей. На текущем этапе важным показателем является количество новых методик, способствующих развитию теории агропромышленных комплексов. Это требует применения математического моделирования, которое часто рассматривается как своего рода эксперимент, характерный для естественных наук. Благодаря этому появляется возможность выделить отдельное направление исследований со своими особенностями и методиками. Обсуждать общие достоинства моделей, позволяющие оценить их соответствие реальности, непросто. Сегодня большое внимание уделяется исследованию методов оценки математических моделей.

При оценке агропромышленных комплексов необходимо учитывать ряд факторов, позволяющих выявить геологические и практические характеристики используемых моделей. Исходя из этого, следует различать адекватность модели как таковую (которая выражается в точности отражения ее структуры и принципов работы) и её пригодность к применению (то есть способности использоваться для прогнозов, принятия управленческих решений и т.п.). Такое деление обусловлено различиями в подходах к созданию моделей, зависящими от типов данных и целей моделирования.

При этом учитывая возможность классификации всех математических моделей по четырем основным направлениям – словесному, функциональному, схематичному и имитационному – второй тип имеет лишь относительную ценность с точки зрения практического использования.

Список литературы

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

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

3. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.

4. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.

5. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

6. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

7. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.

8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

9. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

10. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

11. Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ электроэрозионных порошковых материалов из отходов стали P18 / Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, Е. В. Агеева, В. Ю. Карпенко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 23-38. – DOI 10.21869/2223-1528-2022-12-3-23-38. – EDN UWVNE.

12. Структура и свойства спеченного изделия из порошка, полученного электроэрозией отходов стали P18 / Г. Р. Латыпова, Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, В. А. Стрижеус // Электротехнология. – 2023. – № 10. – С. 34-39. – DOI 10.31044/1684-5781-2023-0-10-34-39. – EDN SRRHNO.

13. Ageeva, E. V. Structure and Properties of Titanium Powder Obtained by Electrodispersion of Vt20 Alloy Waste in Alcohol / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, N. N. Karpenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – Vol. 54, No. 4. – P. 435-443. – DOI 10.1134/S105261882570027X. – EDN OPRUSR.

14. Properties of the Coatings Produced by Plasma–Powder Deposition of an Electroerosion R18 Steel Waste Powder / N. N. Karpenko, G. R. Latypova, R. A. Latypov, L. P. Andreeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 6. – P. 1410-1415. – DOI 10.1134/S0036029524702537. – EDN WLOQXK.

15. Structure and Properties of the Product Sintered from the Powder Produced by Electroerosion of R18 Steel Waste / G. R. Latypova, N. N. Karpenko, R. A. Latypov, V. A. Strizheus // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023, No. 12. – P. 1972-1976. – DOI 10.1134/S0036029523120170. – EDN XCFEXO.

АВETИCЯН ТAТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, преподаватель

ЗЕНИЦЕВА АЛЛА ВАЛЕРЬЕВНА, студент

ЕФРЕМОВА ВАЛЕРИЯ ВИКТОРОВНА, студент

Колледж Воронежского института высоких технологий, г. Воронеж, Россия

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия

(e-mail: tatyana21091999@mail.ru)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОДДЕРЖКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В работе анализируются проблемы, связанные с поддержкой энергетических ресурсов в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: энергетический ресурс, сельское хозяйство.

С точки зрения государственного развития сельского хозяйства и пищевой промышленности в экономике энергетические ресурсы представляются важным элементом [1, 2]. Увеличение производства электроэнергии напрямую зависит от роста численности жителей, а также оказывает воздействие на экологию благодаря установкам по её производству [3, 4]. Постепенное старение оборудования и снижение эффективности работы приводят к необходимости поиска путей модернизации энергетических систем у специалистов. Использование технологий «умной» энергетики может стать одним из перспективных решений в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, способных смягчить существующие трудности.

Разработка данной технологии велась рядом организаций, включая IEEE, IEC, европейскую технологическую платформу и министерство энергетики. Эта технология может применяться на разных предприятиях.

В современных системах автоматизации и распределения энергии предполагается их тесная взаимосвязь, способность к адаптации и восстановлению, а также совместное управление электрическими и информационными компонентами [5,6]. Ключевыми факторами, способствующими широкому использованию интеллектуальных энергосистем, являются безопасность электроснабжения, экологическая ответственность и расширение потенциала внутреннего рынка.

Современные сети обеспечивают надежную доставку электроэнергии благодаря автоматизации и системам контроля, основанным на информационном управлении. Развитие внутреннего спроса и конкурентная среда позволят предложить разнообразные услуги и снизить стоимость электроэнергии за счет различных предпочтений.

К ключевым достоинствам современных автоматизированных энергосистем относятся:

-Обеспечение электроэнергией стабильного качества и высокой надёжности.

-Создание мощной системы защиты информации от несанкционированного доступа.

-Сокращение пиковых нагрузок и общего объема используемой энергии.
-Минимизация выбросов вредных веществ в атмосферу и снижение концентрации парниковых газов.

-Снижение затрат на обслуживание и текущие расходы.

Для каждого региона необходимо анализировать потенциал использования разнообразных способов генерации энергии, поддерживать распределённые нагрузки, эффективно использовать природные ресурсы и развивать гибкие сети [7, 8].

Формирование интеллектуальных электросетей должно основываться на понимании того, что:

-современная экономика напрямую зависит от их функционирования,
-использование разнообразных источников энергии требует эффективного управления ими,
-доступ к энергии позволяет значительно улучшить качество жизни людей,
-объема имеющихся ресурсов должно хватать для обеспечения потребностей общества в энергии [9, 10].

Список литературы

1. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.
2. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
3. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
4. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.
5. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.
6. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.
7. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
8. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.
9. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
10. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы

25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

11. Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ электроэрозионных порошковых материалов из отходов стали P18 / Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, Е. В. Агеева, В. Ю. Карпенко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 23-38. – DOI 10.21869/2223-1528-2022-12-3-23-38. – EDN UWVNE.

12. Структура и свойства спеченного изделия из порошка, полученного электроэрозией отходов стали P18 / Г. Р. Латыпова, Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, В. А. Стрижеус // Электротехнология. – 2023. – № 10. – С. 34-39. – DOI 10.31044/1684-5781-2023-0-10-34-39. – EDN SRRHNO.

13. Ageeva, E. V. Structure and Properties of Titanium Powder Obtained by Electrodipersion of Vt20 Alloy Waste in Alcohol / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, N. N. Karpenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – Vol. 54, No. 4. – P. 435-443. – DOI 10.1134/S105261882570027X. – EDN OPRUSR.

14. Properties of the Coatings Produced by Plasma-Powder Deposition of an Electroerosion R18 Steel Waste Powder / N. N. Karpenko, G. R. Latypova, R. A. Latypov, L. P. Andreeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 6. – P. 1410-1415. – DOI 10.1134/S0036029524702537. – EDN WLOQXK.

15. Structure and Properties of the Product Sintered from the Powder Produced by Electroerosion of R18 Steel Waste / G. R. Latypova, N. N. Karpenko, R. A. Latypov, V. A. Strizheus // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023, No. 12. – P. 1972-1976. – DOI 10.1134/S0036029523120170. – EDN XCFEXO.

БУГАЙ ДИАНА ЕВГЕНЬЕВНА, студент
БАКУЛИНА НАТАЛЬЯ БОРИСОВНА, студент
ДРОЖЖИНА МАРИЯ НИКОЛАЕВНА, студент
Научный руководитель –
МАТВЕЕВА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА, к.т.н., доцент
ti-matveeva@mail.ru
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

РАЗВИТИЕ МАЛЫХ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Данная статья рассматривает перспективы и преимущества использования малых ветроэлектростанций (ВЭС) для обеспечения ферм энергией. Приводится анализ преимуществ и недостатков использования ветроэнергетики в сельском хозяйстве, рассматриваются возможные модели ветрогенераторов данного сегмента.

Ключевые слова: малые ветроэлектростанции, ВЭС, возобновляемые источники энергии, альтернативная энергетика, фермерские хозяйства, автономное энергоснабжение

Традиционные источники энергии имеют ограниченные запасы, поэтому так важно использовать альтернативную энергетику [1].

В рассматриваемой статье речь пойдет о ветроэнергетике. Она играет значительную роль в формировании устойчивого развития агропромышленного комплекса (АПК).

Фермерские хозяйства традиционно испытывают потребность в надежных источниках энергоснабжения, поскольку большинство сельскохозяйственных процессов зависят от бесперебойного предоставления электроэнергии. Однако традиционные методы энергоснабжения зачастую оказываются недостаточно эффективными и экономически оправданными, особенно для удаленных сельских территорий.

Альтернативой традиционным источникам энергии становятся небольшие ветроэлектростанции (ВЭС). Они обеспечивают получение дешевой и экологически чистой энергии непосредственно на месте потребления, снижая расходы на покупку топлива и повышая уровень автономности сельского хозяйства. Установка ВЭС происходит на территории фермерского хозяйства, на пастбищах или на полях. Для снабжения электрической энергией изолированного потребителя, предусматривается сооружение ветроэлектрической установки (ВЭУ) малой (до 100 кВт) мощности [2, 3]. Имеют относительно небольшие ветроагрегаты мощностью от 1 кВт до 1 МВт (табл. 1). Такие агрегаты отличаются простотой конструкции (рис.1), мобильностью и возможностью быстрой адаптации к местным условиям. Малые ветроэлектростанции способны эффективно функционировать даже при слабых воздушных потоках.

Таблица 1 - Мощности автономных малых ВЭС с потенциальными потребителями энергии

Мощность, кВт	Потребители
0,5 – 10	частные хозяйства, дачные и сельские дома
10 – 100	жилые дома, малые предприятия, предприятия АПК
100 – 1000	поселки и малые населенные пункты, небольшие производственные комплексы

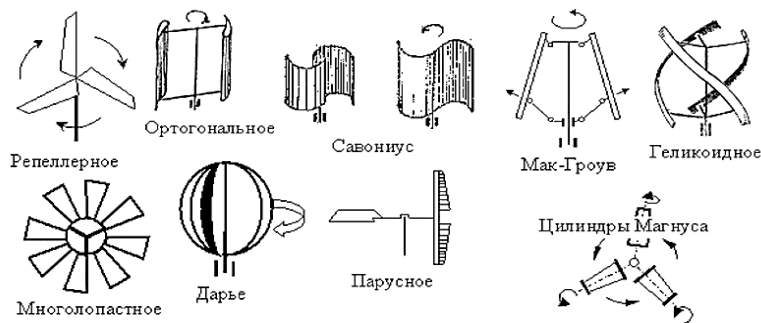


Рисунок 1 – Типы ветроколес [3-6]

Для того чтобы электрический ток попал потребителю он должен пройти следующий цикл: от ветрогенератора ток попадает в контроллер, там переменный ток конвертируется в постоянный, а затем он попадает на аккумуляторы, где происходит его хранение. Потом передается через инвертор, трансформируя постоянный ток в переменный уже в сеть потребителю (рис.2). Таким образом происходит сглаживание нестабильного напряжения и происходит аккумуляция энергии при отсутствии ее потребления.

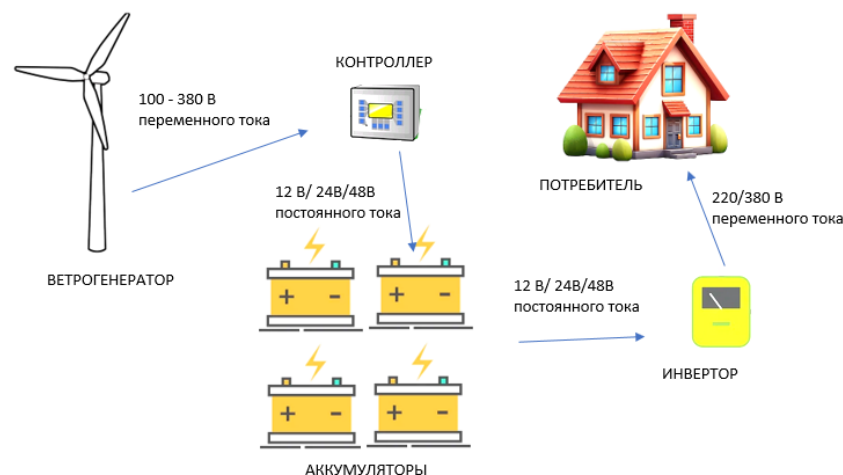


Рисунок 2 – Принцип работы автономной малой ВЭС [1-3, 5]

Использование малых ВЭС имеет ряд достоинств для АПК:

- автономность и независимость от централизованных электросетей.
- доступность и дешевизна вырабатываемой энергии;
- минимальное воздействие на окружающую среду;
- увеличение конкурентоспособности продукции за счет экономии на энергозатратах;

Недостатки при внедрении малых ВЭС:

- наличие стабильно высоких скоростей ветра для эффективной работы станции;
- первоначальные инвестиции в оборудование и монтаж;
- сервисное обслуживание;
- срок окупаемости.

Гибридный тип ВЭС можно совмещать с солнечными батареями, что позволяет в свою очередь не только получать электроэнергию, но и обогревать теплицы, помещения животноводческих ферм и жилые дома, при этом значительно сэкономить [2, 3, 7].

Развитие малых ВЭС имеет значительный интерес как для частных, так и для фермерских хозяйств, стимулируя повышение энергетической самостоятельности

сти, снижению экологического ущерба и созданию новых возможностей для устойчивого экономического роста.

Список литературы

1. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С. Н. Удалов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 459 с. — ISBN 978-5-7782-2467-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118097> (дата обращения: 15.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Муравлева, Е. А. Эффективность электроснабжения фермерского дома на основе ветро-электрической установки малой мощности / Е. А. Муравлева, С. П. Рудобахта // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". — 2013. — № 1(57). — С. 24-27. — EDN TEFWOZ.
3. Бакштанин, А. М. Расчет основных энергетических и конструктивных параметров ветроэлектрической установки / А. М. Бакштанин, Т. И. Матвеева, С. А. Соколова. — Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2020. — 71 с. — ISBN 978-5-6044861-5-3. — EDN DQYYSF.
4. Optimizing neural network model performance for wind energy forecasting / D. Karlov, I. Prokazov, A. Bakshtanin [et al.] // International Review on Modelling and Simulations. — 2021. — Vol. 14, No. 3. — P. 185-193. — DOI 10.15866/iremos.v14i3.19890. — EDN ZCSGRD.
5. Шишкин, Н. Д. Анализ направлений повышения конкурентоспособности конструкций энергоэффективных ветроэнергоустановок различных типов / Н. Д. Шишкин, Р. А. Ильин // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2017. — № 2(64). — С. 42-50. — EDN ZTXBBP.
6. Evaluation of the economic profitability of using renewable energy sources in agro-industrial companies / D. Syromyatnikov, V. Druzyanova, A. Beloglazov [et al.] // International Journal of Renewable Energy Development. — 2021. — Vol. 10, No. 4. — P. 827-837. — DOI 10.14710/IJRED.2021.37908. — EDN SMSWRO.
7. Бакштанин, А. М. Развитие возобновляемых источников энергии в странах Евросоюза / А. М. Бакштанин, И. В. Глазунова, Т. И. Матвеева // Научные исследования и инновации : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Саратов, 14 февраля 2021 года. — Саратов: НОО «Цифровая наука», 2021. — С. 13-17. — EDN RMIJRO.

ДУБРОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, студент
ВОЛКОВ РУСЛАН ОЛЕГОВИЧ, студент

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В статье рассмотрены особенности применения ветроэнергетических установок (ВЭУ) малой мощности в сельских и удалённых территориях. Проанализированы конструктивные схемы, принципы работы и области эффективного использования ветроустановок в агропромышленном комплексе. Рассмотрены преимущества децентрализованного энергоснабжения, экономические аспекты внедрения и перспективы развития малой ветроэнергетики в России.

Ключевые слова: ветроэнергетика, малая мощность, возобновляемые источники энергии, сельские территории, автономное электроснабжение, эффективность.

Введение

Сельские и отдалённые районы России нередко испытывают трудности с обеспечением надёжного электроснабжения. Протяжённость сетей, низкая плотность населения и высокая стоимость строительства линий электропередачи делают централизованное энергоснабжение экономически нецелесообразным.

Одним из эффективных решений является внедрение ветроэнергетических установок малой мощности (ВЭУ ММ), обеспечивающих автономное или резервное электроснабжение объектов агропромышленного комплекса — ферм, теплиц, насосных станций и жилых домов [1].

1. Классификация и конструктивные особенности ветроустановок

По типу ротора ВЭУ подразделяются на:

1. установки с горизонтальной осью вращения, обладающие высоким КПД, но требующие ориентации по направлению ветра;
2. установки с вертикальной осью вращения, устойчивые к порывистым ветрам и не требующие систем слежения за ветром.

Для сельских районов чаще применяются установки вертикального типа мощностью 1–20 кВт, отличающиеся простотой обслуживания и надёжностью при эксплуатации в сложных климатических условиях [2].

Современные малые ВЭУ оснащаются:

1. генераторами с постоянными магнитами;
2. системами выпрямления и стабилизации напряжения;
3. аккумуляторными батареями и контроллерами заряда;
4. возможностью интеграции с солнечными панелями в гибридных энерго-системах.

2. Условия применения ВЭУ на сельских территориях

Эффективность работы ветроустановки зависит от ветрового потенциала региона. Оптимальными считаются скорости ветра 4–6 м/с. В России такие усло-

вия характерны для южных степных регионов, побережий морей, а также для равнинных территорий Сибири и Дальнего Востока [3].

Для сельских районов характерно использование ВЭУ в следующих направлениях:

1. обеспечение энергией насосных станций и систем водоснабжения;
2. электроснабжение животноводческих комплексов и теплиц;
3. резервирование систем связи, видеонаблюдения и охраны;
4. освещение и бытовые нужды фермерских хозяйств.

Применение ВЭУ способствует повышению энергетической независимости сельских объектов и снижению эксплуатационных затрат на электроэнергию.

3. Экономические аспекты внедрения малой ветроэнергетики

Основным преимуществом малых ветроустановок является низкая стоимость эксплуатации и долговечность оборудования. Средний срок службы ротора и генератора составляет 15–20 лет при минимальных затратах на обслуживание.

По данным отечественных исследований, установка ветроагрегата мощностью 5 кВт окупается в течение 5–7 лет при условии круглогодичного использования. Экономическая эффективность повышается при комбинировании ветроэнергетики с солнечными панелями или дизель-генераторами в составе гибридных систем [1].

Ключевыми факторами рентабельности являются:

1. уровень ветровой активности региона;
2. стоимость оборудования и монтажа;
3. наличие аккумуляторных систем хранения энергии;
4. степень автоматизации и удалённого контроля.

Современные ветроэнергетические установки малой мощности оснащаются системами автоматического контроля и дистанционного мониторинга. Внедрение технологий Интернета вещей (IoT) позволяет отслеживать параметры работы в режиме реального времени, что повышает надёжность эксплуатации и снижает вероятность отказов.

Перспективным направлением развития является создание гибридных энергоустановок, сочетающих ветровые, солнечные и аккумуляторные модули. Такие системы обеспечивают стабильное питание даже при отсутствии ветра и минимизируют необходимость ручного управления [3].

Государственные программы по развитию возобновляемой энергетики способствуют внедрению малых ВЭУ в сельских регионах, где централизованное электроснабжение отсутствует или экономически нецелесообразно.

Заключение

Ветроэнергетические установки малой мощности являются эффективным инструментом обеспечения энергетической автономии сельских территорий. Они позволяют снизить зависимость от централизованных сетей, повысить устойчивость работы предприятий агропромышленного комплекса и улучшить качество жизни в удалённых населённых пунктах.

Развитие отечественного производства ветроустановок, внедрение гибридных систем и совершенствование нормативной базы создают предпосылки для дальнейшего роста сектора малой ветроэнергетики в России.

Список литературы

1. Тарасов С. В. *Малая ветроэнергетика: проблемы и пути решения*. // CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/malaya-vetroenergetika-problemy-i-puti-resheniya>
2. Ефимов А. В. *Сделано в России! Ветроэнергетические установки с вертикальной осью вращения мощностью 1–100 кВт для потребителей*. // CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sdelano-v-rossii-vetroenergeticheskie-ustanovki-s-vertikalnoy-osyu-vrascheniya-moschnostyu-1-100-kvt-dlya-potrebiteley>
3. Ивашко Н. П. *Ветроэнергетическая установка для автономного электротехнического комплекса малой мощности*. // CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vetroenergeticheskaya-ustanovka-dlya-avtonomnogo-elektrotehnicheskogo-kompleksa-maloy-moschnosti>

ДУБРОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, студент
ВОЛКОВ РУСЛАН ОЛЕГОВИЧ, студент

КОМБИНАЦИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И LI-ION АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТЯЖЁЛОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассмотрены особенности применения гибридных систем накопления энергии, сочетающих суперконденсаторы и литий-ионные аккумуляторы, для питания тяжёлой техники при нестабильном электроснабжении. Проанализированы принципы совместной работы накопителей, их преимущества и ограничения, а также даны рекомендации по применению в мобильных и автономных энергосистемах. Отдельное внимание уделено вопросам управления потоками мощности, продлению срока службы аккумуляторов и повышению энергоэффективности систем.

Ключевые слова: суперконденсатор, литий-ионный аккумулятор, гибридный накопитель энергии, временное электроснабжение, тяжёлая техника, энергетическая эффективность, автономные системы.

Введение

Современная тяжёлая техника — строительные машины, карьерные самосвалы, сельскохозяйственные агрегаты — всё чаще функционирует в условиях временного или неустойчивого электроснабжения. В таких условиях требуется надёжный источник энергии, способный обеспечить высокие пусковые токи и устойчивую работу электрооборудования.

Классические аккумуляторные батареи не всегда способны эффективно покрывать кратковременные пиковые нагрузки, что приводит к ускоренному износу и снижению ресурса. Решением этой проблемы является комбинация суперконденсаторов и литий-ионных аккумуляторов в единой гибридной системе накопления энергии (Hybrid Energy Storage System, HESS) [1].

Такой подход позволяет использовать преимущества обоих типов накопителей — высокую энергоёмкость Li-ion аккумуляторов и высокую мощность суперконденсаторов.

1. Принципы построения гибридных систем накопления энергии

Гибридные накопители энергии (HESS) представляют собой электрическую систему, в которой суперконденсаторы и аккумуляторы подключены параллельно или последовательно через силовую электронику.

Основные схемы подключения:

1. параллельная, при которой каждый накопитель подключён к общей шине через DC/DC-преобразователь;
2. последовательная, когда суперконденсатор сглаживает колебания напряжения аккумулятора;
3. гибридная, включающая интеллектуальное управление распределением мощности.

В системах питания тяжёлой техники параллельная архитектура применяется чаще всего, поскольку она обеспечивает независимое управление током и напряжением каждой подсистемы [2].

Суперконденсаторы принимают на себя кратковременные пиковые нагрузки, снижая токи разряда Li-ion батарей и тем самым увеличивая срок их службы.

2. Совместная работа суперконденсаторов и Li-ion аккумуляторов

В гибридных системах выполняется энергетическое разделение функций:

1. Li-ion аккумуляторы обеспечивают долговременное питание при постоянной нагрузке;
2. суперконденсаторы обеспечивают кратковременные импульсные нагрузки и рекуперацию энергии при торможении или спаде мощности.

В системах временного электроснабжения тяжёлой техники (например, при работе дизель-электрических экскаваторов или буровых установок) суперконденсаторы эффективно компенсируют пусковые токи, возникающие при запуске электродвигателей и насосов [3].

Эксперименты показывают, что комбинированная система позволяет:

1. снизить пиковые токи аккумуляторов на 20–40 %;
 2. увеличить срок службы Li-ion батарей в 1,5–2 раза;
 3. уменьшить энергетические потери при переходных процессах.
- #### 3. Преимущества использования гибридных накопителей

Основные преимущества применения комбинации суперконденсаторов и Li-ion аккумуляторов в тяжёлой технике:

1. Высокая надёжность электроснабжения — суперконденсаторы обеспечивают мгновенную отдачу энергии при пуске двигателей и кратковременных нагрузках.
2. Увеличение срока службы аккумуляторов за счёт снижения термических и электрических перегрузок.
3. Энергоэффективность — оптимизация режимов работы позволяет сократить потери на 10–15 %.

4. Гибкость управления — интеллектуальные DC/DC-конвертеры автоматически регулируют долю участия каждого накопителя.

5. Рекуперация энергии при торможении или спаде нагрузки, что особенно актуально для карьерных самосвалов и экскаваторов.

Такие преимущества делают гибридные системы перспективными для мобильных установок, функционирующих в условиях временного электроснабжения.

4. Управление гибридными накопителями

Для эффективной работы системы требуется алгоритм распределения потоков мощности между накопителями. Обычно применяются три подхода:

1. по напряжению, когда суперконденсатор реагирует на быстрые изменения напряжения сети;
2. по мощности, где управление основано на ограничении тока аккумулятора;
3. по энергии, предусматривающее динамическое перераспределение заряда между накопителями.

На практике используется комбинированный метод, при котором контроллер анализирует ток, напряжение и состояние заряда обоих накопителей в реальном времени [2].

Эта стратегия позволяет поддерживать стабильное питание оборудования и предотвращать глубокие разряды аккумуляторов при кратковременных пиках нагрузки.

5. Применение в условиях временного электроснабжения

Тяжёлая техника, эксплуатирующаяся в удалённых районах (строительство, горнодобыча, нефтегазовая отрасль), часто питается от временных дизель-генераторов или мобильных подстанций.

В таких условиях гибридные системы на основе Li-ion аккумуляторов и суперконденсаторов обеспечивают:

1. устойчивое электропитание при неравномерной нагрузке;
2. сглаживание колебаний напряжения;
3. возможность кратковременной автономной работы без генератора.

Кроме того, использование суперконденсаторов позволяет повысить эффективность рекуперации энергии, что особенно важно при циклической работе техники (подъём–спуск, старт–останов).

Заключение

Комбинация суперконденсаторов и литий-ионных аккумуляторов представляет собой перспективное направление в развитии автономных энергетических систем для тяжёлой техники. Совместное использование накопителей различных типов позволяет повысить надёжность, эффективность и долговечность оборудования, а также снизить эксплуатационные затраты.

Внедрение таких систем в энергетическое обеспечение временных и мобильных объектов способствует формированию новых стандартов энергоэффективности в промышленности и АПК.

Список литературы

1. Волков В. Н. *Исследование суперконденсаторов в гибридных источниках энергии электротранспорта* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-superkondensatorov-v-gibridnyh-istochnikah-energii-elektrotransporta>

2. Малышев А. Ю. *Исследование гибридных систем накопления энергии на основе суперконденсаторов и электрохимических накопителей* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gibridnyh-sistem-nakopleniya-energii-na-osnove-superkondensatorov>

3. Носкин Г. В. *Гибридный накопитель электрической энергии на основе литий-ионных аккумуляторов и блоков суперконденсаторов для систем электроснабжения* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gibridnyy-nakopitel-elektricheskoy-energii-na-osnove-litiiy-ionnyh-akkumulyatorov-i-blokov-superkondensatorov-dlya-sistem>

ДУБРОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, студент
ВОЛКОВ РУСЛАН ОЛЕГОВИЧ, студент

ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ, ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

В статье рассматриваются возможности построения полного цикла энергоснабжения на основе сочетания трёх возобновляемых источников — солнечных панелей, геотермальных тепловых насосов и биогазовых установок. Проанализированы принципы интеграции систем, их энергетическое взаимодействие, преимущества и ограничения. Особое внимание уделено вопросам круглогодичного энергоснабжения, балансировке тепловых и электрических нагрузок, а также практическим примерам использования комбинированных систем в сельском хозяйстве и коммунальном хозяйстве.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечные панели, геотермальные тепловые насосы, биогазовые установки, комбинированное энергоснабжение, автономные системы.

Введение

Современные требования к энергетической безопасности и экологичности стимулируют развитие комплексных систем энергоснабжения, использующих несколько видов возобновляемых источников энергии. Наиболее перспективным направлением является создание полного цикла энергоснабжения, в котором сочетаются солнечные панели, геотермальные тепловые насосы и биогазовые установки [1].

Такой подход позволяет обеспечить автономность, устойчивость и гибкость работы энергетических комплексов, особенно в сельских районах и на промышленных объектах с переменными нагрузками. Комбинированные системы позволяют получать электроэнергию, тепло и топливо, что обеспечивает энергетическую самодостаточность предприятия.

1. Концепция полного цикла энергоснабжения

Под «полным циклом» понимается комплекс технологий, обеспечивающих все основные потребности объекта — электроэнергию, отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и утилизацию отходов.

Солнечные панели (фотоэлектрические установки) преобразуют солнечную радиацию в электрическую энергию, покрывая дневные пики потребления. Геотермальные тепловые насосы (ГТН) используют тепло грунта или подземных вод для отопления и охлаждения зданий. Биогазовые установки перерабатывают органические отходы в метан и тепло, обеспечивая круглосуточную работу системы даже при отсутствии солнца.

Совмещение этих трёх технологий позволяет создать энергоцентр с замкнутым циклом, где все виды энергии взаимосвязаны и дополняют друг друга [2].

2. Энергетическое взаимодействие систем

Энергетический баланс комбинированной системы строится по принципу распределения функций: солнечные панели вырабатывают электроэнергию в дневные часы; часть её направляется на питание компрессоров тепловых насосов и насосного оборудования биогазовой установки; биогазовая станция обеспечивает генерацию тепла и электроэнергии в ночные часы или в пасмурную погоду; геотермальный контур выступает как аккумулятор тепла, обеспечивая равномерную нагрузку в течение года.

Такое взаимодействие обеспечивает стабильность электроснабжения и теплового баланса, а также минимизирует использование внешних источников энергии [3].

3. Преимущества интегрированных систем

Интеграция солнечных, геотермальных и биогазовых технологий обеспечивает следующие преимущества:

1. Круглогодичное энергоснабжение — солнечная энергия покрывает летние потребности, а биогаз и геотермия — зимние.
2. Сокращение выбросов парниковых газов за счёт использования органических отходов и отказа от ископаемого топлива.
3. Энергоэффективность — использование вторичных ресурсов и рекуперации тепла позволяет повысить общий КПД до 80–90 %.
4. Экономическая устойчивость — собственная генерация снижает зависимость от сетевых тарифов и внешнего топлива.
5. Гибкость и масштабируемость — системы могут быть адаптированы под фермы, тепличные комплексы или поселения.

В ряде регионов России реализованы пилотные проекты, демонстрирующие снижение эксплуатационных затрат на 25–30 % по сравнению с традиционными системами [1].

4. Технические аспекты интеграции

Эффективность полного цикла энергоснабжения зависит от согласования мощности всех подсистем. Для оптимизации применяются интеллектуальные системы управления энергопотоками, обеспечивающие: автоматическое переключение режимов между солнечными, геотермальными и биогазовыми источ-

никами; мониторинг параметров генерации и накопления энергии; прогнозирование потребления в зависимости от погодных условий и сезона.

Современные SCADA-платформы позволяют объединять данные от солнечных инверторов, тепловых насосов и газогенераторов в единую сеть управления, что повышает надёжность и прозрачность функционирования энергокомплекса [2].

5. Перспективы применения

Комплексные энергоцентры на основе возобновляемых источников особенно перспективны для сельского хозяйства — ферм, тепличных хозяйств, перерабатывающих предприятий; туристических и рекреационных объектов, удалённых от централизованных сетей; жилищных комплексов и коттеджных посёлков, стремящихся к энергетической автономии.

Развитие нормативной базы, субсидий на установку тепловых насосов и систем ВИЭ создаёт предпосылки для более широкого внедрения подобных комплексов в России [3].

Заключение

Создание полного цикла энергоснабжения на основе солнечных панелей, геотермальных тепловых насосов и биогазовых установок является важным направлением развития децентрализованной энергетики. Интеграция трёх технологий позволяет обеспечить энергетическую независимость, экологичность и экономическую устойчивость объектов различного назначения.

Дальнейшее совершенствование алгоритмов управления и расширение отечественного производства оборудования обеспечат более широкое применение подобных систем в России и странах с аналогичными климатическими условиями.

Список литературы

1. Баранов П. В. Исследование перспектив использования возобновляемых источников энергии в биогазовых установках // CyberLeninka — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-perspektiv-ispolzovaniya-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-v-biogazovyh-ustanovkah>
2. Соколов И. А. План действий и стратегия внедрения возобновляемой энергетики // CyberLeninka — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/plan-deystviya-i-strategiya-vnedreniya-vozobnovlyaemoy-energetiki>
3. Климов Н. С. Гибридные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии // CyberLeninka — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gibridnye-sistemy-elektrosnabzheniya-na-vozobnovlyaemyh-istochnikah-energii>

КАТАЕВА ПРИНА АЛЕКСАНДРОВНА, магистрант,
Научный руководитель —
ЛУНИНА ТАТЬЯНА АРКАДЬЕВНА, к.э.н., доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, Россия
(e-mail: lunina@stu.ru)

К ВОПРОСУ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ И РИСКОВ ПРИ ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ДИРЕКЦИИ ПО ТЕПЛОДОСНАБЖЕНИЮ РЖД

Статья посвящена проблемам и рискам, связанным с заменой оборудования котельных в Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД. Рассмотрены основные трудности, такие как устаревшая инфраструктура, сложные климатические условия, дефицит квалифицированных кадров, логистические и финансовые ограничения. Выделены ключевые риски, включая увеличение сроков реализации проектов, снижение надежности системы, превышение бюджета и экологические угрозы, а также предложены решения для минимизации рисков.

Ключевые слова: Дальневосточная дирекция по тепловодоснабжению, РЖД, замена оборудования котельных, модернизация котельных, проблемы теплоснабжения, риски при модернизации, энергоэффективное оборудование, климатические условия Дальнего Востока

Одной из важнейших задач организаций, занимающихся тепловодоснабжением является необходимость дальнейшего существенного улучшения технико-экономических показателей работы оборудования. Актуальность темы обусловлена необходимостью решения технических, экономических, экологических и социальных задач, связанных с модернизацией котельных. Цель статьи — выявить основные проблемы и риски, связанные с заменой оборудования котельных в Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД, и предложить эффективные решения для их минимизации.

Дальневосточная дирекция по тепловодоснабжению РЖД (далее ДТВ) играет ключевую роль в обеспечении тепловой и водоснабжающей инфраструктуры для объектов железнодорожного транспорта на Дальнем Востоке. Замена оборудования котельных является важным этапом модернизации, однако этот процесс сталкивается с рядом проблем, обусловленных спецификой региона [1,6].

Проблем при замене оборудования котельных существует большое множество, крупным и выделим ключевые из них:

1. Износ существующей инфраструктуры.

Большинство котельных в Дальневосточном регионе эксплуатируются длительное время, что приводит к значительному износу оборудования и вспомогательных систем (трубопроводов, систем автоматизации, зданий). На 2023 год в ведении Дальневосточной дирекции находится 120 котельных, из которых

80% эксплуатируются более 30 лет. Это требует дополнительных затрат на реконструкцию.

2. Сложные климатические и географические условия.

Суровый климат Дальнего Востока (экстремально низкие температуры, высокая влажность) и удаленность объектов усложняют процесс модернизации и предъявляют повышенные требования к оборудованию[2].

3. Дефицит квалифицированных специалистов.

В регионе наблюдается нехватка кадров, способных выполнять монтаж, наладку и обслуживание современного оборудования, что может привести к ошибкам и увеличению сроков реализации проектов.

4. Логистические сложности.

Удаленность региона и недостаточно развитая транспортная инфраструктура увеличивают сроки поставки оборудования и материалов, а также их стоимость[7].

5. Финансовые ограничения.

Наличие ограниченного бюджета может привести к покупке менее качественного оборудования в рамках экономии средств или сокращению объема работ, что снижает эффективность модернизации в долгосрочной перспективе.

6. Соблюдение экологических требований и норм.

Необходимость соблюдать строгие экологические нормы требует внедрения современных и инновационных технологий, что увеличивает стоимость проектов.

Таким образом, на основании вышеуказанных проблем часто возникают риски, которые существенно могут повлиять на осуществление прочих видов деятельности организации, а также эффективность её проектов, кроме того, они мешают осуществлять своевременную замену оборудования котельных на Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению [3]. К основным рискам относят:

1. Срыв сроков реализации проектов. Задержки в поставках оборудования, сложности с согласованием проектов и нехватка кадров могут привести к нарушению графиков ввода объектов в эксплуатацию.

2. Снижение надежности теплоснабжения. Ошибки при выборе оборудования или его монтаже могут привести к аварийным ситуациям и перебоям в теплоснабжении, что особенно критично в условиях низких температурных режимов.

3. Превышение бюджета. Порой непредвиденные расходы, связанные с реконструкцией инфраструктуры или устранением ошибок, могут значительно увеличить стоимость проекта.

4. Экологические риски. Использование устаревших технологий или некачественного оборудования может привести к увеличению выбросов вредных веществ и нарушению экологических норм[5].

На основании вышеуказанных проблем и возникающих рисков, обобщим мероприятия и решения по снижению рисков.

1. Комплексное планирование и проектирование.

Проведение детального аудита существующих котельных, разработка проектов с учетом климатических особенностей и требований энергоэффективности. Также стоит отметить, что в 2023 году ДТВ обеспечила тепловой энергией объекты общей площадью 1,5 млн квадратных метров. За 2023 год зафиксировано 15 аварий на котельных, что на 10% меньше, чем в 2022 году, благодаря началу модернизации [1].

2. Использование современных технологий.

Внедрение энергоэффективного оборудования, в частности такого как конденсационные котлы, тепловые насосы и системы автоматизации, которые снижают затраты на эксплуатацию и повышают надежность [4]. В 2023 году внедрение энергоэффективного оборудования на ДТВ позволило снизить энергопотребление на 15% по сравнению с 2022 годом [2].

3. Обучение и привлечение специалистов в отрасль. Организация обучения для сотрудников Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД и привлечение специалистов из других регионов для выполнения сложных работ.

4. Оптимизация логистики. Заключение долгосрочных контрактов с поставщиками оборудования и материалов, а также создание стратегических запасов для минимизации издержек.

5. Поэтапная реализация проектов ДТВ. Разделение работ на этапы, что позволяет снизить финансовую нагрузку и оперативно устранять возникающие проблемы.

6. Контроль качества на всех этапах работ, включая приемку оборудования, монтаж и пусконаладочные работы.

7. Экологическая ответственность. Использование экологически чистых технологий и материалов, а также регулярный мониторинг выбросов для минимизации воздействия на окружающую среду. Необходимо осуществлять перевод котельных на более экологически чистые виды топлива, повышать эффективность сжигания топлива, внедрять электроотопление, а также ликвидировать малодеятельные угольные котельные. Кроме того, проводить реконструкцию и строительство действующего и внедрение нового пылегазоулавливающего оборудования.

Успешная замена оборудования котельных в Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД позволит повысить надежность теплоснабжения, снизить эксплуатационные затраты и улучшить экологическую ситуацию. Для достижения этих целей необходимо комплексное решение проблем, включающее современные технологии, грамотное планирование и эффективное управление ресурсами[8].

Таким образом, подводя итоги можно сказать, что модернизация оборудования котельных в Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД оказывает значительное влияние на эффективность других видов деятельности, таких как водоснабжение, энергосбережение и экологические проекты и т.п.

Комплексный подход к модернизации, включающий интеграцию различных направлений деятельности и использование современных технологий, позволяет повысить надежность систем, снизить затраты и улучшить экологическую

ситуацию. Для успешной реализации проектов модернизации необходимо учитывать региональные особенности, такие как суровый климат и удаленность объектов, а также организовать обучение персонала и строгий контроль качества работ. Для Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД модернизация котельных в условиях Дальнего Востока — это сложная, но необходимая задача. Учет региональных особенностей, внедрение современных технологий и строгий контроль качества помогут минимизировать риски и обеспечить устойчивое развитие системы Дальневосточной дирекции по тепловодоснабжению РЖД.

Список литературы

1. Дальневосточная дирекция по тепловодоснабжению РЖД. Отчет о состоянии котельных установок за 2023 год. – Хабаровск: ДВД ТВС РЖД, 2024. – 36 с.
2. Дальневосточная дирекция по тепловодоснабжению РЖД. Отчет о энергосберегающих мероприятиях за 2023 год. – Хабаровск: ДВД ТВС РЖД, 2024. – 22 с.
3. Дальневосточная дирекция по тепловодоснабжению РЖД. Программа модернизации теплоснабжающей инфраструктуры на 2025–2030 гг. – Хабаровск: ДВД ТВС РЖД, 2024. – 45 с.
4. Иванов А.В., Петров С.К. Современные технологии модернизации котельных в условиях Крайнего Севера // Энергосбережение и водоподготовка. – 2020. – № 5. – С. 34–40.
5. Кузнецов В.А. Энергоэффективность и экологическая безопасность в теплоснабжении. – М.: Энергоиздат, 2018. – 256 с.
6. Министерство энергетики РФ. Стратегия развития теплоснабжения в Российской Федерации до 2030 года. – М., 2021. – URL: <https://minenergo.gov.ru> (дата обращения: 11.11.2025).
7. Сидоров П.И. Проблемы и перспективы развития теплоснабжения на Дальнем Востоке // Теплоэнергетика. – 2019. – № 3. – С. 12–18.
8. Федоров Л.М. Логистические проблемы модернизации инфраструктуры в удаленных регионах // Логистика и управление цепями поставок. – 2022. – № 4. – С. 22–28.
9. Экологические нормы и правила для котельных установок. – М.: Экологический вестник, 2021. – 112 с.

НАГОРНЫХ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
БУДНИКОВ АРТЕМ ИГОРЕВИЧ, студент

СИСТЕМЫ УЧЁТА И КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В статье рассмотрены современные подходы к организации систем учёта и контроля энергопотребления на сельскохозяйственных предприятиях. Проанализированы принципы построения автоматизированных систем коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ), использование интеллектуальных технологий и программно-аппаратных комплексов для оптимизации потребления. Приведены преимущества цифровизации энергетического мониторинга, а также пути повышения энергоэффективности в агропромышленном комплексе (АПК).

Ключевые слова: энергопотребление, сельскохозяйственные предприятия, автоматизированный учёт, интеллектуальные системы, АСКУЭ, энергоэффективность.

Введение

Современные сельскохозяйственные предприятия являются энергоёмкими объектами, в которых используются различные виды электрооборудования: насосные установки, системы вентиляции, отопления и освещения. Повышение энергоэффективности таких объектов невозможно без внедрения автоматизированных систем учёта и контроля энергопотребления [1].

Эти системы позволяют не только фиксировать количество потреблённой энергии, но и анализировать режимы работы оборудования, выявлять неэффективные участки и оптимизировать графики нагрузки.

Внедрение цифровых систем учёта особенно актуально в условиях перехода к интеллектуальному управлению энергоресурсами в АПК, что соответствует тенденциям развития «умных» предприятий и концепции энергоустойчивого производства [2].

1. Принципы построения систем учёта и контроля

Системы учёта энергопотребления включают три основных уровня:

1. Измерительный уровень — электронные счётчики и датчики, фиксирующие параметры напряжения, тока и мощности.
2. Коммуникационный уровень — каналы передачи данных (проводные, беспроводные, GSM, LoRaWAN).
3. Информационно-аналитический уровень — программное обеспечение для обработки, хранения и анализа данных.

Программно-аппаратные комплексы позволяют вести почасовой учёт энергопотребления, строить графики нагрузки и автоматически формировать отчёты для бухгалтерских и диспетчерских служб [1].

Использование таких систем обеспечивает прозрачность энергопотребления и способствует снижению потерь электроэнергии.

2. Интеллектуальные системы учёта и мониторинга

Современные тенденции связаны с переходом от традиционных АСКУЭ к интеллектуальным системам учёта (Smart Metering), которые объединяются в единую цифровую сеть предприятия.

Такие системы обладают следующими функциями [2]:

1. автоматическая передача данных без участия персонала;
2. удалённый контроль параметров электросети в реальном времени;
3. анализ энергопрофиля предприятия;
4. выявление аномалий и аварийных ситуаций;
5. интеграция с системами планирования и управления производством.

На сельскохозяйственных предприятиях интеллектуальные системы учёта применяются для оптимизации потребления электроэнергии на насосных станциях, в зерносушильных и тепличных комплексах. Благодаря интеграции с IoT-платформами обеспечивается полный контроль за энергопотреблением в режиме онлайн.

3. Автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ)

Системы АСКУЭ являются основой организации коммерческого учёта и позволяют фиксировать объём потреблённой энергии с высокой точностью. В их состав входят:

1. интеллектуальные счётчики электроэнергии;
2. устройства сбора и передачи данных;
3. серверы обработки информации;
4. программные комплексы анализа.

АСКУЭ обеспечивает не только регистрацию потребления, но и контроль за качеством электроэнергии, что особенно важно для сельскохозяйственных потребителей, где часто возникают скачки напряжения [3].

Кроме того, данные АСКУЭ используются для:

1. расчёта энергопотерь;
2. автоматического выставления счетов;
3. планирования нагрузок;
4. выявления несанкционированного потребления.

Внедрение автоматизированных систем учёта и контроля энергопотребления позволяет сельхозпредприятиям:

1. Снизить потери электроэнергии на 10–15 %.
2. Повысить точность учёта и контроль режимов работы оборудования.
3. Сократить затраты на оплату энергоресурсов за счёт перехода на многотарифные схемы.
4. Повысить надёжность электроснабжения за счёт выявления аварийных ситуаций.

Применение интеллектуальных систем также способствует формированию культуры рационального энергопотребления и повышению энергоэффективности всего предприятия.

Заключение

Системы учёта и контроля энергопотребления являются важнейшим инструментом управления энергетическими ресурсами на сельскохозяйственных предприятиях. Их внедрение позволяет повысить прозрачность процессов, снизить эксплуатационные расходы и улучшить качество электроснабжения.

Развитие интеллектуальных технологий, средств автоматизации и отечественных программно-аппаратных комплексов создаёт условия для широкого распространения таких систем в агропромышленном комплексе России.

Список литературы

1. Власов В. А. Программно-аппаратный комплекс учёта электропотребления // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmno-apparatnyy-kompleks-ucheta-elektropotrebleniya>
2. Логинов П. Н. Интеллектуальные системы учёта электроэнергии: эмпирический анализ факторов восприятия технологии // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-sistemy-ucheta-elektroenergii-empiricheskiy-analiz-faktorov-vospriyatiya-tehnologii>
3. Сафонов Ю. В. Состав автоматизированной системы коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ) // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-avtomatizirovannoy-sistemy-kommercheskogo-ucheta-elektroenergii>

НАГОРНЫХ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
БУДНИКОВ АРТЕМ ИГОРЕВИЧ, студент

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

В статье рассмотрены особенности применения солнечных электростанций (СЭС) для энергоснабжения фермерских хозяйств. Проанализированы принципы построения автономных и гибридных систем, экономическая эффективность внедрения фотоэлектрических установок, а также факторы, влияющие на выбор конфигурации и мощности солнечных систем. На основе анализа отечественных исследований определены преимущества использования СЭС в сельском хозяйстве и обозначены перспективы их дальнейшего внедрения в России.

Ключевые слова: солнечные электростанции, фермерские хозяйства, фотоэлектрические системы, энергоэффективность, экономическая оценка, возобновляемые источники энергии.

Введение

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к возобновляемым источникам энергии, в частности к солнечным электростанциям, которые становятся эффективным инструментом обеспечения автономного электроснабжения в сельских районах. Для фермерских хозяйств, часто удалённых от централизованных энергосетей, использование солнечных установок является

перспективным направлением, позволяющим снизить зависимость от внешних источников энергии и повысить устойчивость энергетического обеспечения [1].

Солнечные электростанции (СЭС) обеспечивают не только снижение эксплуатационных затрат, но и повышение энергоэффективности производственных процессов, что особенно актуально для аграрного сектора, ориентированного на устойчивое развитие [2].

1. Принципы построения солнечных электростанций для сельского хозяйства

Солнечные электростанции для фермерских хозяйств могут иметь различные конфигурации:

1. автономные системы — функционируют независимо от внешних сетей, обеспечивая энергией удалённые объекты;
2. гибридные системы — сочетают солнечные панели с дизель-генераторами, аккумуляторными накопителями или ветротурбинами;
3. сетевые СЭС — подключены к электросети и позволяют реализовывать избыточную электроэнергию.

При проектировании систем важно учитывать климатические особенности региона, уровень солнечной радиации, суточные и сезонные колебания нагрузки, а также экономическую целесообразность проекта [1].

Фермерские хозяйства используют СЭС для питания насосных станций, систем вентиляции, отопления, полива и освещения. В некоторых случаях солнечные станции обеспечивают работу систем хранения и переработки сельхозпродукции, что делает их ключевым элементом инфраструктуры энергообеспечения.

2. Техно-экономические аспекты внедрения

Экономическая эффективность солнечных электростанций зависит от стоимости оборудования, тарифов на электроэнергию, уровня солнечной инсоляции и срока службы оборудования. Согласно исследованиям, средний срок окупаемости фермерских СЭС в центральных и южных регионах России составляет от 6 до 10 лет [1].

Важным фактором является снижение эксплуатационных расходов за счёт отсутствия затрат на топливо и минимальных потребностей в техническом обслуживании. Использование современных фотоэлектрических модулей с высоким КПД (до 22–24 %) позволяет повысить производительность систем при меньшей площади установки.

Расчёты, представленные в работах отечественных исследователей, показывают, что интеграция солнечных станций в структуру фермерского энергообеспечения снижает себестоимость электроэнергии на 20–35 % [2].

3. Критерии выбора конфигурации системы

При выборе конфигурации СЭС для фермерского хозяйства учитываются:

1. Режим работы объекта — круглосуточный или сезонный.
2. Характер нагрузки — наличие пиковых потребителей (насосы, холодильники, освещение).
3. Расположение хозяйства — удалённость от сетей и уровень солнечного излучения.

4. Финансовые возможности — доступность субсидий и программ государственной поддержки.

В статье [2] подчёркивается, что для эффективного функционирования фермерских СЭС необходимо учитывать баланс между установленной мощностью, ёмкостью аккумуляторов и запасом генерации, что обеспечивает стабильное энергоснабжение при любых погодных условиях.

4. Оценка эффективности и перспективы применения

В соответствии с современными методиками экономической оценки, основными показателями эффективности являются:

1. срок окупаемости инвестиций ($T_{ок}$);
2. уровень снижения себестоимости электроэнергии;
3. коэффициент использования установленной мощности (КИУМ).

Как показано в работе [3], использование интегральных показателей эффективности позволяет определить оптимальные условия эксплуатации СЭС и сравнить их с альтернативными источниками энергии.

Применение солнечных электростанций в фермерском хозяйстве имеет не только экономический, но и экологический эффект — снижение выбросов углерода, уменьшение загрязнения окружающей среды и повышение энергонезависимости сельских территорий.

В перспективе развитие технологий накопления энергии и снижение стоимости солнечных модулей обеспечат ещё большую привлекательность подобных систем для сельского хозяйства.

Заключение

Солнечные электростанции представляют собой эффективное решение задач энергоснабжения фермерских хозяйств. Они обеспечивают устойчивое, экологически чистое и экономически оправданное энергоснабжение. Внедрение СЭС способствует развитию децентрализованной энергетики, снижению зависимости от сетевой инфраструктуры и повышению энергетической автономии сельских территорий.

Сочетание технических, экономических и экологических преимуществ делает солнечные электростанции ключевым элементом перехода к устойчивому агропромышленному производству в России.

Список литературы

1. Кожевников В. А. *Техно-экономический аспект использования солнечных электростанций в системах электроснабжения сельскохозяйственного предприятия* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskij-aspekt-ispolzovaniya-solnechnyh-elektrostantsiy-v-sistemah-elektrosnabzheniya-selskohozyaystvenno-go>
2. Власов Н. В. *Выбор типа электроснабжения сельскохозяйственного предприятия с использованием солнечных электростанций* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-tipa-elektrosnabzheniya-selskohozyaystvennogo-predpriatiya-s-ispolzovaniem-solnechnyh-elektrostantsiy>
3. Лаптев С. А. *Методы оценки экономической эффективности солнечных электростанций* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-ekonomicheskoy-effektivnosti-solnechnyh-elektrostantsiy>

НАГОРНЫХ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, студент
БУДНИКОВ АРТЕМ ИГОРЕВИЧ, студент

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ АПК

В статье рассматриваются возможности применения тепловых насосов (ТН) для отопления производственных помещений агропромышленного комплекса (АПК). Представлены принципы работы тепловых насосов, их классификация и особенности эксплуатации в условиях сельскохозяйственных предприятий. Проанализированы технико-экономические показатели систем теплоснабжения на основе ТН, а также приведены примеры использования таких установок для повышения энергоэффективности и сокращения эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: тепловой насос, отопление, агропромышленный комплекс, энергоэффективность, теплоснабжение, возобновляемые источники энергии.

Введение

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется высокой энергоёмкостью технологических процессов, особенно в части отопления и поддержания микроклимата в производственных помещениях. В условиях роста цен на энергоносители и необходимости перехода на экологически чистые технологии всё большую популярность приобретают тепловые насосы (ТН) — устройства, использующие низкопотенциальное тепло окружающей среды для выработки тепловой энергии [1].

Применение тепловых насосов в системах отопления предприятий АПК позволяет снизить потребление топлива, сократить выбросы углекислого газа и обеспечить более стабильный температурный режим производственных помещений.

1. Принцип работы и классификация тепловых насосов

Тепловой насос — это устройство, переносящее тепло от низкопотенциального источника (воздух, грунт, вода, технологические стоки) к системе отопления. Работа ТН основана на цикле Карно и реализуется за счёт компрессора, конденсатора, испарителя и дросселя.

Существует несколько типов тепловых насосов:

1. воздух–вода, использующие наружный воздух в качестве источника тепла;
2. вода–вода, где источником является грунтовая или сточная вода;
3. грунт–вода, использующие тепло грунта на глубине 2–3 м;
4. гибридные системы, сочетающие несколько источников.

Выбор типа теплового насоса зависит от климатических условий, доступных источников низкопотенциального тепла и характера нагрузок предприятия [1].

2. Применение тепловых насосов в АПК

На предприятиях агропромышленного комплекса тепловые насосы применяются для:

1. отопления производственных и складских помещений;
2. подогрева воды для санитарно-бытовых нужд;
3. обогрева теплиц и животноводческих комплексов;
4. рекуперации тепла от вентиляционных выбросов и сточных вод.

В условиях умеренного климата России наиболее эффективно использование систем вода–вода и грунт–вода, позволяющих сохранять высокий коэффициент преобразования ($COP = 3,0–4,5$) даже при низких температурах наружного воздуха [2].

Тепловые насосы особенно востребованы на фермах с круглогодичным производством, где необходим постоянный микроклимат для содержания животных и переработки продукции.

3. Энергетическая эффективность и экономические аспекты

Исследования показывают, что применение тепловых насосов в системах отопления позволяет сократить расход электроэнергии до 40–60 % по сравнению с традиционными электрическими нагревателями [2].

По данным отечественных экспериментов, при использовании теплового насоса мощностью 50 кВт годовая экономия топлива может составлять до 25 тонн условного топлива. При этом срок окупаемости установки варьируется от 4 до 7 лет, в зависимости от тарифов на электроэнергию и типа системы.

Для предприятий АПК значительный эффект достигается при комбинированном использовании тепловых насосов и солнечных коллекторов, что позволяет снизить нагрузку на компрессор и продлить срок службы оборудования [3].

4. Особенности эксплуатации и интеграции систем

Тепловые насосы требуют точного подбора оборудования и оптимальной настройки гидравлических контуров. В производственных помещениях АПК особое внимание уделяется:

1. поддержанию постоянного температурного режима;
2. защите наружных теплообменников от загрязнения;
3. балансировке тепловых потоков между зонами.

Для повышения эффективности применяются системы автоматизированного управления (SCADA), контролирующие температуру, давление и производительность оборудования.

Кроме того, использование тепловых насосов способствует рациональному использованию вторичных энергетических ресурсов — например, тепла от холодильных установок и вентиляционных систем.

5. Перспективы внедрения тепловых насосов в АПК

Развитие тепловых насосов в России поддерживается как на государственном, так и на региональном уровне. Существуют программы субсидирования энергоэффективных технологий, что делает ТН доступными для малых и средних фермерских хозяйств.

Современные модели тепловых насосов обладают высокой надёжностью и возможностью работы при температурах до -25 °С, что расширяет область их применения. В перспективе они могут стать ключевым элементом декарбонизации сельского хозяйства и перехода к «зелёной энергетике».

Заключение

Применение тепловых насосов в системах отопления производственных помещений АПК является эффективным и экологичным решением. Эти установки обеспечивают значительное снижение эксплуатационных затрат, сокращение выбросов и повышение энергетической независимости предприятий.

Дальнейшее развитие технологий тепловых насосов, их интеграция с возобновляемыми источниками энергии и автоматизированными системами управления создают предпосылки для массового внедрения в агропромышленном комплексе России.

Список литературы

1. Бойко А. Н. *Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-teplovyyh-nasosov-v-sistemah-teplosnabzheniya>
2. Гусев А. А. *Использование теплового насоса для обеспечения работы систем отопления и горячего водоснабжения* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-teplovogo-nasosa-dlya-obespecheniya-raboty-sistem-otopleniya-i-goryachego-vodosnabzheniya>
3. Кузнецов И. В. *Энергоснабжение промышленной теплицы с использованием теплового насоса с газовым приводом* // CyberLeninka – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energосnabzhenie-promyshlennoy-teplitsy-s-ispolzovaniem-teplovogo-nasosa-s-gazovym-privodom-chast-i>

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ, к.т.н., доцент

ПАНИН ДЕНИС ВЛАДИМИРОВИЧ, студент

ЗОЛОТАРЕВ АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ, студент

ЖИЛЕЙКО АЛЁНА АНДРЕЕВНА, студент

Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия

(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В АПК

В статье обсуждаются проблемы применения альтернативной энергии в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, сельское хозяйство.

Наряду с очевидными достоинствами внедрения альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве и промышленности горной добычи полезных ископаемых – такими как их доступность, благоприятное воздействие на окружающую среду и вклад в энергетическую независимость – существуют и определенные сложности с потенциальными опасностями, классифицируемыми как экологические [1, 2], финансовые, политические и технические аспекты. В некоторых странах Европейского союза, Азии и Соединенных Штатов наблюда-

ется активное развитие ветроэнергетики, однако она вызывает неоднозначную реакцию общественности.

Критики указывают на то, что ветрогенераторы портят внешний вид ландшафта и прибрежных зон. Кроме того, существует недостаточная изученность негативного влияния масштабного развертывания ветровых электростанций на экосистему и здоровье людей. Сейчас тенденция такова, что ветряные турбины в сельскохозяйственных и горнодобывающих регионах чаще всего устанавливают у кромки моря, стремясь минимизировать их влияние на здоровье населения.

Ранее при выборе мест размещения [3, 4] ветроэлектростанций в сельском хозяйстве и промышленности часто отдавали предпочтение участкам у береговой линии, полагая, что это снизит негативное влияние на здоровье людей. Тем не менее, последние научные данные свидетельствуют о том, что большое количество ветряных установок в океане способно наносить ущерб морским обитателям и птицам.

Применение солнечных технологий в малом объеме, например, для обеспечения электричеством отдельных жилых домов или маленьких населенных пунктов, обычно не создает серьезных сложностей. Вместе с тем, масштабное внедрение [5, 6] солнечной энергетики в европейском регионе сталкивается с трудностями из-за недостаточной площади территорий и ограниченного потенциала солнечного излучения.

Нестабильность генерации энергии, обусловленная зависимостью от метеорологических условий и времени дня, порождает несоответствие между моментом производства электроэнергии и потребностью в ней. Это требует создания систем накопления энергии, однако современные технологии пока не позволяют эффективно решать эту задачу, особенно когда речь идет об больших объемах электроэнергии [9].

Еще одной проблемой в АПК и ПГС является высокая стоимость строительства крупных солнечных электростанций и ее сегментов, что в немалой степени связано с применением редкоземельных элементов (к примеру, индий и теллур).

Факторы ориентации на развитие ВИЭ:

- энергетическая безопасность и политическая независимость;
- ВИЭ являются для некоторых стран, например, стран ЕС средством обеспечения своей энергетической безопасности, так как имеют высокую зависимость от импорта традиционных энергоресурсов.

В свою очередь энергетическая зависимость [10] ведет в некоторых случаях и к политической зависимости (например, ситуация с Украиной). □ сохранение и защита окружающей среды; Использование ВИЭ намного безопаснее экологически и менее вредно для природы и населения.

освоение глобальных перспектив возобновляемой энергетики, прежде всего в государствах с формирующейся экономикой; Те страны и организации, активно инвестирующие в ВИЭ, вероятно, станут лидерами на этих рынках и смогут

обеспечить существенную часть выпускаемой продукции, используя потенциал альтернативных источников энергии.

- поддержание ресурсного базиса из отечественных энергетических активов для потомков;

- конечность традиционных топливных ресурсов;

- несправедливое географическое распределение традиционных энергоносителей;

- тенденция к росту стоимости углеводородного сырья;

- рост спроса на топливные ресурсы, направленный на нужды промышленности, отличной от выработки энергии.

Как дополнительный важный аспект стоит отметить потенциальную возможность применения отдельных видов возобновляемых источников энергии, включая солнечную и ветровую, в сельском хозяйстве, переработке газа и добыче полезных ископаемых, в особенности при разработке отдаленных нефтегазовых месторождений, где возведение обычных электростанций и производство электроэнергии сопряжено с высокими затратами.

Безусловно, перспективы широкого внедрения этих источников энергии откроются лишь тогда, когда их начальное оснащение и последующее обслуживание станут обходиться дешевле, чем содержание обычных электростанций.

В результате проведенного исследования различных вариантов использования ВИЭ удастся выделить ряд закономерностей. В частности, они классифицируются на традиционные и инновационные в зависимости от применяемого технологического подхода.

К числу традиционных ВИЭ относят гидроэнергию, получаемую за счет преобразования воды на больших гидроэлектростанциях, и энергию биомассы – дров, торфа, сена и прочих материалов, которые при сгорании производят тепловую энергию привычным методом.

Список литературы

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

2. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.

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

4. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.

5. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.

6. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

7. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

8. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

9. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

10. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ, к.т.н., доцент
ДЮКОВ АНТОН ВЛАДИМИРОВИЧ, студент
БОГДАНОВ ЯРОСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ, студент
СОКОЛОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ, студент
Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж, Россия
(e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О ПРИМЕНЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК

Статья посвящена анализу возможностей применения альтернативных источников энергии с точки зрения особенностей экологии.

Ключевые слова: альтернативный источник энергии, экология.

Учитывая стремительный прогресс в сельском хозяйстве, промышленности и добыче полезных ископаемых, а также активное использование углеводородов, защита природы становится критически важной задачей. Расширение использования ресурсозатратных и химических процессов, выпуск инновационных химикатов и не всегда достаточные меры по контролю над воздействием на окружающую среду приводят к увеличению загрязнения воздуха опасными веществами. В то же время объемы нефти, газа, угля, торфа и ядерного топлива неуклонно сокращаются.

В настоящее время мировое сообщество активно исследует альтернативные подходы [1, 2] к решению энергетических и экологических вызовов. Такие возобновляемые источники энергии – это технологии, предназначенные для генерации электроэнергии (или других видов энергии) и способные заменить традиционные методы получения энергии из нефти, газа и угля.

Возобновляемые источники энергии в сельском хозяйстве и промышленности геологического профиля можно классифицировать следующим образом: гидро-, аэро-, гео-, солнечное и биотопливо.

Гидроэнергия основана на использовании потенциала водных ресурсов. В частности, приливные электростанции (ПЭС) представляют собой разновидность ГЭС, которая преобразует энергию приливов – результат вращательного движения нашей планеты.

Чтобы получить электричество [3, 4], река или эстуарий перегораживаются дамбой, где размещаются гидроустановки. Многочисленные годы эксплуатации первых в мире ПЭС – Ранса во Франции и Кислогубского в России – продемонстрировали ряд значительных достоинств таких станций:

- отсутствие загрязнения окружающей среды вредными веществами,
- шлаками,
- радиоактивными материалами и теплом,
- исключение необходимости добычи, доставки, обработки, сжигания и утилизации топлива,
- отсутствие потребления кислорода из атмосферы,
- минимальное воздействие на окружающие территории и низкий риск разрушения дамбы.

Несмотря на значительные затраты на возведение объектов и непостоянство выработки энергии в течение дня, мировые эксперты видят перспективы в увеличении использования энергии морских приливов в двадцать первом столетии [5, 6]. Потенциально эти ресурсы способны покрыть до 15% текущих потребностей человечества в энергии. Далее рассмотрим энергию внутреннего тепла Земли.

Геотермальная энергия представляет собой тепловую энергию планеты, которую можно применять как для отопления жилых и общественных помещений, так и для генерации электричества [7, 8]. Места с повышенной геологической активностью, где доступно это тепло, встречаются по всему миру.

Использование геотермальной энергетики обладает рядом неоспоримых достоинств перед другими источниками возобновляемой энергии:

- данный ресурс является практически неиссякаемым и стабильным;
- возможна реализация проектов даже в районах высокой сейсмической активности.

Однако существенным препятствием остаётся необходимость больших начальных инвестиций [9, 10] в создание геотермальных электростанций. Тем не менее, за последнее десятилетие совокупная мощность этих установок увеличивается примерно на 3% ежегодно.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.
2. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.

3. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.

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

5. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.

6. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

7. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

8. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

9. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

10. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

11. Ageeva, E. V. Structure and Properties of Titanium Powder Obtained by Electrodipersion of Vt20 Alloy Waste in Alcohol / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, N. N. Karpenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – Vol. 54, No. 4. – P. 435-443. – DOI 10.1134/S105261882570027X. – EDN OPRUSR.

12. Properties of the Coatings Produced by Plasma–Powder Deposition of an Electroerosion R18 Steel Waste Powder / N. N. Karpenko, G. R. Latypova, R. A. Latypov, L. P. Andreeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 6. – P. 1410-1415. – DOI 10.1134/S0036029524702537. – EDN WLOQXK.

13. Structure and Properties of the Product Sintered from the Powder Produced by Electroerosion of R18 Steel Waste / G. R. Latypova, N. N. Karpenko, R. A. Latypov, V. A. Strizheus // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023, No. 12. – P. 1972-1976. – DOI 10.1134/s0036029523120170. – EDN XCFEXO.

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ, к.т.н., доцент
ФИРСОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
СТУКАЛОВА ВИКТОРИЯ СЕРГЕЕВНА, студент
ТЕЛЕГИНА ВИКТОРИЯ ОЛЕГОВНА, студент
 Воронежский институт высоких технологий, г.Воронеж, Россия
 (e-mail: AlexStepanch@yandex.ru)

О ПРИМЕНЕНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК И ПГС

Статья посвящена анализу возможностей применения возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемый источник, система.

Энергодефицит, актуальный для сельского хозяйства и пищевой промышленности во всем мире, оказывает негативное влияние на производственные процессы на каждом этапе. Особенно остро эта проблема ощущается промышленными предприятиями из-за высокой стоимости ресурсов, рисков перебоев в электроснабжении и, в отдельных регионах, отсутствия доступа к централизованным сетям [1, 2]. В связи с этим, при планировании новых объектов в агропромышленном комплексе сегодня крайне важно анализировать все возможные факторы, способные отразиться на финансовых результатах, включая обеспечение надежного энергоснабжения. Для современных предприятий приоритетной задачей является формирование автономной энергетической инфраструктуры, обеспечивающей бесперебойную работу с минимальными расходами и достаточным объемом производимой энергии [3, 4].

Для агропромышленного комплекса (АПК) и ПГС предприятие представляет собой форму интеграции отдельных элементов в единое целое, определяемую индивидуальными характеристиками каждого предприятия. Поэтому при планировании энергоснабжения важно принимать во внимание особенности производственных объектов, включая их потребности в ресурсах [5, 6].

При наличии потенциала внедрения возобновляемых источников энергии они способны заменить часть или весь объем используемого топлива и обеспечить создание автономной системы электроснабжения, гарантирующей стабильную работу предприятия.

Год от года всё больше промышленных предприятий в АПК и ПГС интегрируют альтернативные источники энергии, что способствует развитию рынка альтернативной энергетики и увеличению производства оборудования для использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [7]. За последние годы наблюдается устойчивый рост инвестиций со стороны бизнеса в разработку и изготовление оборудования для работы на альтернативных источниках энергии.

Для получения максимального эффекта от энергии ветра целесообразно интегрировать её в общую энергосистему вместе с другими источниками энергии,

так как работа ветряных установок напрямую зависит от переменчивости ветровых потоков.

Как правило, ветряные турбины вырабатывают лишь 10–40% их потенциальной мощности за каждый час работы. В связи с этим важно тщательно планировать мощность ветроэлектростанции и рассматривать возможность сочетания возобновляемых источников энергии с традиционными методами генерации.

Геотермальная энергетика активно развивается в районах с высокой геологической активностью, например, вблизи гейзеров. Лидирующую позицию среди геотермических электростанций занимает регион Гейзеры в штате Калифорния, США. Несколько стран, включая Сальвадор, Кению, Филиппины, Исландию и Коста-Рику, получают более 15% необходимой электроэнергии благодаря геотермальным ресурсам.

Геотермальные источники, обладающие различной мощностью, способны обеспечивать теплом разнообразные предприятия, а также использоваться для создания систем охлаждения и вентиляции производственных площадок. Разница в расходах на обслуживание систем отопления, кондиционирования и вентиляции с использованием геотермальных ресурсов по сравнению с традиционными энергоносителями может составлять до 40% [8]. Благодаря современным технологиям этот эффективный возобновляемый источник позволяет интегрировать такие этапы, как сжатие, кипение, расширение и конденсация в единую систему. Как и любой другой процесс, он подчиняется закону сохранения энергии.

Работа теплового насоса основана на двух отдельных процессах, требующих энергии: компрессия, которая преобразует электроэнергию из сети [9, 10] в тепловую энергию хладагента, и испарение, которое использует тепловую энергию воды или воздуха для нагрева того же хладагента.

Список литературы

1. Клименко Ю.А., Преображенский А.П. Анализ некоторых методов управления энергетическими системами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2021. № 1 (36). С. 100-102.
2. Преображенский Ю.П. Проблемы автоматизации в сфере промышленных предприятий // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. 2020. С. 124-127.
3. Lvovich I.Ya., Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Preobrazhenskiy Yu.P., Choporov O.N. Modeling of information processing in the internet of things at agricultural enterprises // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 32029.
4. Преображенский Ю.П. Об экологически чистых источниках энергии // В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 199-202.
5. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. Анализ характеристик автоматизации производственных процессов на предприятиях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1 (44). С. 38-42.

6. Бережная Е.В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1 (1). С. 2.

7. Клименко Ю.А., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Проблемы поставок и распределения комплектующих для электротехнического оборудования // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Сборник трудов Международной научной конференции. Воронеж, 2025. С. 1342-1346.

8. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Аветисян Т.В., Уланова Ю.А. О технологических процессах в автоматизированном производстве предприятия // В сборнике: Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление. Материалы 25-й Юбилейной Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2025. С. 304-306.

9. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.

10. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.

11. Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ электроэрозийных порошковых материалов из отходов стали P18 / Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, Е. В. Агеева, В. Ю. Карпенко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 23-38. – DOI 10.21869/2223-1528-2022-12-3-23-38. – EDN UWVNE.

12. Структура и свойства спеченного изделия из порошка, полученного электроэрозией отходов стали P18 / Г. Р. Латыпова, Н. Н. Карпенко, Р. А. Латыпов, В. А. Стрижеус // Электротехнология. – 2023. – № 10. – С. 34-39. – DOI 10.31044/1684-5781-2023-0-10-34-39. – EDN SRRHNO.

13. Ageeva, E. V. Structure and Properties of Titanium Powder Obtained by Electrodispersion of Vt20 Alloy Waste in Alcohol / E. V. Ageeva, E. V. Ageev, N. N. Karpenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – Vol. 54, No. 4. – P. 435-443. – DOI 10.1134/S105261882570027X. – EDN OPRUSR.

14. Properties of the Coatings Produced by Plasma–Powder Deposition of an Electroerosion R18 Steel Waste Powder / N. N. Karpenko, G. R. Latypova, R. A. Latypov, L. P. Andreeva // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 6. – P. 1410-1415. – DOI 10.1134/S0036029524702537. – EDN WLOQXK.

15. Structure and Properties of the Product Sintered from the Powder Produced by Electroerosion of R18 Steel Waste / G. R. Latypova, N. N. Karpenko, R. A. Latypov, V. A. Strizheus // Russian Metallurgy (Metally). – 2023. – Vol. 2023, No. 12. – P. 1972-1976. – DOI 10.1134/s0036029523120170. – EDN XCFEXO.

16.

Технологии и оборудование пищевых и перерабатывающих производств

ВАСИЛЕНКО ТАТЬЯНА РОМАНОВНА, студент
СЛИПЧЕНКО ЕВГЕНИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, доцент

Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия

(e-mail: Tanya.vasilenko.06@mail.ru)

БИОКОНВЕРСИЯ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ

В данной статье рассматривается пищевая промышленность, которая не только обеспечивает нас продуктами питания, но и производит много отходов. Эти отходы часто сжигают или выбрасывают, что плохо влияет на окружающую среду. Помимо этого, их утилизация стоит дорого. Но современные технологии помогают превращать эти отходы в ценные вещи. Одним из таких методов является биоконверсия — способ, при котором используют биологические вещества, такие как ферменты, чтобы переработать отходы и создать что-то полезное.

Ключевые слова: ферменты, биоконверсия, пищевые отходы, пищевая промышленность, переработка

Ферменты являются биологическими катализаторами белковой природы, способные значительно повышать скорость химической реакции. При этом они не расходуются и не претерпевают необратимых изменений. Важнейшее биологическое свойство ферментов – специфичность. Специфичность ферментов характеризует их способность катализировать определенные типы превращений тех или иных субстратов. Например, ферменты способны расщеплять белки, жиры, углеводы, потребляемые нами. В промышленности ферменты используют для разложения различных веществ в отходах пищевой промышленности.

Биоконверсия (биотрансформация) – это раздел биотехнологии, наука по изучению превращения одних органических соединений биологического сырья в другие под действием ферментных систем растительного, микробного и животного происхождения. Биоконверсия изучает сложные процессы, как переработка и трансформация пищевого сырья в корма и пищевые продукты, детоксикацию пищевых продуктов и кормов, биологическую очистку сточных вод и объектов природы (почв, водоемов).

Наиболее важной областью применения биоконверсии является пищевая промышленность. В пищевой биотехнологии биоконверсионные процессы используются на всех этапах производства пищевых продуктов.

В традиционной переработке отходов используемые методы, требующие больших энергетических затрат, могут быть вредными для окружающей среды. Сжигание мусора выделяет вредные вещества и токсичные газы: углекислый газ, угарный газ, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), диоксины и дибензофураны, цианиды и т.д., а утилизация требует больших финан-

совых затрат. Природные биокатализаторы способствуют эффективной переработке органических отходов. Наибольшую активность они проявляют при температурах от 35 до 50 градусов, не выделяют токсичных веществ и позволяют быстро и качественно разложить отходы на компоненты. Пищевые отходы содержат разнообразные вещества: крахмал, белки, жиры, пектины, целлюлозу и др., а для их полного разложения необходимы специфические ферменты, так как каждый из них работает только с определёнными видами веществ. Одними из наиболее часто встречающихся ферментов, используемых в биоконверсии являются гидролазы (они разлагают сложные молекулы с помощью воды на более простые компоненты), амилазы (разлагают крахмал в зерновых отходах на сахара, которые потом можно превратить в алкоголь или топливо), протеазы (расщепляют белки на аминокислоты, необходимые для производства кормов), липазы (разлагают жиры и масла на глицерин и жирные кислоты, которые идут на мыло или биопластики), лиазы (помогают разрушать сложные молекулы, разрывая их химические связи без использования воды, они важны для получения биотоплива и биоразлагаемых пластиков), целлюлазы (разбирают клетчатку в овощных отходах, делая ее пригодной для производства бумаги или топлива).

Процесс биоконверсии с помощью ферментов включает несколько этапов:

- Предварительная обработка сырья, улучшающая доступ ферментов к компонентам.
- Смешивание субстрата с ферментным препаратом или комбинацией ферментных препаратов.
- Инкубация — выдерживание субстрата с ферментом в течение определённого времени.
- Извлечением продукта трансформации из инкубированной смеси получают вещества: биогаз, биоэтанол, биоразлагаемые пластики или добавки для кормов и др.

Для получения биоэтанола из зерновых и фруктовых отходов используются амилазы для переработки кукурузной шелухи или яблочной кожуры. Сначала эти ферменты разлагают крахмал на сахара, потом дрожжи ферментируют их в этанол (является альтернативным топливом для автомобилей). Из сахарного тростника (отхода сахарной промышленности) производят миллионы литров биоэтанола, снижая зависимость от нефти.

В соляной промышленности группы ферментов липазы и протеазы разлагают жиры и белки в сыворотке, превращая в полимеры.

Пищевые ингредиенты из овощных отходов. Кожура моркови или томатов содержит клетчатку и витамины. Целлюлазы способствуют расщеплению клеточной стенки, переводя пектин в растворимое состояние с последующим его использованием для джемов или йогуртов.

Вышеперечисленные технологии являются эффективными как в технологическом, так и в финансовом плане, но передовые разработки в генной инженерии способны создавать ферменты, которые работают быстрее при высоких температурах, что ускоряет процесс.

Основные преимущества биоконверсии:

- Уменьшает количество отходов на свалках,
- Снижает выбросы газа метана, который не оказывает отрицательного влияния на климат.

- Создает новые продукты.

Недостатки биоконверсии:

- Дороговизна природных биокатализаторов
- Требуется затрат энергии и специальных лабораторных площадей
- Некоторые процессы идут с выделением побочных газов, которые трудно контролировать.

Ферменты дорогие — их производство требует энергии и специальных лабораторий. Кроме того, отходы должны быть чистыми. В развивающихся странах, где отходов много, но технологий мало, биоконверсия только начинает развиваться.

Биоконверсия — это умный, удобный способ превратить проблему в возможность. Пищевая промышленность может стать чище и богаче, производя меньше мусора и больше ценностей. Технологии постоянно совершенствуются, и в будущем ферменты могут стать стандартом в пищевой промышленности и городском хозяйстве.

Список литературы

1. Перспективы биоконверсии отходов переработки подсолнечника в белковую кормовую добавку. Нурпеисова Т.С., Николаенко С.Н., Слипченко Е.В., Губарева Е.А.В сборнике: Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей X Международной научно-практической конференции. Пенза, 2025. С. 182-187.
2. Биодигестивная конвергенция и ее значение в современном мире. Слипченко Е.В., Губарева Е.А.В книге: Экономика, управление и финансы: новые подходы и решения. Тезисы докладов и выступлений Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Донецк, 2025. С. 593-597.
3. Влияние ферментативной обработки цитрусовых выжимок на качественные характеристики пектиновых экстрактов. Натальченко А.А., Слипченко Е.В., Губарева Е.А., Уманский М.И. В сборнике: Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Майкоп, 2024. С. 219-222.
4. Влияние ферментативной обработки цитрусовых выжимок на качественные характеристики пектиновых экстрактов. Натальченко А.А., Слипченко Е.В. В сборнике: Виртуозы науки. Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г. Краснодар, 2024. С. 232-233.
5. Методы физико-химического определения витамина В12. Завгородняя П.П., Кузнецов А.Г., Слипченко Е.В. В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2024. С. 533-537.

ОБОЛОНСКАЯ ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
СЛИПЧЕНКО ЕВГЕНИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, доцент

Кубанский государственный аграрный университет, г.Краснодар, Россия
(e-mail: obolonskaya.elena@bk.ru)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СУШКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

В данной статье представляется расширенный обзор инновационных технологий пищевого сырья, включающий современные методы, оборудование, аналитические подходы к проектированию сушильных систем, а также тенденции развития отрасли. Особое внимание уделено энергоэффективности, цифровизации и адаптивному управлению процессами.

Ключевые слова: сушка, инфракрасная технология, распылительная сушка, вакуумная сушка, автоматизация, цифровизация, пищевая промышленность, энергоэффективность.

В современной пищевой промышленности одной из главных задач становится разработка и внедрение прогрессивных, ресурсосберегающих методов обработки исходного сырья. Особое значение в этом приобретают технологии обезвоживания продуктов, которые позволяют увеличить сроки хранения пищевой продукции (в 3-5 раз по сравнению с необработанным сырьем) и упростить ее транспортировку. При этом традиционные способы сушки, которые до этого занимали доминирование в области, показывают ряд существенных недостатков. Прежде всего они характеризуются высокой энергоемкостью, которая не только увеличивает себестоимость готовой продукции на 10-18%, но и негативно влияет на экологическую устойчивость производства. Так, на смену устаревшим подходам приходят инновационные технологии сушки, открывающие новые возможности для пищевой промышленности.

Инфракрасная (ИК) сушка представляет собой передовой метод обезвоживания продуктов, в основе которого лежит уникальный механизм преобразования электромагнитного излучения в тепловую энергию внутри обрабатываемого материала и сокращение времени процесса на 40-50%. В отличие от традиционных способов, где нагревание происходит за счет передачи тепла через воздушную среду, ИК-излучение поступает внутрь продукта, обеспечивая объемный прогрев. Его преимущество заключается в том, что возрастает скорость удаления влаги и при этом поверхностный слой подвергается меньшему температурному воздействию - это очень важно для сохранения структуры, цвета и вкусовых качеств пищевых изделий. Современные установки для ИК-сушки оснащаются высокотехнологичными светодиодными излучателями, которые позволяют точно настраивать спектральный состав излучения и его интенсивность. Такой контроль дает возможность подбирать под каждый тип сырья оптимальные параметры. Например, для фруктов и овощей можно выбрать диапазон, который сохраняет витамины и антиоксиданты, а для мясных и молочных

продуктов режим, который устраняет денатурацию белка. Практическое применение ИК-сушки показало высокую эффективность в разных сегментах пищевой промышленности: обезвоживание фруктов и ягод, обработка овощного сырья, в производстве сушеных мясных деликатесов и изготовлении сухих молочных продуктов. Так, инфракрасная сушка - это перспективное решение для современного производства.

Распылительная сушка все также занимает лидирующую позицию среди промышленных методов получения порошкообразных продуктов в пищевой отрасли и сокращает потери сырья на 8-12%. Данная технология востребована при изготовлении разных категорий продуктов питания. Принцип метода заключается в мгновенном обезвоживании мелкодисперсного аэрозоля, т.е. жидкий концентрат распыляется в потоке нагретого воздуха и каждая микрокапля испаряет влагу, превращаясь в сухой порошок. Преимуществом этой технологии является то, что она способна сохранять витамины, ферменты и биологически активные вещества благодаря краткому времени контакта с теплоносителем. Современные распылительные установки все чаще и чаще модернизируют и улучшают, оснащают многоступенчатыми системами подготовки и обработки воздуха. Особое место в совершенствовании технологии занимают цифровые технологии. Таким образом, распылительная сушка остается востребованной благодаря постоянной модернизации и внедрению передовых решений.

Вакуумная сушка представляет собой высокотехнологичный метод обезвоживания материалов за счет создания пониженного давления в рабочей камере. Например, при вакуумной сушке адыгейского сыра сырье измельчают до кубиков 5мм и укладывают слоем толщиной 30 мм, далее помещают в камеру, где поддерживается температура 70 градусов, тепловая нагрузка 9,0 кВт/м² и давление 2 кПа, после чего сам процесс длится 2-3 часа, в результате чего массовая доля влаги снижается до 4%. Данный метод позволяет вести процесс при температурах ниже 40 градусов. Главным преимуществом является то, что создается среда с пониженным давлением, что фундаментально меняет физические параметры процесса удаления влаги. Современные установки вакуумной сушки представляют собой интеллектуальные цифровые системы управления, которые обеспечивают высокую точность и гибкость настройки процесса. Такие системы отслеживают влажность, температуру и давление. Вакуумная сушка отличается от сублимационной тем, что влага испаряется из жидкого состояния при температурах 30-80 градусов и пониженном давлении. В сублимационной сушке в свою очередь лед переходит в пар минуя жидкую фазу (при глубоком вакууме и температурах до -30 градусов и ниже). Вакуумная сушка длится 3-8 часов и экономичнее, но сохраняет вещества хуже, чем сублимационная, которая длится 18-72 часа и сохраняет до 95% питательных веществ. Важную роль играет система температурной обратной связи, когда инфракрасные датчики контролируют нагрев поверхности продукта и позволяют быстро корректировать параметры обработки. Так, вакуумная сушка является не просто альтернативным способом обезвоживания, но и полноценной технологической платформой для производства продуктов нового поколения.

Системы автоматизированного управления процессами сушки представляют собой сложные интегрированные комплексные решения, которые объединяют широкий набор измерительных модулей, исполнительных узлов и адаптивных программных компонентов. В их состав входят различные типы датчиков. Так, например, датчики влажности определяют содержание влаги как непосредственно в продукте, так и в воздушной среде камеры, а температурные сенсоры регистрируют тепловые показатели на разных участках. Сведения, полученные от этих измерительных устройств, поступают в основной центр обработки информации. Такой подход позволяет применять более сложные методы анализа и оптимизации.

Одной из ключевых задач остается уменьшение потребления энергии. Применение систем утилизации тепла, более эффективных теплообменников и рационально настроенных схем движения воздуха дает возможность сократить энергозатраты на 20-40%. Внедрение тепловых насосов в состав комбинированных сушильных комплексов повышает их общий КПД и позволяет поддерживать устойчивый температурный режим при минимальных теплопотерях. Дополнительное использование математических моделей и анализ обширных массивов данных помогает находить оптимальные и наиболее экономичные режимы работы оборудования.

Инновационные методы сушки пищевого сырья становятся одним из ключевых направлений развития современной пищевой индустрии, что позволяет по-новому организовать процессы обработки и сохранения продукции. Совмещение цифровых систем управления, автоматизации и энергоэффективных физических способов нагрева радикально расширяет возможности производителей. Главные задачи таких технологий заключаются в улучшении качества готового продукта, экономическом эффекте и экологическом аспекте. Таким образом, современные технологии сушки превращаются в стратегический ресурс, обеспечивающий предприятиям гибкость, экологичность и устойчивое развитие на фоне растущей конкуренции и ужесточения требований рынка.

Список литературы

1. Инфракрасные сушилки. [Электронный ресурс]. - URL: <https://bi-teh.ru/biblioteka/ik-sushki/?ysclid=mhqi95q4pg646758463> (дата обращения: 09.11.2025)
2. Распылительные сушилки в пищевой промышленности. [Электронный ресурс]. URL: <https://mida.ru/resheniya/dlya-pishchevoy-promyshlennosti/raspylitelnye-sushilki-v-pishchevoy-promyshlennosti/> (дата обращения: 09.11.2025)
3. Перспективы биоконверсии отходов переработки подсолнечника в белковую кормовую добавку. Нурпеисова Т.С., Николаенко С.Н., Слипченко Е.В., Губарева Е.А. В сборнике: Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей X Международной научно-практической конференции. Пенза, 2025. С. 182-187.
4. Влияние ферментативной обработки цитрусовых выжимок в производстве пектина и пектиновых экстрактов. Натальченко А.А., Слипченко Е.В. В сборнике: Виртуозы науки. Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г. Краснодар, 2024. С. 232-233.
5. Использование инновационных методов определения пищевых компонентов в здоровом питании. Слипченко Е.В., Губарева Е.А., Базык А.Д., Уманский М.И., Брагин А.А. В

сборнике: Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Майкоп, 2024. С. 257-261.

6. Значение амилалитических ферментов в пищевой промышленности. Половинчук И.В., Слипченко Е.В. В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях. Краснодар, 2024. С. 823-824.

СОЛОДОВНИКОВА МИЛАНЬЯ КОНСТАНТИНОВНА, студентка

Научный руководитель —

СЛИПЧЕНКО ЕВГЕНИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, к.т.н.

Кубанский государственный аграрный университет

им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

(e-mail:slipa99@mail.ru)

СОВРЕМЕННЫЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Данная статья исследует инновационный метод производства культивируемого мяса — от забора клеток до формирования конечного продукта. Подробно рассматриваются все этапы технологической цепочки, а также анализируются ключевые вызовы, стоящие перед отраслью, и перспективы коммерциализации данной технологии.

Ключевые слова: инновационный метод, культивируемое мясо, клеточные линии, биопсия.

В настоящее время одной из важнейших проблем человечества является нехватка пищи. Спрос на мясные продукты растёт с каждым днем, однако традиционное животноводство сталкивается с непреодолимыми вызовами: экологическими проблемами, этическими дилеммами и рисками зоонозных заболеваний. Решение данной проблемы - культивируемое мясо. Это не имитация, а настоящая мышечная ткань животного происхождения, выращенная в контролируемых условиях вне тела животного. Данная статья представляет собой обзор на технологию производства мясного продукта по данной методике.

1. Основа метода.

Процесс начинается с выбора и получения «строительных блоков» — жизнеспособных клеток-предшественников.

· Выбор клеточных линий: Зачастую используют мезенхимальные стволовые клетки (МСК) и сателлитные клетки или миосателлитоциты (взрослые стволовые клетки, естественной функцией которых является восстановление и рост мышечной ткани).

· Биопсия: Забор ткани проводится у живого животного (например, коровы породы Вагю или свиньи Дюрок) под местной анестезией. Процесс безболезненный и не наносит существенного вреда здоровью особи. Полученный обра-

зец содержит тысячи первичных клеток, которые впоследствии используются для производства нескольких тонн мяса.

· Создание банка клеток: Выделенные клетки помещают в среду со всеми необходимыми нутриентами, витаминами и гормонами, способствующими росту тканей.

2. Питательные среды и факторы роста.

Чтобы клетки росли и дифференцировались, им необходима сложная питательная среда, выполняющая функцию крови в живом организме. Поэтому в ее состав входят следующие компоненты:

- Источники энергии: Глюкоза, аминокислоты.
- Стимуляторы роста: Сыворотки (например, фетальная телячья сыворотка — ФТС) или их синтетические заменители.
- Витамины и минералы (например, С, Е, В1, В2 и другие).
- Буферные системы для поддержания pH.

На протяжении многих десятилетий ФТС была стандартом в клеточных технологиях, однако ее использование в производстве мяса на сегодняшний день неприемлемо, поскольку она дорогая, этически спорная (так как получается из крови беременных коров при забое) и ее состав варьируется от партии к партии. Ключевая технологическая задача отрасли — разработка полностью определенных, бессывороточных сред, поэтому на данный момент существуют синтетические коктейли факторов роста, позволяющие полностью отказаться от ФТС, что снижает стоимость продукта и делает его производство более этичным.

3. Процесс культивации.

Процесс роста культивируемого мяса делится на две основные фазы: пролиферация и дифференцировка.

1) Пролиферация (Размножение): клетки из банка размораживаются и помещаются в культуральные фласки, а затем — в небольшие биореакторы с высоким содержанием факторов роста, где клетки активно делятся, экспоненциально увеличивая свою биомассу. В результате этой фазы образуется максимально возможное количество клеток-предшественников.

2) Дифференцировка (Превращение в мышечную ткань): когда клеточная плотность достигает нужного значения, снижается концентрация факторов роста и изменяются физико-химические условия, что служит сигналом для миобластов (клеток-предшественников) начать процесс слияния. Они выстраиваются в цепочки, объединяются и формируют миотубы — примитивные мышечные волокна.

4. Формирование итогового мясного продукта.

Для создания структуры, аналогичной натуральному мясу, клеткам необходим каркас, в роли которого выступают скаффолды, представляющие из себя пористые матрицы, обеспечивающие опору для клеток, направляющие их рост и формирующие будущую текстуру продукта.

Типы скаффолдов:

1) Гидрогели (на основе коллагена, альгината, хитина): Создают плотные, гелеобразные структуры, подходящие для фарша или паштетов.

2) Волокнистые матрицы (электропрядение): Создают тонкие нити, имитирующие мышечные волокна.

3) Пористые губки (из декстрана или целлюлозы): Обеспечивают большую площадь для заселения клетками и позволяют создавать более толстые конструкции.

4) 3D-Биопринтинг: Это передовая технология для создания сложных мясных продуктов, таких как стейки. Благодаря специализированному 3D-принтеру слой за слоем «печатается» будущий продукт. В качестве «чернил» используются смесь, содержащая живые клетки (миобласты, адипобласты — клетки-предшественники жира) и биodeградируемый материал-носитель (например, тот же гидрогель).

5. Промышленное использование технологии.

Внедрение данной технологии в промышленность является самым важным вопросом, для решения которого был создан ряд инновационных технологий: перистальтические насосы, погружные и промышленные stirred-tank биореакторы.

Заключение.

Не смотря на стремительный прогресс, достигнутый учеными, перед отраслью культивируемого мяса стоят серьезные препятствия, такие как высокая себестоимость производства (российским ученым пока удалось вырастить лишь крохотный кусочек говядины — всего 40 граммов, который обошелся в 900 тысяч рублей), невозможность на данный момент дать гарантии их полной безопасности для потребителя. Тем не менее, потенциал технологии огромен. Она открывает возможность производства мяса без антибиотиков и патогенов, решает этические и экологические проблемы, поскольку животные в мясной промышленности употребляют в пищу около 30% мировых запасов зерна и являются одним из основных источников загрязнений.

Список литературы

1. Юсуфова Е.М., Нурпеисова Т.С., Слипченко Е.В. « Модификация состава питательной среды для получения каллусных культур в качестве продуцентов биологически активных веществ»; В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2024. С. 679-681;
2. Половинчук И.В., Слипченко Е.В. « Значения амилолитических ферментов в пищевой промышленности»; В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях. Краснодар, 2024. С. 823-824;
3. Завгородняя П.П., Кузнецов А.Г., Слипченко Е.В. « Методы физико-химического определения витамина В12»; В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2024. С. 533-537;
4. Юсуфова Е.М., Губарева Е.А., Слипченко Е.В., Горобец Д.В. «Биологические методы получения винных дрожжей на основе *saccharomycetes cerevisiae*»; В сборнике: Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2024. С. 298-302.

Заключение

Нашу конференцию, дорогие друзья, хочу закончить поэтическим слогом, побывав на Байкале, и иллюстрациями к нему. И если вы созрели для встречи с ним, то рекомендую в ближайшую возможность отправиться туда.

В Байкале дивном понимаешь,
Какую мощь собой являешь!
И, растворившись сразу в нём,
Рождаешься живым огнём!

Себя, мой друг, не пожалеешь,
Миллионы лет проплыв,
Тебя оно очистит и согреет,
Предназначение твоё раскрыв.

В нём — место Силы, место Духа,
Божественная чистота.
Его коснись и сам увидишь,
Вокруг какая красота!

Незабываемо творение: на сопках чайки
Взор в тайгу.
И домики, что приютили
Турбазой «Чара» на берегу.

На десять дней мы задержались
Во временной петле.
Но до сих пор Байкал волшебный
Звучит во мгле.

Мы были на Северном Байкале со стороны Иркутска, никакой цивилизации вблизи не было. В воде чистойшей купались, можно было прямо из Байкала пить. А сопки, вернее дороги, прямо в них недавно стали разрабатывать, чтобы до Байкала добраться на машине, до турбазы, а раньше только пешком несколько десятков километров шли группы. Но лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. наших туристов там немного, в основном из-за рубежа: китайцы, корейцы, европейцы спешат. Мы были в конце июля, начале августа, но и зимой Байкал уникален.

Всех поздравляю с наступающим 2026 годом и до новых встреч вместе с нашей дружной командой: модератором Гороховым Александром Анатольевичем, профессорами Курского ГАУ Волкова С.Н., Сивак Е.Е. и с генератором идей нашего проекта — заведующим кафедрой ПГС Шлеенко А.В.

Председатель организационного комитета,
профессор Курского ГАУ,

Волкова С.Н.

Научное издание

3-я Всероссийская
научно-практическая конференция
молодых ученых, аспирантов,
магистров и бакалавров

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ: АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

сборник научных статей

21 ноября 2025 года

ISBN 978-5-00261-637-4



9 785002 616374 >

Компьютерная верстка и макет *Горохов А.А.*

Подписано в печать 04.12.2025.

Формат 60x84 1/16, Бумага офисная.

Уч.-изд. л. 14,8. Усл. печ. л. 16,4. Тираж 100 экз. Заказ № 3114

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