



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖКХ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Материалы XIII Всероссийской (с международным участием)
научно-технической конференции молодых исследователей,
Волгоград, 20–25 апреля 2026 г.**



Волгоград
ВолГТУ
2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖКХ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Материалы XIII Всероссийской (с международным участием)
научно-технической конференции молодых исследователей,
Волгоград, 20—25 апреля 2026 г.**

Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, Е.А. Калюжиной

**Волгоград
ВолгГТУ
2026**

УДК 69+69:658+614.8](063)
ББК 38я431+65.441я431+68.9я431
А 437

Редакционная
коллегия:

Ермилова Н.Ю., канд. пед. наук, доцент кафедры ИГСИМ
Маринина О.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры ИГСИМ
Калюжина Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры БЖДСиГХ
Власова О.С., канд. техн. наук, доцент кафедры ПБиЗЧС
Артемова С.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры СиЭТС
Лёгкий А.Д., ст. преподаватель кафедры ЭТТГСИВ

А 437 **Актуальные** проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы XIII Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 20—25 апреля 2026 г. // Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, Е.А. Калюжиной ; Волгоград [Электронный ресурс] / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (23,2 Мбайт).— Волгоград : ВолГТУ, 2026. — Научное электронное издание комбинированного распространения: 1 CD-диск. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного технического университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9948-5354-2

Представлены материалы исследований молодых ученых, проводимых в области образования, строительства, жилищно-коммунального хозяйства и техносферной безопасности по следующим направлениям: строительство и эксплуатация инженерных и транспортных систем, экология и безопасность жизнедеятельности в техносфере, энергоснабжение и теплотехника, инженерная и компьютерная графика, метрология, стандартизация, сертификация и контроль качества в строительстве, теория и методика преподавания инженерных дисциплин.

Для научных работников, преподавателей вузов, соискателей, аспирантов, студентов и специалистов строительной отрасли.

УДК 69+69:658+614.8](063)
ББК 38я431+65.441я431+68.9я431

ISBN 978-5-9948-5354-2



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», 2026
© Авторы статей, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ.....	11
Абас М.Х. Олейник П.П. Повышение рационального устройства инженерных систем высотных зданий на основе упреждающих мероприятий.....	11
Абубакиров А.Б. Практика технической эксплуатации ирригационных комплексов на объектах с озеленённой кровлей	13
Акижанова Э.А. Дуйшоев С.Д. Изучение технологий энергосберегающих стеновых материалов в малоэтажном строительстве.....	15
Аманов М.А., Тешаев Э.А. Прогнозирование оползней на автодороге Ош-Эркештам (63 км).....	17
Балакин В.В., Боженков И.В., Атаджанов К.Б. Влияние зелёных насаждений на качество воздуха пешеходных зон и общественных пространств на городских улицах.....	19
Берекет Д. Возможности и преимущества динамического зондирования грунтов.....	23
Боженков И.В., Макаров А.В. Пассажирский транспорт Волгограда: правовые аспекты.....	25
Бондаренко А.Е. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) в структуре городской инженерной инфраструктуры.....	28
Бочаров Д.Д., Еремин Г.С. Применение метода горизонтального бурения в строительстве переходов трубопроводов.....	30
Варлахин Я.А., Степанов С.И. Вероятностный анализ сейсмической активности и принципы проектирования зданий в зонах повышенной сейсмичности.....	31
Гавриш Д.С., Настасий А.М. Использование технологий искусственного интеллекта в строительстве.....	33
Галкин А.А., Макаров А.В. Развитие искусственного интеллекта в дорожном строительстве.....	35
Гончаров Г.О., Хан М.Е. Усовершенствование конструкции инструмента и технологии очистки скважин.....	37
Гофман С.Д., Ротай Г.В., Юлдашов Ш. Цветные стеклошарики для горизонтальной разметки на проезжей части автомобильных дорог.....	39
Гурик В.А. Потенциал использования вторичных материалов автомобильных шин в строительстве и благоустройстве.....	43
Давыдов Р.В., Карякин К.А. Интеллектуальный мониторинг состояния покрытия как фактор повышения уровня зимнего содержания автомобильной дороги Р-228.....	45
Дмитриев Е.С., Вербицкая Ж.С. Разработка и гидравлический расчет водной системы фонтана при реконструкции дворцово-паркового ансамбля в Коссово.....	47
Дубоненко И.В. Современные методы оценки профессиональных рисков на производственных объектах.....	49
Дыйканбаев Б.Ж., Турабыев Ч.К. Повышение качества автомобильных дорог в Кыргызстане: проблемы и современные решения.....	51
Есмагулов Б.М. О выборе стали для мостовых сооружений в соответствии с требованиями EN 1993.....	53
Жороев И.А., Жалалдинов М.М. Влияние природных опасностей (оползней и снежных лавин) на автомобильные дороги Ошской области и методы их предотвращения.....	56
Зотов Н.В., Бочаров Д.Д., Еремин Г.С., Молочков Д.Н. Цифровые технологии в обеспечении безопасности сооружений нефтегазовой отрасли России.....	58
Капаров У., Асилбек уулу К., Дуйшоев С.Д., Салиева М.Г. Анализ энерго	

эффективности многослойных ограждающих конструкций.....	60
Карьгина Е.Е. Оценка гибридной системы отопления на основе ветровой энергии для нужд малого фермерского хозяйства.....	62
Карякин К.А., Давыдов Р.В., Певнев В.М. Повышение надежности металлических гофрированных труб на дорогах Волгоградской области.....	64
Кашина Е.С., Мельникова Е.С. Применение преобразования Гильберта-Хуанга для спектрального анализа сейсмических воздействий при расчете инженерных систем.....	65
Лескин А.А., Галкин А.А. Влияние противогололедных реагентов на долговечность асфальтобетона.....	67
Литвинов Р.А., Лопатина Д.С., Артемова С.Г. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду.....	69
Макеев В.А., Гофман С.Д., Юлдашов Ш. Анализ ДТП на 3-й продольной магистрали города Волгограда.....	71
Маринин Н.А., Заднепровская М.В. Генезис судебной строительной экспертизы в зеркале философии права: от сакрального ритуала к научному рационализму.....	72
Маринин Н.А., Заднепровская М.В. Философско-правовые основания возникновения и развития судебной экспертизы в строительстве.....	75
Мельников Д.А. Дифференциация методов восстановления зданий и сооружений по стадиям жизненного цикла.....	77
Миоц Е.Е. Модель формирования технико-экономического обоснования как инструмент принятия решений на предынвестиционной стадии девелоперского проекта.....	80
Молочков Д.Н., Зотов Н.В. Обоснование корректировки глубины бурения горизонтальной скважины.....	83
Нигматуллаев Ш. Преимущества применения статического зондирования и комбинированных методов при инженерно-геологических изысканиях.....	85
Окулова П.И., Круглов К.Р., Пугачев Н.А. Совершенствование средств зрительного ориентирования на участках автомобильных дорог вне населенных пунктов при ограниченной видимости.....	87
Певнев В.М., Скупов А.С., Боровик А.В. Повышение безопасности пешеходного перехода на ул. Латвийской города Волгограда.....	89
Подкорыгова Д.А., Пилипенко Т.В. Погрешности при сокращении данных при моделировании русловых деформаций в зоне подводного карьера.....	91
Поляков П.Н., Ануфриев В.Н. Повышение энергоэффективности водопроводных насосных станций при модернизации систем управления синхронных электродвигателей.....	93
Руколеев А.В., Суппес С.И. Оценка влияния погодозависимого регулирования на устойчивость режимов работы систем теплоснабжения.....	94
Русланбек уулу Р., Жалалдинов М.М. Дорожные заторы в городах и пути их сокращения.....	96
Сальников А.В., Скиданов К.Д., Макеев В.А. Анализ существующих транспортно-логистических центров г. Волгограда.....	98
Сальников А.В., Гофман С.Д., Боровик А.В., Юлдашов Ш. Особенности управления дорожным движением вблизи транспортно-логистических центров.....	100
Сенчук Д.Д. Применение измельченного брикетированного торфа для доочистки сточных вод от ионов никеля.....	102
Сидякин Д.Н. Технологические особенности устройства свайных фундаментов зданий и сооружений на слабых водонасыщенных грунтах.....	104
Сухопаров В.А., Оруджова О.Н. Особенности организации строительства на Соловецких островах.....	106

Сухопаров В.А., Оруджова О.Н. Современные методы доработки архитектурной графики на этапе проектирования объекта.....	107
Тимофеев С.Р. Возможность применения чат-бота для анализа группы фотографий поверхностей бетона при выявлении биообрастания.....	109
Тимченко Ар.А., Тимченко Ан.А. Аддитивные технологии в строительстве: от эксперимента к социально-значимым объектам.....	111
Тимченко Ар.А., Тимченко Ан.А. Аддитивные технологии в строительстве: трансформация подходов к возведению зданий и сооружений.....	114
Тимченко Ар.А., Тимченко Ан.А. Использование искусственного интеллекта в инженерном проектировании.....	116
Хамиди С.А. Современные инженерные методы защиты зданий от землетрясений...	119
Худякова Е.А. Импортозамещение в сфере эксплуатации здания.....	121
Чикая Ясинт З.Е., Оглы А.А. Влияние смазки на напряженное состояние и срок службы талевого каната.....	123
Юзабчук Д.А., Галимнурова О.В, Урманшина Н.Э. Система противообледенения мостовых конструкций с применением греющих кабелей.....	125
ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ.....	127
Ади В.С.Ю. Оценка экологических рисков и управление безопасностью на предприятии по переработке семян кукурузы.....	127
Аликов А.В., Мензелинцева Н.В. Оценка точности замеров концентрации примесей в атмосфере малогабаритными датчиками.....	129
Антипенко В.А. Особенности развития пожара при тепловом разгоне литий-ионных аккумуляторов в условиях высотного стеллажного хранения.....	131
Антипенко В.А. Специфика пожарных рисков при эксплуатации складских хранилищ литий-ионных аккумуляторов (на примере Волгоградского региона).....	133
Артюхова Л.С. Экологические аспекты и коррозионная стойкость силикатно-эмалевых покрытий (СЭП) в системах питьевого водоснабжения.....	136
Ахмадов В.К. Применение блокчейн-технологий для обеспечения надёжности и безопасности логистики в условиях масштабных катастроф.....	140
Багров В.А. Исследование загрязнения воздуха рабочей зоны при сельскохозяйственных работах.....	142
Белецкий А.В. Основные мероприятия по обеспечению безопасных условий труда пожарных, связанных с воздействием высоких температур.....	144
Варюхина С.А., Ходяшев М.Б. Особенности нормирования сточных вод организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоотведения поселений или городских округов.....	146
Васильев И.П. Расширение использования альтернативных топлив за счет терпенов	148
Вишнякова А.Е. Анализ техносферных рисков при подземной добыче урана.....	150
Власова О.С., Хохлачев М.О., Клименти Н.Ю. Сравнительный анализ интеллектуальных программных комплексов обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов.....	152
Гайдук Т.Д. Экологический мониторинг с использованием искусственного интеллекта: оптимизация отчетности по программе экологического контроля 2025.....	155
Герасименко Н.М., Rogozin Ю.О. Выявление индивидуально-личностных предикторов реализации опасных событий на основе двухэтапного кластерного анализа....	157
Герашенко А.А., Игнаткина Д.О., Федий Н.В., Герашенко В.К. Мировой опыт применения перспективных технологий для редуцирования содержания хлороформа в питьевой воде.....	159

Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Федий Н.В., Геращенко В.К. Ресурсный износ инфраструктуры водоснабжения и водоотведения: угроза и масштаб проблемы.....	163
Гуляева С.В. Актуальные вопросы тушения пожаров на объектах здравоохранения.....	166
Гуршева К.И. Утилизация попутного нефтяного газа на газотурбинных электростанциях.....	168
Добринская А.А., Прокопов А.М., Самофалов Д.В. Проблема загрязнения поверхностных водных объектов сточными водами.....	170
Добрынин И.И. Использование технологии виртуальной реальности (VR) для тренировки действий персонала при эвакуации.....	172
Дружинина В.С., Добринская А.А., Зимницкая А.О., Иванова Ю.П. Экологические риски и последствия загрязнения океана твёрдыми отходами.....	175
Душкин В.Д., Жогленко Е.В. Проблемы утечек воды в городских системах водоснабжения и методы их снижения.....	177
Ермошина А.А., Калюжия Е.А. Влияние горючести и взрывоопасности пыли на окружающую среду.....	179
Жогленко Е.В., Душкин В.Д. Современные тенденции в проектировании систем вентиляции и кондиционирования.....	181
Зайцева М.С., Жукова Н.С. Повышение эффективности экологического мониторинга: структурный подход.....	183
Ивко А.Н. Влияние влажности на пыление солеотвалов и поведение частиц PM2.5 и PM10.....	185
Карижский Д.И. Факторы формирования шумовой нагрузки на территории г. Волгограда.....	187
Клейн Е.А., Журавлев Г.К. Экологические проблемы при перегрузке угля в портах России.....	189
Колотева А.А. Психофизиологические аспекты поведения людей при пожаре в условиях паники.....	191
Кормишин А.В. Психология паники: анализ поведения толпы при пожаре в торговых-развлекательных центрах.....	193
Кравченко Д.О. Сравнительный анализ эффективности различных типов огнетушителей при тушении бытовых пожаров с разработкой алгоритма выбора.....	196
Курябов И.Е., Букина И.А., Шушпанов А.Н. Моделирование аварий при сушке фармацевтических субстанций.....	199
Лушников А.Р. Глобальное потепление, причины и последствия.....	201
Лушников А.Р. Теория и практика техногенного риска.....	203
Лясин Р.А. Метод компенсации гигроскопического эффекта для датчиков частиц... ..	205
Маринина О.Н. Исследование свойств сорбционно-фильтрующих материалов для защитного слоя респираторов типа «Снежок-ГП-В» при проведении сварочных работ.....	207
Машакарян А.С. Моделирование ветровых потоков в жилой зоне городской застройки.....	210
Минькин Р.С. Оценка влияния микропластика на экологическую безопасность городской среды и методы его нейтрализации в системах водоснабжения.....	212
Некрутенко В.В. Оценка влияния бытовых химических веществ на здоровье человека.....	214
Некрутенко В.В. Основные направления совершенствования первичных средств пожаротушения.....	216
Пастушенко Ю.С., Гоцка З.М., Мокрый Д.Н. К вопросу оценки точности долгосрочных прогнозов погоды.....	218
Петренко К.А., Драмарецкий Е.В., Матвеев В.А. Оценка рисков потенциально опасного объекта на примере АО «Балаклавское рудоуправление им. А.М. Горько-	

го».....	220
Петрова С.П. Пожарная нагрузка в современных логистических центрах с автоматизированным хранением.....	222
Пешакова В.А., Ивахнюк Г.К. Кристаллизация расплавов металлов: современные подходы к повышению качества литья.....	224
Пешакова В.А. Пожарная опасность объектов судового транспорта.....	226
Подлепаева Я.С., Степанова И.Е. Визуализация ветровых потоков и загрязнений вокруг зданий: комплексный подход к городскому планированию и здоровью населения.....	228
Постникова Е.А., Жукова Н.С. Особенности осаждения гипсовой пыли.....	232
Привалова Н.В. Разработка в лабораторных условиях технологической схемы экстрагирования смеси фосфат содержащих производственных жидких отходов.....	234
Пылаева Е.А. Повышение пожарной безопасности строительных конструкций при углеводородном пожаре.....	236
Разуваева Н.В. Развитие велоинфраструктуры как фактор снижения антропогенной нагрузки на атмосферу и акустическую среду жилых зон.....	238
Родимина М.А. Аммиак в холодильных системах пищевой промышленности: основные риски, профилактика.....	240
Самойлова Т.С., Сорокин И.О. Экспериментальное и расчетное прогнозирование температуры вспышки смеси ацетона с о-ксилолом.....	243
Сатторов З.М., Отажонов О.А. Экологическая оценка бетона, изготовленного с использованием золы ТЭС.....	245
Сипилина А.А., Советин Ф.С., Шушпанов А.Н. Термическое разложение пигмента красного 2С.....	248
Стреляева А.Б., Стреляева К.С. Безопасные и комфортные условия труда на рабочих местах.....	250
Сурков В.А. Методика оценки пожарного риска для малого бизнеса.....	253
Сущенко Р.В. Инновационные методы очистки атмосферного воздуха.....	255
Сыровой Г.В., Тихонов В.Л. Методы неразрушающего контроля воздушных металлокомпозитных баллонов для спасательных систем пожарных.....	256
Тафинцев Н.Д. Разработка модели безопасного вывода проживающих из геронтологических центров на основе анализа их физиологических возможностей.....	258
Умиридинов И.О. Экологическое значение пенобетона на основе летучей золы и отходов промышленности.....	261
Филатов В.А. Проблемы нормирования экологических воздействий при выполнении строительных работ.....	264
Фролов Я.В. Правовые аспекты причин пожаров: расследование и разграничение неосторожности и поджога.....	266
Харченко А.О. Акклиматизация работников пищевой промышленности к повышенным температурам.....	268
Хасигов Г.В. Проблемы и перспективы техносферной безопасности в сфере жилищно-коммунального хозяйства России.....	270
Хохлачев М.О. Анализ возможных последствий воздействия на окружающую среду от пожара в торговом центре.....	272
Чалова А.О., Бою А.С. Огнезащитные составы для древесины: краткий анализ патентов.....	275
Чернущенко А.А. Принципы построения систем обеспыливания при ремонтных строительных работах в действующих зданиях.....	277
Шведов Д.М. Аудит пожарной безопасности в студенческих общежитиях и переход от формальностей к реальной угрозе.....	279
Шевченко Е.А. Экологические последствия пожаров зданий в жилом секторе.....	281

Шугаева А.Р. Термический анализ древесины, пропитанной аммонием тетраборнокислым 4-водным.....	284
Юсупова А.А. Вредные и опасные производственные факторы на нефтегазодобывающем предприятии.....	286
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ТЕПЛОТЕХНИКА	289
Ал Джожо Ферас. Влияние типа конденсатора на тепловые характеристики двухступенчатой абсорбционной холодильной машины.....	289
Алимбеков М.Р., Бондарев Е.Д., Киреев Р.А. Анализ аварийности тепловых сетей г. Волгоград.....	291
Алимбеков М.Р., Бондарев Е.Д., Киреев Р.А. Повышение надежности газоснабжения сельских территорий: проблемы и перспективы г. Волгограда.....	292
Болдырева С.В., Мишенин С.С., Лямцева А.С. К вопросу потерь тепла из наружной части городской теплосети.....	294
Бранспиз М.Ю., Бранспиз Е.В. Результаты выбора некоторых основных параметров вертикальной ветроэлектрической установки малой мощности с регулируемым направляющим аппаратом.....	296
Гурьев О.А. Анализ газового потребления частным домом и рекомендации по внедрению энергоэффективных технологий.....	298
Жванский И.А. К вопросу оценки эффективности процессов тепловлажностной обработки воздуха в контактных аппаратах СКВ и В.....	301
Жумабеков Ж.К., Анапия М.М. Пассивный офис: принципы проектирования энергоэффективного здания.....	304
Карапузова Н.Ю., Фокин В.М., Карапузов В.И. Диагностика теплофизических свойств теплоизоляционных пористых материалов.....	306
Ковтун А.С., Бранспиз М.Ю. Результаты расчётных исследований теплового компрессора каскадного обмена давления.....	308
Колесников Ф.А., Фокин В.М., Душко О.В. Перспективы применения теплового насоса «воздух-вода» для аккумулирования тепловой энергии.....	310
Коноваленко А.А., Нефедьев А.И. Устройство контроля пламени.....	312
Корунский Н.С., Иванов Д.С. Анализ рабочего процесса компрессора каскадно-теплового сжатия для систем наддува ДВС.....	314
Костюк Д.Е., Корнеев К.Г. Экспериментальное исследование эжекционной системы наддува на базе компрессора каскадно-теплового сжатия.....	316
Кузьменко Д.Ю., Данилейченко Д.А. Исследование систем внешней утилизации тепловой энергии.....	318
Ларионова Т.С., Лёгкий А.Д., Фокин В.М. Повышение энергоэффективности закрытых систем теплоснабжения.....	320
Литвинова Е.Д. Анализ уровня развития промышленных горелок на основе отечественного бренда ТЕГА.....	322
Литвинова Е.Д. Подбор буферного накопительного бака многоэтажного здания для аварийного резервирования.....	323
Мирошников А.А., Зубов А.А. Современные теплоизоляционные технологии для повышения энергоэффективности предприятия.....	325
Нестеренко С.В., Федоров В.В., Фокин В.М., Евстафьева Н.Ю. Совершенствование работы систем теплоснабжения и устройств нефтегазоконденсатных месторождений.....	327
Попова А.Д. Особенности эргономического ощущения человека.....	329
Рустамова Д.Б. Общая классификация и функции теплоизоляционных сухих строительных смесей.....	331

Сатторов З.М., Мадраймов Н.А. Разработка ресурсосберегающих легких бетонных изделий на основе техногенных отходов для устойчивого развития строительной отрасли.....	335
Стефаненко Н.И., Колесников Ф.А., Усадский Д.Г., Фокин В.М. Термоэлектрические устройства энергопотребляющих объектов.....	338
Тырловой С.И., Шевченко Д.С., Щеголев В.И. Применение теоремы об изменении кинетической энергии механической системы для определения мощности стартера автотракторного дизеля.....	341
Филатова Е.Б. Комплексный подход к прогнозированию ресурса стальных газораспределительных систем.....	343
Фролов В.Н. Исследование влияния угла поворота на температурное удлинение трубопровода.....	345
Хлыбов А.Д. Сравнение эффективности пластинчатых и роторных рекуператоров...	347
Шаповал Д.Н. Энергосбережение при внедрении автоматизации и цифровизации в сетях теплоснабжения.....	349
Шелехова И.В. Результаты исследования эффективности комбинированных систем теплоснабжения в каркасном домостроении.....	351
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.....	354
Бадан А.Р. Лента Мебиуса.....	354
Белоусова Е.С. Реконструкция координатного трехгранника.....	356
Дылдин Д.Д. Моделирование резьбы в компасе 3D.....	357
Коробков В.Р. Группы пересекающихся тел: теория, методы и практика построения линии пересечения.....	359
Коряковцев Е.Ю., Степанова И.Е. Инженерная графика и области ее применения.....	361
Кривчиков И.О. Влияние штриховки и шрафировки на восприятие изображения....	363
Кузнецова О.Г., Решетников М.К., Бородулина С.В. ТИМ в комплексе архитектурно-строительной графики.....	367
Маланка М.И. Создание трехмерных компьютерных моделей и макетов зданий в «Компас-3D».....	369
Трухляев Я.Е. Конструкторская документация.....	371
Черкашина В.А. Геометрия в современной архитектуре России.....	373
МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	375
Кривчиков И.О. Унификация продукции, как метод сокращения числа типов деталей.....	375
Кривчиков И.О. Устранение и исключение систематических погрешностей путем введения поправок.....	379
Линейцева А.А. Специфика документооборота в инвестиционно-строительной деятельности.....	381
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН...	384
Беспалов В.В., Красильникова С.В., Угланов И.В. Анализ предпочтений и уровня владения BIM-технологиями среди студентов архитектурных специальностей и преподавателей: сравнительное исследование.....	384
Бунакова И.А. Выездные семинары на строительные площадки и производственные объекты как эффективный способ развития профессионально – трудовых ком-	

петенций у студентов направления «Техносферная безопасность».....	386
Ермилова Н.Ю., Поздняя Л.В. Значение графических изображений в развитии пространственного мышления школьников.....	388
Кобко А.А. Подготовка студентов по графическим дисциплинам с использованием современных информационных технологий.....	391
Кузнецова О.Г., Бородулина С.В. Теория теней и перспективы в курсе начертательной геометрии.....	393
Максимова Л.Ф., Даниелян С.Г. Перспектива объекта.....	395
Маланка М.И. Применение дистанционных образовательных технологий обучения студентов по инженерной и компьютерной графике.....	397
Маринина О.Н., Маринина Е.А. Программированное обучение в инженерной графике.....	398
Маринина Е.А. Маринина О.Н. Роль психолога в образовательном процессе.....	401
Пронина Ю.Г., Медяник В.А., Сало В.И. Особенности практического занятия на тему «Риск как оценка опасности».....	402
Пронина Ю.Г., Медяник В.А., Сало В.И. Разработка практического занятия на тему «Биоритмы и их роль в жизнедеятельности человека».....	404
Рязанов С.А. Аналитическая модель зуборезного инструмента для формообразования сложных контактирующих поверхностей методом обкатки.....	407
Рязанов С.А. Формирование имитационной модели, производящей поверхности, являющейся компьютерным аналогом формообразующей поверхности инструмента.....	408
Сальникова А.А., Сальникова Е.А. Оптимизация и персонализация лабораторных занятий по электротехнике.....	411
Тимченко Ан.А., Тимченко Ар.А. Развитие инженерного мышления студентов средствами 3D-моделирования.....	412

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

УДК (69.05)

ПОВЫШЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ УПРЕЖДАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Абас М.Х., аспирант (ТОСП-4-9)

Олейник П.П., д.т.н., профессор кафедры ТОСП

Национальный исследовательский московский государственный
строительный университет

Институт промышленного и гражданского строительства

Рассмотрены вопросы повышения рациональности устройства инженерных систем высотных зданий, а также необходимость разработки мероприятий оперативного реагирования на риски.

Ключевые слова: высотные здания, инженерные системы, рациональное устройство.

В условиях высотного строительства рациональное устройство инженерных систем приобретает критическое значение, поскольку ошибки на этапах проектирования и монтажа, приводят не только к увеличению сроков работ, но и к снижению энергоэффективности, росту эксплуатационных затрат и сокращению срока службы инженерной инфраструктуры здания. Под рациональным устройством инженерных систем понимается совокупность проектных, технических и организационных решений, направленных на обеспечение требуемого уровня качества и эксплуатационной надёжности систем, формируемых на всех этапах жизненного цикла объекта [1- 4].

В результате проведённых теоретических исследований, анализа научной литературы [1-4], а также в результате практического опыта реализации объектов высотного строительства и экспертного опроса сформирован перечень негативных факторов, классифицированных по этапам жизненного цикла высотного здания и установлены следующие значения относительной степени ответственности участников строительства: подрядчики по инженерным (механическим) системам — 36%; генеральный подрядчик — 26%; проектировщик — 17%; технический заказчик — 11%; ресурсоснабжающие организации — 4%; застройщик — 2%; организации, выполняющие инженерные изыскания — 2%; органы согласования — 2%.

Таким образом, распределение степени ответственности отражает фактическую структуру влияния участников строительства на процесс устройства инженерных систем высотных зданий. Диаграмма распределения ответственности участников строительства за рациональное устройство инженерных систем представлена на рис. 1.

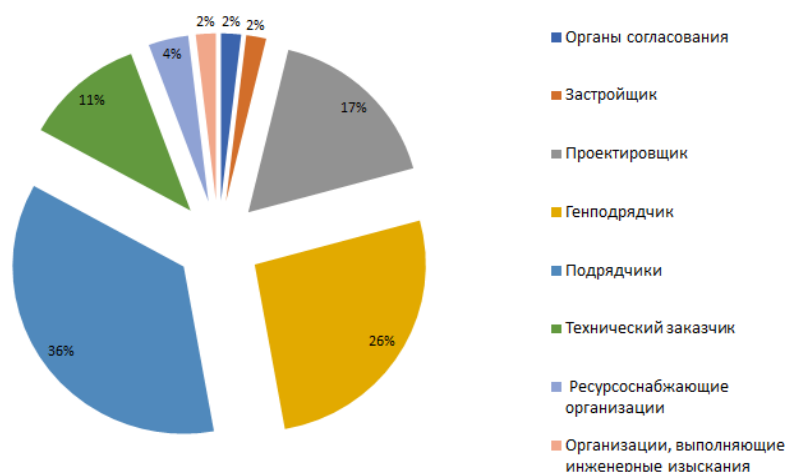


Рис. 1. Диаграмма распределения ответственности участников строительства за рациональное устройство инженерных систем

На основании вышеизложенного авторами сформирована библиотека типовых мероприятий реагирования на негативные факторы, возникающие при устройстве инженерных систем. Данная библиотека представляет собой систематизированный комплекс организационно-технических решений, направленных на оперативное устранение негативных последствий, минимизацию отклонений сроков выполнения работ и обеспечение рационального устройства инженерных систем высотных зданий. Примеры предлагаемых мероприятий приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Примеры предлагаемых мероприятий реагирования на риски

Негативный фактор (риск)	Мероприятия реагирования
Частые корректировки технического задания на проектирование инженерных систем	1. Полный пересмотр ТЗ; 2. Применение модульных проектных решений; 3. Создание отдельного блока управления изменениями в цифровой модели; 4. Учет влияния корректировок на график и бюджет.
Ошибки в расчётах проектных нагрузок инженерных систем	1. Повторное моделирование с уточнением нагрузки и с использованием сертифицированных программ (Revit, MagiCAD); 2. Привлечение внешнего эксперта по инженерным системам.
Ошибки в увязке календарных графиков строительно-монтажных работ с монтажом инженерных систем	1. Переработка генерального графика строительства; 2. Перераспределение ресурсов на критических направлениях; 3. Введение цифрового мониторинга 4D-BIM; 4. Проведение регулярных совещаний.
Увеличение количества материалов и оборудования по инженерным системам на стадии РД	1. Проведение анализа изменений; 2. Ведение единого реестра оборудования; 3. Планирование резервных поставок; 4. Организация оперативных согласований дополнительных объёмов с заказчиком и подрядчиком; 5. Пересмотр календарно-сетевых графиков с учетом перераспределения ресурсов; 6. Усиленный контроль выполнения работ критического пути; 7. Увеличение численности рабочих бригад и перераспределение трудовых ресурсов.

Задержка в проверке и утверждении выполненных работ, задержка в проверке исполнительной документации	1. Установление регламентов приёмки -сдачи ИД; 2. Контроль исполнения через систему уведомлений; 3. Согласование графика проверок с представителями Технадзора; 4. Введение цифровой системы согласований ИД; 5. Оперативное информирование заказчика об отклонениях.

В заключении следует отметить, что выработка дополнительных требований к рациональности инженерных систем, подготовленных к эксплуатации, обусловлена необходимостью применения актуальных цифровых моделей, использования интеллектуальных систем управления и регламентации процедур оперативного реагирования на отклонения, возникающие при монтаже и корректировке инженерных систем высотных зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Олейник П.П., Абас М.Х. Разработка модели оценки рационального устройства инженерных систем высотных зданий // Строительное производство. 2026. №. 1. С. Режим доступа: <https://doi.org/10.29039/2658-5340-2026-2-CP0051>, CP0051 (Дата обращения: 17.05.2026).
2. Назарова К.А., Лapidус А.А. Особенности формирования факторов технических рисков, возникающих при строительстве многоэтажных зданий // Вестник евразийской науки. 2021Т. 13, № 3. Ст. 10.
2. Олейник, П.П., Абас М.Х. Основные факторы, влияющие на качество работ при монтаже инженерных систем высотных зданий // Строительное производство. 2023. № 4. С. 21-25. Режим доступа: <https://doi.org/10.54950/265853402023421> (Дата обращения: 17.05.2026).
3. Ляшенко Е.К. Факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий // АМІТ. 2013. №3 (24).
4. Вернин Н.А., Грузков А.А., Матвиенко В.Д., Соляник П.Е. Особенности проектирования высотных зданий // Инновации и инвестиции. 2020. №11. С. 205-208.

УДК 692.415.2:696

ПРАКТИКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИРРИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОБЪЕКТАХ С ОЗЕЛЕНЁННОЙ КРОВЛЕЙ

Абубакиров А.Б. (2-СТФ-24СТФ-102М)

Научный руководитель — к.э.н., доц. кафедры «Стоимостной инжиниринг и техническая экспертиза зданий и сооружений» Власова Н.В.
Самарский государственный технический университет

В статье изложены практические аспекты содержания ирригационного оборудования, смонтированного на озеленённых кровлях. Приведён перечень обязательных мероприятий по уходу за узлами автополива в разные сезоны. Даны рекомендации по типовым неисправностям.

Ключевые слова: зелёная кровля, техобслуживание, автополив, капельная линия, зимняяконсервация.

Осуществлять полив вручную на высотных объектах крайне затруднительно. Именно поэтому автоматизированные системы орошения становятся жизненно необходимым элементом для эксплуатируемой кровли с живыми насаждениями. Однако их бесперебойное функционирование возможно при правильной эксплуатации, чему и посвящена данная статья.

Выделяют две основные разновидности автополива: полив с использованием дождевателей и мелкокапельный полив. Такие системы проще в визуальной диагностике, однако они более подвержены засорению и требуют периодической перенастройки секторов орошения [1]. Наибольшая эксплуатационная нагрузка на оборудование приходится на вегетационный период. В таблице 1 сведены стандартные процедуры с указанием рекомендуемой частоты.

Таблица 1.

Регламент технического ухода за узлами автополива кровельного сада

Элемент системы	Еженедельно	Ежемесячно	Ежесезонно
Сетчатые фильтры	Визуальный контроль	Промывка обратным током воды	Смена фильтрующего элемента
Форсунки / капельницы	Очистка от механических частиц	Проверка радиуса орошения	Регулировка производительности
Датчики влажности субстрата	—	Контроль целостности проводки	Калибровка порогов срабатывания
Электромагнитные клапаны	Проверка на протечки	—	Смазывание уплотнительных колец
Программируемый контроллер	Сверка хода часов	—	Обновление внутреннего ПО

Ключевое правило: запуск полива следует осуществлять в предутренние часы (до 10 утра) для минимизации потерь на испарение и исключения ожога листовых пластинок [2].

В условиях умеренного и холодного климата России наиболее ответственным этапом эксплуатации является подготовка системы к зимнему простоя. Замерзание остаточной влаги внутри труб и фитингов гарантированно вызывает разрывы магистралей и выход из строя запорной арматуры. На рис. 1 представлена последовательность операций при консервации.

Продувка пневматическим способом является обязательной: недостаточное давление не вытеснит воду из нижних точек сети, а избыточное (свыше 6–7 бар) способно повредить мембраны электромагнитных клапанов. Расконсервацию рекомендуется выполнять после установления положительных ночных температур (обычно конец апреля – первая декада мая).

В заключении хотелось бы отметить, что обеспечение работоспособности автоматического полива на зелёной кровле требует системного и дисциплинированного подхода.

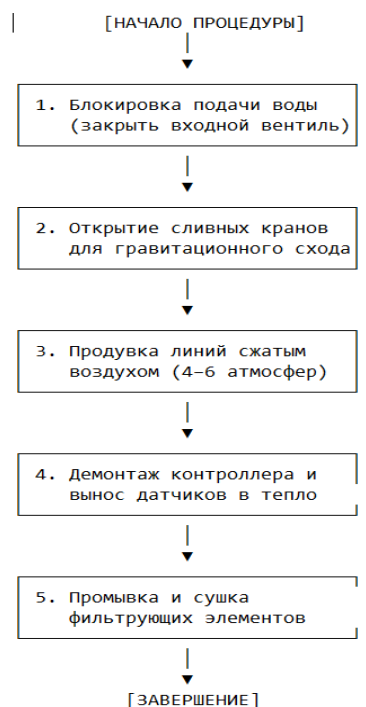


Рис. 1. Пошаговая схема отключения ирригационной сети на зиму для кровельного сада

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурганская Т.М., Ивашкевич В.Г. Проектирование систем автополива // Эпоха науки. 2019. № 20. DOI 10.24411/2409-3203-2019-12007.
2. ООО ПТК «ЭКО Продукт». Зеленые крыши и капиллярные системы. Режим доступа: <https://ptk-eco.ru> (Дата обращения: 14.04.2026).

УДК 691.32:692.3:69.032.2

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Акижанова Э.А.(СТР-1-25,М)

Дуйшеев С.Д., к.т.н., профессор кафедры СП

Институт архитектуры и строительства

Ошский технологический университет им. М.М. Адышева, Ош, Кыргызская Республика

В данной статье рассматриваются технологии энергосберегающих стеновых материалов, применяемых в малоэтажном жилищном строительстве. В условиях роста требований к устойчивому строительству и энергосбережению правильный выбор стеновых материалов оказывает значительное влияние на снижение затрат на отопление и охлаждение, а также на обеспечение долговечности конструкций. В исследовании проанализированы различные изоляционные материалы, композитные стеновые системы и инновационные технологии производства. Лабораторные испытания и цифровое моделирование показали теплотехнические характеристики, долговечность и экономическую эффективность различных стеновых решений. Приведены рекомендации по практическому применению в малоэтажном жилищном строительстве.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, энергосберегающие материалы, стеновая изоляция, устойчивое строительство, теплотехнические показатели, строительные технологии.

Малоэтажное жилищное строительство широко распространено в городских и пригородных районах. Энергосбережение стало важным требованием для устойчивого строительства, поскольку стоимость энергии растет, а экологические проблемы усиливаются. Стены оказывают наибольшее влияние на теплотехнические показатели здания. Поэтому инновационные стеновые материалы и технологии имеют большое значение для энергосбережения [1].

Цель данной статьи – исследовать технологии энергосберегающих стеновых материалов, применяемых в малоэтажном жилищном строительстве, а также проанализировать их теплотехнические характеристики, долговечность и экономическую эффективность. Исследование также направлено на предоставление практических рекомендаций по выбору современных стеновых систем и оптимизации строительных процессов. В исследовании проанализированы различные изоляционные материалы, композитные стеновые системы и инновационные технологии производства [2]. Малоэтажное жилищное строительство активно развивается в городах и сельской местности, и вопрос энергосбережения сохраняет свою актуальность [3]. Рост затрат на отопление и охлаждение, экологические требования и потребность населения в комфортных условиях проживания повышают необходимость использования энергосберегающих материалов и технологий. Таким образом, исследование стеновых материалов, их теплопроводности, долговечности и экономической эффективности является актуальной научной и практической проблемой. *Виды энергосберегающих стеновых материалов.* Изоляционные материалы: минеральная вата, экструдированный полистирол, полиуретановая пена. Отличаются высокой теплоизоляцией, легким весом и огнестойкими свойствами. *Композитные стеновые системы.* Сэндвич-панели с изоляционным сердечником и конструктивными поверхностями. Обеспечивают одновременно несущую способность и тепловую изоляцию. *Экологичные и альтернативные материалы.* Керамические блоки, автоклавный газобетон. Снижают углеродный след строительства и способствуют энергосбережению.

Технологии производства и строительства. Предварительное изготовление стеновых панелей снижает трудозатраты и повышает качество; Добавление изоляционных слоев при укладке кирпича или блоков; Оптимизация толщины стен и выбора материалов с помощью программ энергетического моделирования в зависимости от климатических условий. Теплотехнические показатели и энергосбережение. Лабораторные испытания и цифровое моделирование показывают, что энергосберегающие стеновые материалы позволяют сократить затраты на отопление и охлаждение на 20–50% по сравнению с обычными кирпичными стенами. Правильная установка и герметизация стен предотвращает тепловые мосты и снижает теплопотери. Экономические и

экологические аспекты. Анализ жизненного цикла показывает, что высокие первоначальные инвестиции в энергосберегающие стеновые материалы окупаются за счет долгосрочной экономии энергии [4]. Экологичные материалы снижают выброс CO₂ и соответствуют стандартам устойчивого строительства.

Использование энергосберегающих стеновых материалов в малоэтажном жилищном строительстве улучшает тепловые показатели, снижает энергопотребление и поддерживает устойчивое строительство. Композитные стены, готовые панели и экологичные блоки являются эффективными решениями для современных жилых зданий. В будущем рекомендуется проведение исследований по интеграции гибридных материалов и фазоизменяющих компонентов для повышения энергетической эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голова Т.А. Основы проектирования энергоэффективных жилых зданий с использованием местных строительных материалов // Бишкек, Журнал «Вестник КРСУ», 2016, Том 16, № 9. С. 93-96.
2. Дуйшеев С.Д. Экспериментальное исследование дисперсно — армированных органическими волокнами стеновых материалов на основе глинистых грунтов южного региона Кыргызской Республики. // Ош. Известия ОшТУ, 1997, 32с.
3. Кушнин А.В., Шенкман Р.И. Современные тенденции в сфере малоэтажного энергоэффективного строительства // Журнал Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Пермь, 2022, №2. С 58-65.
4. Сироткин В.А., Давыдов И.И. Индексный подход к выбору стеновых материалов в малоэтажном строительстве // Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина. Урал, 2023. Том 10, № 1. С 61-78.

528.48:551.435

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕЙ НА АВТОДОРОГЕ ОШ – ЭРКЕШТАМ (63 КМ)

Аманов М.А. (ПГС-2-25)

Тешаев Э.А., ст. преподаватель кафедры СП

Институт архитектуры и строительства

Ошский технологический университет им. М.М. Адышева, Ош, Кыргызская Республика

Целью данной работы является исследование оползневого склона на участке автомобильной дороги Ош – Эркештам (63 км) и определение смещений грунта с использованием тахеометрической съемки [1].

Ключевые слова: оползневые процессы, геодезический мониторинг, тахеометрические наблюдения, деформации грунта, устойчивость склонов, автомобильные дороги, прогнозирование.

Исследование проводилось на участке автодороги Ош – Эркештам (63 км) в период с 2016 по 2019 годы.

Работы включали следующие этапы:

1. Закладка твердых (опорных) точек в устойчивой зоне.
2. Установка контрольных точек на потенциально деформируемом участке.
3. Проведение тахеометрической съемки с использованием электронного тахеометра.
4. Определение координат точек в разные периоды наблюдений.
5. Получение результатов и анализ данных.

Контрольные точки измерялись в несколько циклов с интервалом около 6 месяцев. Для каждой точки определялись координаты X и Y, после чего вычислялись их изменения. Смещения вычислялись по формулам [2].

Таблица 1.

Ведомость отклонений по координатам. I – цикл.

№№ точек	наим. точек	Координаты, м						Отклонение координат, м		
		28.11.2016.			12.04.2017.			ΔX	ΔY	ΔH
		X	Y	H	X	Y	H			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rp-1	опорная точка	100.028	97.675	99.483	100.029	97.67	99.483	-0.001	0.005	0
Rp-2	опорная точка	95.709	126.534	99.483	95.712	126.538	99.486	-0.003	-0.004	-0.003
II	контрольная точка	283.194	100	156.435	283.206	100.055	156.399	-0.012	-0.055	0.036
I	контрольная точка	197.712	86.252	131.548	197.757	86.265	131.53	-0.045	-0.013	0.018
III	контрольная точка	147.29	115.22	117.432	147.319	115.009	117.305	-0.029	0.211	0.127
IV	контрольная точка	35.541	100	82.981	35.819	100.412	82.8	-0.278	-0.412	0.181
V	контрольная точка	-41.434	45.986	50.761	-42.095	45.899	49.984	0.661	0.087	0.777
K-7	контрольная точка	76.926	9.577	99.638	76.815	9.618	99.554	0.111	-0.041	0.084
K-8	контрольная точка	68.363	12.796	96.583	68.594	12.899	96.402	-0.231	-0.103	0.181
K-9	контрольная точка	71.471	-10.94	101.731	71.488	-10.849	101.637	-0.017	-0.091	0.094

Таблица 2.

Ведомость отклонений по координатам. II – цикл.

№№ точек	наим. точек	Координаты, м						Отклонение координат, м		
		28.11.2016.			13.04.2018.			ΔX	ΔY	ΔH
		X	Y	H	X	Y	H			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rp-1	опорная точка	100.028	97.675	99.483	100.028	97.673	99.483	0	0.002	0
Rp-2	опорная точка	95.709	126.534	99.483	95.715	126.535	99.485	-0.006	-0.001	-0.002
II	контрольная точка	283.194	100	156.435	283.3146	100.107	156.209	-0.1206	-0.107	0.226
I	контрольная точка	197.712	86.252	131.548	197.819	86.299	131.479	-0.107	-0.047	0.069
III	контрольная точка	147.29	115.22	117.432	147.501	114.879	117.288	-0.211	0.341	0.144
IV	контрольная точка	35.541	100	82.981	-	-	-	-	-	-
V	контрольная точка	-41.434	45.986	50.761	-	-	-	-	-	-
K-7	контрольная точка	76.926	9.577	99.638	76.799	9.706	99.495	0.127	-0.129	0.143
K-8	контрольная точка	68.363	12.796	96.583	68.764	12.907	96.388	-0.401	-0.111	0.195
K-9	контрольная точка	71.471	-10.94	101.731	71.582	-11.008	101.63	-0.111	0.068	0.101

Наблюдения носили циклический характер, что позволило оценить динамику изменения координат во времени и выявить тенденции развития деформационных процессов. Анализ полученных данных показал, что кон-

трольные точки, расположенные на исследуемом склоне, испытывают смещения [3]. Основные результаты:

- смещения происходят преимущественно по оси X;
- направление смещения совпадает с направлением уклона склона;
- величина смещения составляет примерно 1–2 см за цикл наблюдений.

Это свидетельствует о наличии медленного, но устойчивого оползневого процесса. Полученные данные имеют устойчивый характер и подтверждаются результатами повторных измерений, что повышает достоверность выводов. Полученные результаты подтверждают, что даже небольшие смещения могут свидетельствовать о развитии оползневых процессов.

В результате проведенного исследования установлено, что на участке автодороги Ош – Эркештам (63 км) наблюдается медленно развивающийся оползневый процесс. Смещения контрольных точек составляют 1–2 см и направлены вниз по склону. Это позволяет сделать вывод о необходимости постоянного мониторинга данного участка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каримов Э.А., Тэшаев Э.А., Эркали У. Оценка устойчивости нагорий. Ош. Известия ОшТУ. 2018. часть 2. С 104 - 107.
2. Тэшаев Э.А. Прогнозирование оползневого склона горы на участке автомобильной дороги Ош – Баткен (18 км) методом тахеометрической съемки. Международный научный журнал «Инновационная наука». №1-2/2024. С 204 – 209.
3. Тэшаев Э.А. Прогнозирование оползня на склоне горы на участке автодороги Ош – Эркештам (63км) методом тахеометрической съемки. Международная научно – техническая конференция. г. Наманган. Узбекистан. 2024, С 1234 – 1239.

УДК 711.4:504.6:656

ВЛИЯНИЕ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА ПЕШЕХОДНЫХ ЗОН И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ГОРОДСКИХ УЛИЦАХ

Балакин В.В., к.т.н., доцент кафедры СиЭТС
Боженев И.В. (КБТ-1-22), Атаджанов К.Б. (СМ-3-24)
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Установлено влияние озеленения на рассеяние загрязняющих веществ в уличном пространстве. Разработаны рекомендации по формированию линейно-полосных структур зеленых насаждений для защиты жилой застройки, тротуаров и общественных пространств от загрязнения выбросами автомобильного транспорта.

Ключевые слова: городские улицы, пешеходные зоны, общественные пространства, полосы озеленения, выбросы автомобилей, рассеяние.

Пешеходные зоны и общественные пространства, организуемые на городских улицах, требует снижения транспортного шума и загрязнения воздуха выбросами автомобильного транспорта и комфортного микроклимата. В связи с этим возникает острая необходимость повышения средозащитных качеств объектов озеленения, формируемых в пределах уличного пространства. В практике городского зеленого строительства используется типологический ряд объектов озеленения средозащитного назначения, включающий «малые» участки озеленения – пейзажные группы, вертикальное озеленение фасадов зданий и линейно-полосные структуры зелёных насаждений [1].

Как самостоятельные типологические единицы пейзажно-средозащитные группы способны оказать незначительное воздействие на гигиенические факторы городской среды и используются на городских улицах, главным образом, при заполнении разрывов между зданиями по линиям застройки, а также для решения локальных задач функционально-эстетического порядка. В сочетании с полосами озеленения пейзажные группы могут внести разнообразие, повысить декоративные качества основного элемента и несколько снизить уровни транспортного шума и загазованности в жилой застройке.

Вертикальное озеленение внешних фасадов зданий больше всего применяется на улицах малой ширины, характерных для центральных планировочных зон городов с плотной исторически сложившейся застройкой, где отсутствует возможность формирования линейно-полосных и групповых структур древесно-кустарниковых насаждений. Здесь используются вьющиеся и висячие растения, выращиваемые в почве или специальных лотках. Зелёные стены действуют как биофильтры, препятствующие распространению загрязняющих веществ в помещения. Размещение растений на стенах зданий позволяет вместе с усилением экологической защиты повысить их эстетические качества. Однако распределение растений по фасадам зданий недостаточно равномерное [2], способы крепления их к стенам отличаются сложностью, а лоткам для воды и субстратов для их выращивания требуется опора [3]. Кроме этого, вертикальное озеленение зданий может привести к износу поверхностей их стен [4]. Достаточно высокий средозащитный потенциал имеют линейно-полосные структуры зелёных насаждений. Разработанные варианты их конструктивного и планировочного решения на объектах транспортной инфраструктуры позволяют решать задачи оптимизации, как отдельных факторов дискомфорта городской среды, так и их комплекса [5–8]. Деревья и кустарники совместно с травяным покровом участвуют в процессе выведения из атмосферы загрязнений путем их накопления в листьях и хвое с транслокацией по органам и удалением в почву [9]. Кроме этого, полосы зелёных насаждений на объектах транспортной инфраструктуры обеспечивают рассеяние ингредиентов в верхнем слое атмосферы при обтекании их воздушным потоком. Оздоровительные функции зеленых насаждений проявляются также при выделении кислорода, снижении запыленности и транспортного шума. Кроны древесных растений лиственных пород поглощают 26% падающей на них звуковой энергии и 74% этой энергии способны рассеивать [10].

На рис. 1 приводятся кривые, построенные по результатам натурных наблюдений на магистральных улицах [11]. Они отражают закономерности изменения концентраций оксида углерода СО на застроенных участках улиц до (кривая 6) и после (кривые 1, 3–5) устройства полос озеленения, а также на открытой территории. Наиболее низкие концентрации данного ингредиента формируются в пространстве между разделительной полосой и застройкой. При этом в пределах полос озеленения плотной конструкции концентрация СО в воздухе оказывается более высокой, чем в условиях открытого пространства. В данном случае загрязняющие вещества движутся с незначительной скоростью из-за рассеяния энергии воздушного потока в ветвях древесных растений и кустарниках, задерживаются и аккумулируются в зеленой полосе.

Исключение зон застоя воздуха и очагового характера загрязнения воздуха в тротуарной части городских улиц выбросами автомобильного транспорта возможно путём устранения кустарниковых насаждений со стороны входа циркуляционных воздушных потоков во внутреннее пространство полос озеленения, использования высокоштамбовых деревьев в качестве основных пород и увеличения расстояния между их рядами [1]. Для оптимизации режима аэрации пешеходных коммуникаций в структуру полос озеленения могут вводиться малые пейзажно-средозащитные группы древесно-кустарниковых насаждений. Структура таких групп должна быть плотной с максимальным объемом фитомассы.

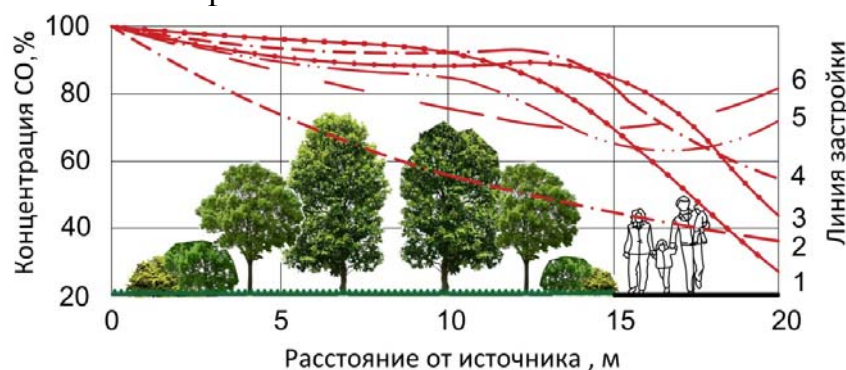


Рис. 1. Изменение концентрации СО в воздухе на улицах на высоте 1,5 м под воздействием полос зелёных насаждений плотной конструкции. 1 – $h = 0,5H$; 3 – $h = 0,3H$; 4 – $h = 0,7H$; 5 – $h = H$; 6 – без зелёных насаждений; 2 – на открытой территории; h и H – высота полосы озеленения и зданий на линии застройки, м. 100% – содержание СО в воздухе над краем проезжей части

По положению кривых на рис. 1 видно, что на улицах, связанных с застройкой, снижение концентрации СО в воздухе полосами озеленения существенно зависит от их высоты. При равной высоте полос зелёных насаждений и зданий наблюдается повышение концентраций СО в пространстве между полосами озеленения и застройкой (кривая 5). Это связано со снижением скорости части воздушного потока, огибающей полосу сверху, в вершинах древесных растений.

Более эффективное разбавление ингредиентов в зоне пешеходного движения происходит при высоте полос зелёных насаждений в пределах $(0,3–0,7)H$ (кривые 1, 3, 4). При этом максимальный газозащитный эффект в пешеходной зоне и у внешних фасадов зданий они проявляют при $h=0,5H$ (кривая 1). Поэтому для обеспечения достаточного воздухообмена и высокого качества атмосферного воздуха в общественных пространствах, формируемых между крайней разделительной полосой и линией застройки, высоту полос зелёных насаждений следует ограничивать у средних этажей зданий конструктивными рубками и стрижками. Для этого дендрологический состав полос озеленения на городских улицах должен включать породы деревьев, легко переносящих рубки и дающих новые побеги на штамбе (тополя, клены и др.). Конструктивные рубки и стрижки следует производить в летний период, когда древесные растения находятся в облиственном состоянии, что даёт возможность правильно отобрать ветви для обрезки или удаления.

В градозэкологической системе «проезжая часть – зеленая полоса – здание» характер рассеяния выбросов автомобилей существенно зависит как от конструкции, высоты полос зелёных насаждений и этажности зданий, так и от расстояния между ними, т.е. ширины тротуарной части. С учетом этих факторов снижение начальной концентрации компонентов отработавших газов автомобильного транспорта над краем проезжей части полосами озеленения в зонах пешеходного движения и общественных пространствах (в %) можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$\omega = 57 \left[\frac{11b^{0,22} \left(1 + 2,63K_{\text{аж}}^{\frac{1}{3}} \right) h^{1,65}}{H^{1,87} e^{3,34h/H}} - 1 \right],$$

где b – расстояние от края проезжей части до линии застройки, м; $K_{\text{аж}}$ и h – коэффициент ажурности и высота (в м) полосы озеленения; H – высота зданий на линии застройки, м; e – основание натурального логарифма.

Линейно-полосные структуры зелёных насаждений, формируемые на городских улицах, должны иметь достаточное породно-видовое разнообразие деревьев и кустарников во избежание их самоизреживания. Древесно-кустарниковые растения различных пород в составе полос озеленения лучше развиваются в городской среде и в малой мере подвержены воздействию вредителей, из них легче сформировать структуры с высокими средозащитными качествами [1]. Для получения требуемой плотности крон зелёных насаждений и быстрого вступления в работу следует использовать деревья и кустарники быстрорастущих пород. Круглогодичный цикл их работы при этом достигается путём включения в структуру полос озеленения хвойных насаждений (сосна румелийская, ель колючая, туя западная, можжевельники и др.) и лиственных древесно-кустарниковых растений с длительным периодом вегетации. Вместе с этим формируемые структуры зелёных насаждений на объ-

ектах транспортной инфраструктуры должны органически вписываться в общую объемно-пространственную композицию городских ландшафтов, повышать их эстетические качества и сглаживать напряженность урбанизированной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Городков А.В. Рекомендации по проектированию средозащитного озеленения территорий городов / А.В. Городков. СПб: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 1998. 141 с.
2. Manso M., Castro-Gomes J. Green wall systems: A review of their characteristics /Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 41. P. 863–871. DOI: [10.1016/j.rser.2014.07.203](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203).
3. Charoenkit S., Yiemwattana S. Role of specific plant characteristics on thermal and carbon sequestration properties of living walls in tropical climate /Building and Environment. 2017. Vol. 115. P. 67–79. DOI: [10.1016/j.buildenv.2017.01.017](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.01.017).
4. Pérez G., Rincón L., Vila A., Gonzalez Barroso J. M. Behaviour of green facades in Mediterranean Continental climate /Energy Conversion and Management. 2011. Vol. 52. №4. P. 1861–1867. DOI: [10.1016/j.enconman.2010.11.008](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.11.008).
5. Balakin V.V. Formation of linear-strip greening objects in urban environmental systems / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451. № 1. P. 012166. DOI: [10.1088/1757-899X/451/1/012166](https://doi.org/10.1088/1757-899X/451/1/012166).
6. Городков А.В. Ландшафтно-средозащитное озеленение и его влияние на экологическое состояние крупных городов Центральной России: дис. ... докт. с.-х. наук. СПб; Брянск, 2000. 443 с.
7. Balakin V.V. Protection of residential buildings from vehicle emissions using landscaping areas of various design / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 962. № 3. P. 032083. DOI: [10.1088/1757-899X/962/3/032083](https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/3/032083).
8. Balakin V.V. Green plantations influence on wind transformation and car emissions dispersion in city streets /IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451. № 1. P. 012167. DOI: [10.1088/1742-6596/451/1/012167](https://doi.org/10.1088/1742-6596/451/1/012167).
9. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: дис. ... д-ра биол. наук. М., 2001. 200 с.
10. Леушин П.И. Исследования по противошумовому благоустройству в городах: дис. ... д-ра техн. наук. М., Л., 1953. 404 с.
11. Балакин В.В., Топчиева Д.С. Формирование средозащитных полос зеленых насаждений на объектах транспортной инфраструктуры /Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 7-8 дек. 2022 г., Волгоград / Волгогр. гос. техн. ун-т, 2022. С. 320–330.

УДК 624.153

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ГРУНТОВ

Берекет Д.(СМ-22-6р)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры «ПГиДС» Аубакирова Ф.Х.
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

Данная работа посвящена анализу метода динамического зондирования как наиболее оперативного и экономического способа полевых испытаний грунтов в рамках инженерно-геологических изысканий.

Ключевые слова: грунт, динамическое зондирование, условное динамическое сопротивление, зонд с конусом, модуль деформации.

Качественное и безопасное проектирование и строительство фундаментов зданий и сооружений невозможно без детальных и достоверных данных о физико-механических свойствах грунтов, слагающих основание. В рамках полевых испытаний грунтов одним из наиболее распространенных и оперативных методов является зондирование, которое подразделяется на статическое (СЗ) и динамическое (ДЗ). Если статическое зондирование предполагает вдавливание зонда с постоянной скоростью, то динамическое - использует энергию удара для погружения зонда [1]. Стоит отметить, что методы статического и динамического зондирования развивались параллельно как инструменты для оценки плотности и прочности грунтов. Ранние формы зондирования, в том числе динамического, были простыми и использовались для оценки несущей способности свай. С развитием геотехники возникла необходимость в стандартизации оборудования и методики, что привело к появлению различных типов зондов и молотов: легкое, среднее, тяжелое и сверхтяжелое. Каждый тип отличается массой ударного молота и площадью основания конуса, что позволяет адаптировать метод для испытания грунтов различной плотности и прочности [2].

Ключевая особенность зондирования заключается в использовании корреляционных зависимостей. Прямое измерение физико-механических характеристик (модуль деформации E , угол внутреннего трения или прочность) во время зондирования не производится, они определяются косвенно. Сравнение двух методов зондирования помогает понять, когда и какой метод является предпочтительным (табл.1) [3].

Согласно таблицы 1, статическое зондирование, особенно с пьезоконусом, предоставляет более богатую и точную информацию для расчетов. Однако динамическое зондирование более эффективно в ситуациях, требующих быстрого и глубокого проникновения, а также для работы в грунтах, содержащих крупные включения (гравий, щебень), где статическое зондирование может быть невозможно.

Таблица

Сравнение методов зондирования

Критерий сравнения	Динамическое зондирование (ДЗ)	Статическое зондирование (СЗ)
Принцип действия	Погружение за счет энергии удара	Погружение с постоянной скоростью (вдавливание)
Измеряемые параметры	Условное динамическое сопротивление (число ударов N на 10/30 см)	Сопротивление конуса (q_c), трение по муфте (f_s), (иногда поровое давление u)

Критерий сравнения	Динамическое зондирование (ДЗ)	Статическое зондирование (СЗ)
Применимость (грунты)	Лучше для плотных песков, гравийно-галечных отложений, неоднородных и крупнообломочных грунтов	Идеально для мягких глин, суглинков, песков средней плотности
Производительность	Высокая. Быстрое прохождение в плотные и крепкие слои	Средняя. Скорость ограничена стандартом (обычно 2 см/с).
Достоверность данных	Ниже. Сильно зависит от энергии удара, трения по штангам, меньше прямых параметров	Выше. Измерение нескольких прямых параметров (q_c , f_s) в непрерывном режиме
Интерпретация	Требуется большего использования эмпирических/корреляционных формул	Позволяет более точно классифицировать грунт (например, по классификации Робертсона)

В настоящее время динамическое зондирование является активно развивающимся методом исследования грунтов. В сочетании с другими геотехническими и инженерно-геологическими методами оно позволяет получать более точную и комплексную информацию о свойствах и состоянии грунтовых массивов, а также повышает надежность оценки их прочностных и деформационных характеристик. Использование данного метода способствует более обоснованному проектированию фундаментов и других строительных конструкций, а также повышает безопасность и эффективность инженерных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тер-Мартirosян З.Г., Кяттов Н.Х., Сидорчук В.Ф. Экспериментальные и теоретические основы определения напряженно-деформированного состояния грунтов естественно-го сложения. / Инженерная геология, 1984. № 4. С.13-25.
2. Инженерные изыскания. Режим доступа: <https://geosector-ekb.ru/> (Дата обращения: 17.05.2026).
3. Болдырев Г.Г. Методы определения механических характеристик грунтов. Состояние вопроса. Пенза: ПГУАС, 2008. 696 с.

УДК656.09

ПАССАЖИРСКИЙ ТРАНСПОРТ ВОЛГОГРАДА: ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

Боженев И.В. (КБТ-1-22)
Макаров А.В., к.т.н., доцент кафедры СиЭТС
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье анализируются проблемы общественного транспорта Волгограда: недостаточное оснащение остановок, износ подвижного состава и сбои при оплате проезда.

Отмечается, что это нарушает права потребителей на качественную услугу и требует комплексной модернизации системы.

Ключевые слова: общественный транспорт, остановочные пункты, инфраструктура, права потребителей, модернизация, проблемы, пассажирские перевозки.

Волгоград, крупный промышленный и культурный центр, в котором живет более миллиона жителей. Он обладает развитой транспортной и пешеходной инфраструктурой, включающей в себя надземные и подземные переходы [1]. Эффективное функционирование всей имеющейся инфраструктуры является ключевым фактором для социально-экономического развития города. Управление транспортом в Волгограде представляет собой сложную и многогранную задачу, регулируемую обширной нормативно-правовой базой, включающей федеральные, региональные и муниципальные акты.



a



б

Рис. 1. Остановка общественного транспорта:

a - оборудована информационным табло и павильоном; *б* - не соответствует требованиям

Так как наш город располагается вдоль реки, он имеет вытянутую форму. На основных магистралях остановки общественного транспорта имеют павильоны, информационное табло и знаки (рис. 1, *a*). Это создает дополнительное удобство для граждан, которые передвигаются на общественном транспорте, но на второстепенных дорогах не всегда остановочные пункты оборудованы должным образом (рис. 1, *б*). Одной из наиболее острых проблем является недостаточное развитие инфраструктуры и неудовлетворительное состояние многих остановочных пунктов общественного транспорта. Некоторые остановки не оборудованы павильонами ожидания, защищающими пассажиров от неблагоприятных погодных условий (дождь, снег, жара). Отсутствуют информационные табло с расписанием движения общественного транспорта в режиме реального времени, что создает неудобства для пассажиров. Некоторые остановочные пункты не соответствуют требованиям доступности для маломобильных групп населения. Все это говорит о том, что услуга по перевозке пассажиров предоставляется ненадлежащего качества.

Решение данной проблемы требует разработки и реализации комплексной программы модернизации остановочных пунктов. Несмотря на очевидную значимость этого вопроса, прямого и всеобъемлющего законодательного регулирования, устанавливающего обязательное наличие оборудованных остановок в каждом населенном пункте, часто не существует. Действующие нормативные акты, регулирующие деятельность в сфере пассажирских перевозок, в большей степени фокусируются на аспектах безопасности движения транспортных средств и соблюдении правил дорожного движения, нежели на детальном описании требований к обустройству остановочных пунктов [2]. Оплата проезда банковской картой стала наиболее популярной. Однако, в последнее время участились сбои при оплате. Так как доступ к интернету не всегда доступен, то граждане при всем желании не могут оплатить проезд. В этом случае кто виноват, пассажир не оплативший проезд или перевозчик не предоставивший такую возможность. Правовой вопрос не решен. Некоторая часть общественного транспорта Волгограда (автобусы, троллейбусы, трамваи) имеет высокий износ и морально устарела. Это приводит к увеличению затрат на техническое обслуживание и ремонт, снижению надежности транспортного обслуживания и ухудшению экологической ситуации [3]. Не во всем общественном транспорте имеется кондиционер, однако, для нашего климата летом он необходим. Также недостаточно сидячих мест в транспорте, чтобы дети и пожилые граждане могли комфортно передвигаться, это в правовом плане нарушает права потребителей, как не качественное предоставление услуги.

Волгоград крупный город, в нем имеется множество маршрутов общественного транспорта. Транспортная инфраструктура не всегда успевает за развитием маршрутов пассажирских перевозок. Поэтому на некоторых остановочных пунктах иногда отсутствуют павильоны и информационные табло. Решение данной проблемы требует реализации программ обновления подвижного состава общественного транспорта и прилегающей инфраструктуры. По мере решения этих проблем, гражданам города будет предоставляться услуга по перевозке пассажиров лучшего качества. Права потребителей на безопасное и комфортное передвижение в полной мере реализуются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров, А.В. Организация общественного пространства в подземных переходах города Волгограда / А.В. Макаров, М.А. Павлова, Л.Е. Дегтярева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 2 (79). С. 186-193.
2. Зоркова, Е.М. Организация пассажирских перевозок и обслуживание пассажиров (по видам транспорта) : учебник / Е. М. Зоркова. Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию», 2018. 188 с.
3. Котляров, М. А. Городской пассажирский транспорт : [науч. изд.] / М. А. Котляров. Екатеринбург: Ч. 1: Транспорт в системе устойчивого городского развития. 2019. 30 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ (ИТС) В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Бондаренко А.Е. (УИС-м-о 243)

Научный руководитель — д.э.н., проф. кафедры ТОиУС Цопа Н.В.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

Институт «Академия строительства и архитектуры»

В статье рассматриваются проблемы интеграции интеллектуальных транспортных систем в структуру городской инженерной инфраструктуры в условиях роста транспортной нагрузки. Анализируются современные подходы к адаптивному управлению транспортными потоками, включая алгоритмы машинного обучения с подкреплением, нечеткую логику и мультиагентные системы.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы (ИТС), адаптивное управление, транспортные потоки, инженерная инфраструктура, машинное обучение, цифровые двойники.

ИТС представляют собой комплекс информационно-телематических технологий, взаимодействующих между транспортными средствами, элементами инфраструктуры и пользователями для обработки данных в режиме реального времени и адаптивного управления движением. Актуальность данной статьи в том, что современные города сталкиваются со значительным увеличением транспортной нагрузки, что обусловлено ростом населения и увеличением количества транспортных средств. По прогнозам, к середине XXI века более 70 % населения мира будет проживать в городах, что создаёт дополнительное давление на транспортные системы. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) — это интеграция современных информационных и коммуникационных технологий в транспортную инфраструктуру для автоматизации управления движением и принятия оптимальных решений.

Ключевыми компонентами ИТС являются:

- Датчики и устройства сбора данных (детекторы потока, видеокамеры, индикаторы интенсивности движения);
- Центры управления трафиком, где информация обрабатывается в реальном времени;
- Адаптивные алгоритмы управления, реагирующие на изменения интенсивности трафика.

Алгоритмы адаптивного управления и интеграция с инженерными системами *Мультиагентные системы с подкреплением*. Исследование [1] демонстрирует применение координированного мультиагентного обучения с подкреплением, где каждый перекресток выступает в роли агента, обменивающегося информацией с соседними узлами. Такой подход позволяет избежать негативных эффектов, описанных в работе, где показано, что изолированное адаптивное управление на одном перекрестке может ухудшать ситуацию на

смежных. *Нечеткая логика*. Перспективным направлением является применение нечетких контроллеров MISO (MultipleInputSingleOutput). Математическая модель децентрализованного мультиагентного управления, интегрирующая нечеткую логику и данные о расписаниях общественного транспорта. Имитационное моделирование показало снижение задержек общественного транспорта на 12–18% в часы пик. *Цифровые двойники*. Применение технологий цифровых двойников для моделирования транспортных сценариев, включая калибровку моделей на основе реальных данных о скорости движения [2]. Разработанная среда BTE-Sim демонстрирует возможности быстрого моделирования общественного транспорта и оценки влияния изменений дорожной инфраструктуры. В России активные разработки в данной области ведутся рядом научных коллективов. Так, Тисленко и Семенов [1] представлен программный комплекс MARLIN24 для адаптивного управления светофорными объектами, архитектура которого включает модули имитационного моделирования на основе модели «разумный водитель» (IDM) и модуль валидации с использованием копул Маршалла-Олкина для учета стохастической природы транспортных потоков. Моделирование интенсивностей транспортных потоков на основе данных с оптических детекторов города Красноярска подтвердило эффективность предложенного подхода [3].

Интеллектуальные транспортные системы представляют собой перспективное направление развития городской инженерной инфраструктуры, способное справиться с ростом транспортной нагрузки в современных городах. Интеграция транспортных потоков с инженерными коммуникациями и использование адаптивных алгоритмов управления позволяют повысить эффективность функционирования транспортных сетей, снизить заторы и повысить безопасность движения. Дальнейшее развитие ИТС требует комплексного подхода, включающего научные исследования, технологические решения и государственную стратегию внедрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тисленко Т.И., Семенова Д.В. Разработка адаптивной системы управления светофорными объектами с использованием марковских процессов принятия решений // Управление большими системами. 2025. Вып. 115. С. 298-323. Режим доступа: http://mtas.ru/search/search_results_new.php?IBLOCK_ID=20&publication_id=23335 (Дата обращения: 17.05.2026).
2. Влияние адаптивного управления светофорными объектами на характеристики дорожного движения смежных перекрестков // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2024. С. 282-295. Режим доступа: <https://itt-pgups.ru/ru/nauka/article/89061/view> (Дата обращения: 17.05.2026).
3. Моделирование интенсивностей транспортных потоков для модуля валидации комплекса MARLIN24 // Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2024). Томск, 2024. Режим доступа: <https://www.research.sfu-kras.ru/publications/publication/74414619> (Дата обращения: 17.05.2026).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ

Бочаров Д.Д., Еремин Г.С. (СМ-9-24)

Научные руководители — к.т.н., доц. кафедры НГС Томарева И.А.

к.т.н., доц. кафедры НГС Бурханова Р.А.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В работе подробно рассмотрен метод горизонтально-направленного бурения, его этапы, задачи и особенности.

Ключевые слова: горизонтально-направленное бурение, трубопровод, скважина.

В условиях сложного рельефа, плотной застройки или при необходимости пересечения рек, дорог и других препятствий всё чаще используют бестраншейные технологии. Наиболее востребованным считается горизонтально-направленное бурение (ГНБ). Этот способ позволяет укладывать трубы и кабели под землёй, не нарушая поверхность, что особенно важно в городах и на охраняемых территориях [1].

Процесс состоит из трёх основных шагов:

1. Пилотное бурение — создание узкой направленной скважины;
2. Расширение — увеличение диаметра скважины до нужного размера;
3. Затяжка трубы — протаскивание трубопровода в подготовленный канал.

Для этого применяют специальные буровые установки, которые обеспечивают подачу бурового раствора, вращение и продвижение инструмента. С помощью сменных резаков и расширителей можно создавать скважины диаметром от 80 до 850 мм для различных типов труб. При работе методом ГНБ важно учитывать:

- Прочность трубы — она должна выдерживать нагрузки при протаскивании через грунт;
- Устойчивость стенок скважины — чтобы канал не обрушился, нужно правильно подбирать параметры бурения и состав раствора.

Среди нерешённых научных вопросов — поведение частиц грунта у стенок скважины и оптимизация расхода буровой жидкости, которая выполняет сразу несколько функций: выносит породу, укрепляет стенки, смазывает инструмент и охлаждает его. ГНБ подходит не для всех условий. Диаметр скважины обычно составляет 80–850 мм, длина участка — 10–400 м. Важно учитывать минимальный радиус изгиба трассы, наличие камней, корней и других препятствий. Успех работ зависит от правильного выбора оборудования, давления раствора и грамотной прокладки маршрута [2]. Перед началом работ обязательно исследуют грунт: определяют, на какую глубину можно бурить и сколько потребуется бурового раствора. Чем глубже скважина, тем выше дав-

ление и расход жидкости. Минимальная глубина бурения выбирается так, чтобы раствор не вышел на поверхность (обычно 0,5–5,5 м). Особое внимание уделяется привязке грунтовых условий к технологическому циклу производства работ (рис. 1).

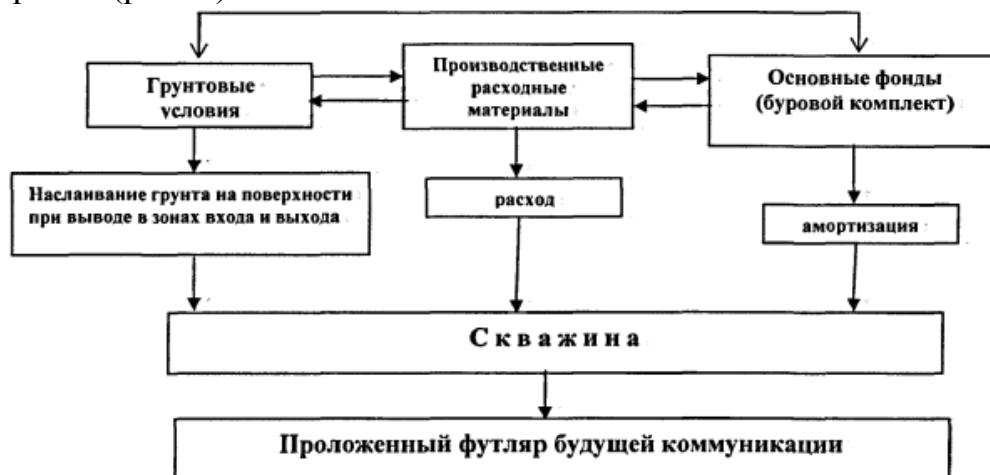


Рис. 1. Привязка грунтовых условий к технологическому циклу производства работ

Горизонтально-направленное бурение — современный и эффективный способ прокладки коммуникаций в сложных условиях. Для успешной реализации проектов важно контролировать давление раствора, учитывать свойства грунта и тщательно планировать траекторию бурения. Это позволяет ускорить работы, снизить затраты и обеспечить долговечность подземных сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саруев Л.А. Перспективы развития технологии и техники горизонтально-направленного бурения пилотных скважин для бестраншейной прокладки трубопроводов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 4. С. 89–97.
2. Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), CAPP Publication 2004-0022. Planning Horizontal Directional Drilling for Pipeline Construction Use of Reinforced Composite Pipe (Non-Metallic Pipelines). September 2004.

УДК 624.9

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ В ЗОНАХ ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ

Варлахин Я.А. (СУЗиС-1-24), Степанов С.И. (СУЗиС-1-24)
 Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры МиЕД Харланова С.В.
 Волгоградский государственный технический университет
 Институт архитектуры и строительства

Рассмотрены принципы вероятностной оценки сейсмических рисков при проектировании инженерных систем. На основе анализа данных по землетрясениям на Камчатке и

в Тихом океане за 2001–2025 гг. показано, что частота событий подчиняется показательному закону распределения, что обосновывает необходимость актуализации нормативных требований и применения регионального микрорайонирования.

Ключевые слова: магнитуда, вероятность.

При строительстве и эксплуатации инженерных систем в сейсмических районах необходимо учитывать сейсмические риски: как часто и с какой амплитудой происходят землетрясения за определенной момент времени.

Для количественной оценки землетрясений используются два принципиально различных понятия: магнитуда и интенсивность. *Магнитуда (M)* — это объективная, инструментальная мера энергии, выделившейся в очаге. Она инвариантна относительно места наблюдения. Существует множество шкал определения магнитуд: m_b — по объёмным (телесейсмическим) Р-волнам (для глубоких землетрясений); M_s — по поверхностным волнам (лучше для крупных событий); M_w — моментальная магнитуда, основанная на сейсмическом моменте [1]. Эта шкала считается наиболее физически обоснованной, поскольку не подвержена насыщению при высоких значениях энергии. Исторически первой была введена локальная магнитуда по Ч. Рихтеру (1935) — M_L . *Интенсивность (J)* — субъективная оценка последствий землетрясения в конкретной точке, измеряется в баллах по шкалам MSK-64 или MM. Она зависит от расстояния до эпицентра, грунтовых условий и качества застройки.

Вы не можете точно предсказать, когда и где произойдет следующее землетрясение. Поэтому современный подход основан не на поиске «максимального землетрясения», а на вероятностной оценке того, что сейсмический отклик превысит заданный уровень в течение срока службы сооружения? Цель инженера — построить оптимальное здание, которое обеспечит максимальную полезность — сочетание безопасности, стоимости и удобства. Современные нормы проектирования основаны на расчетных спектрах реакции, построенных для заданного периода повторяемости. Период повторяемости — это среднее время между событиями заданной интенсивности. Его выбор зависит от ответственности сооружения: 475 лет для обычных зданий, 1000 лет — для АЭС. Знание частоты землетрясений — это не просто статистика. Это основа для оценки риска. Чем чаще происходят землетрясения в регионе, тем выше вероятность их повторения в ближайшие годы. Это напрямую влияет на выбор периода повторяемости в расчетах, нормативные требования к сейсмостойкости, страховые тарифы.

Для решения данной задачи проанализированы данные по Континентальной Камчатке и Тихому Океану за последние 25 лет [2]. На рис. 1 представлена диаграмма количества частот по диапазонам от 3,5 до 6 магнитуд. Выявлено, что данные принадлежат показательному закону распределения с функцией плотности $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$, где $\lambda = 0,25$. Вероятность возникновения землетрясения магнитудой от 7 до 8 составит 3,83%. Анализ данных за 2001–2025 гг. подтверждает устойчивую активность Тихоокеанского пояса и рост числа сильных землетрясений ($M \geq 7.0$), включая рекордное событие магнитудой

8.8 у побережья Камчатки в 2025 году. Это подчёркивает необходимость постоянного обновления нормативов и широкого применения регионального микрорайонирования.

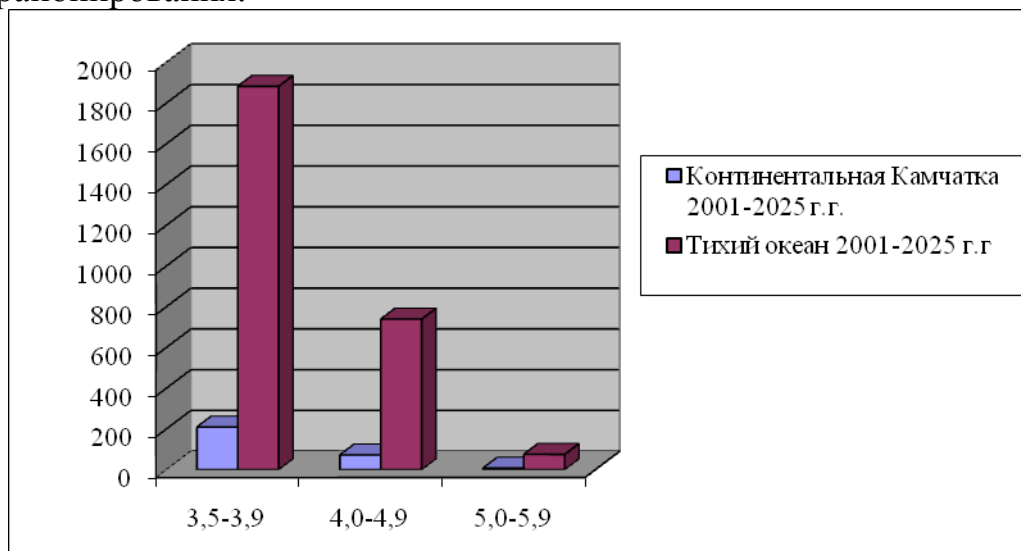


Рис. 1. Частота возникновения землетрясения по диапазонам магнитуд

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ньюмарк Н., Розенблюэт Э. Основы сейсмостойкого строительства: Сокр. пер. с англ./ Подред. Я.М. Айзенберга. М.: Стройиздат, 1980. 344с.
2. Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН (2026). Единая информационная система сейсмологических данных. Лаборатория сводной обработки. Режим доступа: <https://sdis.emsd.ru/> (Дата обращения: 22.02.2026).

УДК 004.69

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Гавриш Д.С. (СИС-4-027), Настасий А.М. (СИС-4-028)
 Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИПС Опацких А.Н.
 Ростовский государственный университет путей сообщений

Рассмотрены наиболее распространенные и эффективные направления для внедрения искусственного интеллекта в строительстве.

Ключевые слова: строительство, искусственный интеллект, алгоритмы искусственного интеллекта, цифровизация.

Строительство является одной из ведущих отраслей в мире. Существует ряд сложных проблем, ограничивающих развитие. А именно – перерасход бюджета и иногда «упущенное» время, нехватка кадров и повышенная опасность на строительной площадке. С данными проблемами сталкивается каждая строительная компания, поэтому нужны решения, которые могли бы ис-

ключить «человеческий фактор» и предусмотреть все до мелочей. Цифровизация некоторых процессов значительно упростила и ускорила бы работу. Здесь решается сразу две проблемы: нехватка кадров восполняется машиной, а случайные ошибки искусственный интеллект (ИИ) исключает [1].

В современном мире искусственный интеллект стремительно развивается: он позволяет автоматизировать и оптимизировать многие процессы, такие как контроль безопасности, планирование работ, подсчет ресурсов и составление сметной документации. Такое внедрение повышает эффективность, и работа становится более производительной и это прямое доказательство актуальности применения ИИ, можно утверждать о потенциале его использования в строительной отрасли. Применение технологий искусственного интеллекта способно значительно снизить расходы и срывы графиков сдачи объектов в эксплуатацию.

Рассмотрим наиболее распространенные и эффективные направления ИИ в строительстве:

1. *Система видеомониторинга с элементами ИИ.* Целью данной системы является моделирование зрительной системы человека, с помощью которой машина может анализировать и быстро обнаружить нарушения для выявления возможных угроз. Правила техники безопасности соблюдают не все сотрудники и это является главной причиной повышенного количества несчастных случаев. С помощью системы видеомониторинга с элементами ИИ алгоритмы будут предотвращать все несоблюдения техники безопасности в режиме реального времени. При выявлении нарушения работником правил руководитель объекта моментально получает сигнал, который в последующем устраняет несоблюдение техники безопасности посредством профилактических или штрафных мер.

2. *Машинное обучение без применения прямого программирования.* Это методология, позволяющая разрабатывать алгоритмы, способствующие обучению компьютеров, на основе имеющихся данных [2]. Один специалист по ИИ может заменить ряд сотрудников или даже целых отделов. Алгоритм посчитает стоимость строительства, составит сметную документацию без сотрудника ПТО; спрогнозирует срок выполнения проекта с учетом особенностей климата, материалов и количества рабочей силы; выберет наиболее подходящий материал для конкретных проектов и нагрузок; анализирует техническую документацию и выявит все ошибки или неточности; обнаружит необычные или неожиданные события, применяя мониторинг сооружения, предотвращая аварии.

3. *Моделирование физических и функциональных характеристик искусственным интеллектом.* Алгоритмы ИИ выявляют закономерности, делают прогнозы как будет вести себя сооружение в экстремальных и неординарных условиях, контролировать оборудование. Технологии эффективно распределяют ресурсы, снижают затраты на строительство, обслуживание и ремонт сооружения, предотвращает аварии и катастрофы на объектах.

Несмотря на многочисленные преимущества ИИ в строительной отрасли, имеются недостатки, которые и становятся главной проблемой в цифровизации строительства. Высокая стоимость внедрения и разработки новых алгоритмов останавливает многие компании, параллельно идущая проблема - нехватка высококвалифицированных специалистов, умеющих продуктивно работать с искусственным интеллектом. Также появляются проблемы с конфиденциальностью и безопасностью данных.

Подводя итог, можно сделать вывод, что цифровизация в строительстве является наиболее перспективным направлением в развитии отрасли. Внедрение искусственного интеллекта позволяет сократить расходы, исключить случайные ошибки, предотвратить несчастные случаи, связанные с травмами и улучшить качество конечного продукта. Актуальность данной темы подтверждается тем, что с каждым годом все больше компаний начинают использовать ИИ для эффективной работы и решения различных задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазин, Ф.С. Исследование современных тенденций развития строительства объектов транспортной инфраструктуры / Ф.С. Мазин, Л.И. Кафитин, А.В. Перепелицын // Инновационные технологии в строительстве и управление техническим состоянием инфраструктуры. Сборник научных трудов V Всероссийской национальной научно-практической конференции, Ростов н/Д: РГУПС, 2023 г. С. 102-105.

2. Опацких, А.Н. Современные программные обеспечения при проектировании мостовых переходов / А.Н. Опацких, А.А. Юзуповичус //Сборник научных трудов: Транспорт: наука, образование, производство. Ростов-на-Дону, 2022. С. 353-356.

УДК 625.7/.8: 004.8

РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Галкин А.А. (СМ-3-24)

Макаров А.В., к.т.н., доцент кафедры СиЭТС

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассмотрены примеры применения искусственного интеллекта (ИИ) в дорожном строительстве. Показано, что интеллектуальные технологии позволяют автоматизировать процессы проектирования трасс, оптимизировать выбор материалов для покрытий, прогнозировать дефекты, а также повышать эффективность эксплуатации транспортных сооружений. Отдельное внимание уделено примерам использования ИИ в мониторинге состояния дорожных объектов и управлении строительными процессами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дорожное строительство, цифровизация, проектирование, мониторинг состояния дорог, контроль качества, предиктивная аналитика.

Современное дорожное строительство требует внедрения цифровых решений, способных обрабатывать растущие объёмы данных, сокращать сроки выполнения работ, повышать качество строительства. Искусственный интеллект становится ключевым инструментом, обеспечивающим переход от традиционных к интеллектуальным технологиям управления строительными и эксплуатационными процессами [1]. На стадии проектирования дорог ИИ позволяет анализировать чертежи, выявлять ошибки в проектной документации и подбирать оптимальные конструктивные решения. Например, при проектировании дорожных покрытий интеллектуальные системы способны прогнозировать образование колеи и трещин в зависимости от состава смесей, климатических условий и интенсивности движения. Это особенно важно для регионов с нестандартными условиями и суровым климатом, где стандартные методы расчётов могут быть недостаточными [2].

При строительстве дорожных объектов ИИ внедряется в системы мониторинга качества и контроля выполнения работ. Система S.Monitoring, разработанная в России, уже продемонстрировала эффективность в автоматизации анализа строительных процессов. Подобные решения могут применяться в дорожной сфере для фиксации простоев техники, контроля соблюдения технологии укладки асфальтобетонных смесей, мониторинга средств индивидуальной защиты рабочих и прогнозирования сроков сдачи объектов. Использование таких систем позволяет значительно снизить количество дефектов при устройстве покрытий и уменьшить сроки сдачи объектов в эксплуатацию [3, 4]. На эксплуатационном этапе одной из ключевых задач является своевременное выявление дефектов покрытия и элементов инженерных сооружений (мостов, путепроводов, водоотводов). Разработки на основе ИИ, например система анализа коррозии конструкций от Infosys, позволяют распознавать и классифицировать повреждения с высокой точностью. Эти технологии могут быть интегрированы в дорожную отрасль для мониторинга состояния металлических ограждений, мостовых конструкций и опор освещения.

Искусственный интеллект также используется для анализа больших массивов данных о реализованных дорожных проектах и результатах обследований покрытия. Сравнивая архивные сведения по ремонту и реконструкции дорог с текущими данными мобильной съёмки, интеллектуальные системы способны не только автоматически выявлять дефекты дорожного покрытия, но и на этой основе прогнозировать возможное развитие повреждений. Такой подход помогает формировать планы ремонтов и рационально распределять финансовые и материальные ресурсы между участками дорожной сети, что очень важно при ограниченном финансировании. Образовательный аспект не менее значим, потому что подготовка инженеров-дорожников нового поколения невозможна без включения ИИ в учебные программы. Использование интеллектуальных систем при выполнении курсовых и дипломных проектов позволяет студентам развивать навыки анализа больших массивов данных, системного проектирования транспортных сетей и моделирования пове-

дения дорожных покрытий. Это формирует компетенции, необходимые для работы в условиях цифровой трансформации отрасли.

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта в дорожное строительство охватывает все этапы жизненного цикла объектов: проектирование трасс, контроль качества строительства, эксплуатацию и ремонт. Использование интеллектуальных технологий способствует повышению долговечности дорожных конструкций, снижению издержек, сокращению сроков выполнения работ и формированию безопасной транспортной инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гущина В.Б., Попова С.К., Раков С.А. и др. Системы искусственного интеллекта в строительстве // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2024. № 1. С. 177–182. DOI: 10.33764/2687-041X-2024-1-177-182.
2. Лёвин Б.А., Пискунов А.А., Поляков В.Ю., Савин А.В. Применение искусственного интеллекта для транспортного строительства: инженерные и образовательные аспекты // Мир транспорта. 2022. Т. 20, № 1(98). С. 74–79. DOI: 10.30932/1992-3252-2022-20-1-9.
3. Lopatchenko V.R., Gibalo P.A. Artificial Intelligence in the Construction and Operation of Bridges and Tunnels. 27 октября 2023. Р. 118–126.
4. Самолёт. S.Monitoring. Система предиктивной аналитики монолитных работ [Электронный ресурс] // TAdviser, 2022. Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/a/697235> (Дата обращения: 17.05.2026).

УДК 622.24

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА И ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СКВАЖИН

Гончаров Г. О. (СМ-9-24), Хан М.Е. (СМ-9-24)
Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры НГС Буров А.М.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Предложена технология очистки скважины от песчаных и гидратных пробок с использованием комплекса КОС и многофункционального инструмента, имеющего возможность возвратно-поступательного и вращательного движения. Приведена схема силового воздействия очищающего инструмента, дана оценка силовых параметров процесса.

Ключевые слова: дебит, песчаная пробка, гидраты, технология скважин, очищающий инструмент, технология промывки.

В процессе эксплуатации нефтяных и газовых скважин, одной из причин падения добычи является образование песчаных пробок на забое и гидратных пробок на стенках скважины. По мере увеличения пробки снижается производительность скважины и постепенно уменьшается ее дебит [1].

Цель работы: разработка конструкции многофункционального инструмента для очистки скважины, имеющего возможность возвратно-поступательного и вращательного движения.

По существующей технологии процесс очистки осуществляется следующим образом: колонна бурильных труб с комплексом оборудования-КОС спускается в забой до упора. При упоре в пробку кольцевой фрезер под весом всего комплекса проникает в песчаную пробку и разрушает ее дроблением. За счет перепада давления забойная жидкость со шламом открывает тарельчатый клапан тип КОТ и проникает в накопитель механических примесей. Недостаток действующего технологического процесса заключается в ограничении использования при очистке пропантовых скважин-твердых кристаллических соединений. Наличие только осевой силы снижает эффективность разрушения пробок, так как имитирует процесс дробления, а для повышения эффективности необходимо сочетание дробления и резания. Для реализации схемы резания следует обеспечить вращение инструмента.

По новой технологии очистки в компоновке оборудования комплекса – КОС инструмент – кольцевой фрезер заменяется на многофункциональное устройство, преобразующее возвратно-поступательное движение очищающего инструмента во вращательное (рис. 1) [2]. Устройство содержит очищающий инструмент 1 с продольным отверстием. При этом очищающий инструмент жестко соединен с полым поршнем и имеет возможность преобразования возвратно-поступательного перемещения при спуске в скважину во вращательное движение за счет движения шариков в винтовых пазах (см. рис. 1).

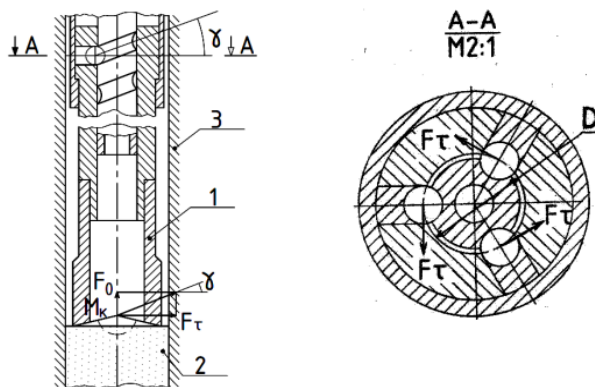


Рис. 1. Схема силового взаимодействия устройства в скважине:
1 – очищающий инструмент; 2 – песчаная пробка; 3 – обсадная труба

Величина осевой силы воздействия на пробку определяется из выражения

$$F_0 = p \cdot S + G,$$

где p – давление в забое; S – площадь контакта инструмента с пробкой в забое; G – полный вес колонны НКТ и комплекса КОС.

Составляющая сила F_τ приводит к появлению реактивного крутящего момента M_k , зависящего от диаметра D (см. рис. 1), веса всего комплекса G и

давления на забое- р. В общем виде величина крутящего момента может быть найдена по формуле

$$M_{\kappa} = F_{\tau} \cdot \frac{D}{2} = (p \cdot S + G) \cdot D \cdot \operatorname{ctg} \gamma \cdot \frac{1}{2}$$

Выводы: 1 - предложенная конструкция инструмента позволяет преобразовывать возвратно-поступательное движение очищающего инструмента во вращательное, что приводит к появлению дополнительного крутящего момента. 2 - Сочетание схемы дробления и резания способствует интенсивному поперечному разрушению пробок в забое, что позволит проводить очистку от твердых кристаллических соединений в наклонно-направленных скважинах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раабен, А.А. Ремонт и монтаж нефтепромыслового оборудования / А.А. Раабен, П.Е. Шевалди, Н.Х. Максutow. Москва : Недра, 1989. 317 с.
2. Патент № 2701401 С1 Российская Федерация, МПК E21B37/00. Устройство очистки и промывки скважин с механическим преобразованием поступательного перемещения во вращательное: № 2019103303: заявл. 06.02.2019 : опубл. 26.09.2019 /Адонин А.М., Гуляева Т.А., Соколов А.В. 12 с.

УДК 625.7

ЦВЕТНЫЕ СТЕКЛОШАРИКИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ НА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Гофман С.Д. (АД-1-25), Ротай Г.В. (АД-1-22), Юлдашов Ш. (АД-1-22)
Научный руководитель — к.т.н. доц. кафедры СиЭТС Артемова С.Г.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается проблема обеспечения безопасности дорожного движения в условиях ограниченной видимости, когда традиционная разметка становится неэффективной. В качестве инновационного решения представлены цветные стеклошарики– световозвращающие микросферы, которые не только улучшают видимость линий в тёмное время суток, но и выполняют функцию визуального зонирования проезжей части. Автор анализирует принцип работы технологии, основанный на законах оптики, и выделяет ключевые преимущества цветных шариков перед прозрачными аналогами: возможность цветовой дифференциации зон (пешеходные переходы, полосы общественного транспорта, велосипедные дорожки), улучшение навигации и повышение общего уровня безопасности.

Ключевые слова: автомобильные дороги, дорожная разметка, ДТП, микросфера, цветные стеклошарики, видимость, световозвращение, горизонтальная разметка, поверхностная посыпка.

Безопасность дорожного движения – это сложная система [1,2], где каждая деталь имеет значение. От состояния асфальта и качества освещения до чёткости разметки – всё влияет на предотвращение аварий [3]. Горизонтальная разметка

служит главным визуальным ориентиром для водителей, структурируя потоки и обозначая правила. Однако в сумерках, ночью или в непогоду (туман, дождь, снег) обычная разметка становится практически невидимой. Это критически повышает риск ДТП: водитель может не заметить поворот, смену полосы или пешехода. Статистика подтверждает: значительная доля аварий происходит именно в условиях ограниченной видимости. Решением стала интеграция световозвращающих элементов, а именно – стеклошариков. Изначально использовались прозрачные микросферы, которые возвращали свет фар, делая линии заметными с расстояния 200 - 300 метров [4 – 6]. Но с ростом сложности дорожной сети возникла потребность не просто в *видимости*, а в *информативности*– функциональном зонировании проезжей части с помощью цвета. Так появились *цветные стеклошарики*. Они сохранили ключевые светоотражающие свойства, но добавили возможность цветовой дифференциации [4 – 6]:

- *Жёлтый и белый* – для выделения пешеходных переходов и опасных зон (рис. 1).



Рис. 1. Жёлтый и белый стеклошарики

- *Синий и белый* – для обозначения полос движения общественного транспорта и платных парковочных мест (рис. 2).



Рис. 2. Синий и белый
стеклошарики



Рис. 3. Белый, жёлтый, красный,
синий, чёрный, зелёный
стеклошарики

- *белый, жёлтый, красный, синий, чёрный, зелёный* – для велосипедных дорожек (рис. 3 и 3, а).



Рис. 3, а. Белый, жёлтый, красный, синий, чёрный, зелёный
стеклошарики

Почему это актуально сегодня? С развитием городской инфраструктуры плотность трафика растёт, а сеть специализированных дорожек (велополос, выделенок) расширяется. В этих условиях разметка должна не просто «быть», а нести смысловую нагрузку [7]. Это особенно важно в мегаполисах, на сложных развязках, вблизи социальных объектов (школ, больниц) и на скоростных трассах. Современные стандарты безопасности (включая ГОСТ Р 51256 и ГОСТ Р 52289) ужесточают требования к световозвращению и цветовой кодировке, стимулируя дорожные службы переходить на инновационные материалы.

Что такое цветные стеклошарики? Это мелкие стеклянные микросферы, работающие по принципу линзы. Свет фар попадает на поверхность шарика, преломляется внутри и отражается обратно к источнику. Это обеспечивает видимость разметки ночью на сотни метров. Оптимальный размер фракций для дорожной разметки составляет 0,106–0,600 мм [8]. В сочетании со специальной краской они создают оптический комплекс, видимый даже при плохом освещении. Кроме того, стеклошарики повышают сцепление шин с дорогой и увеличивают срок службы самой разметки на 10–15% (рис. 4).



Рис. 4. Оптимальный размер фракций

Ключевые функции:

1. Светоотражающая: возвращение света фар водителю.
2. Зонирующая: визуальное разделение участков дороги по цвету.

В отличие от прозрачных аналогов, цветные шарики сочетают функциональность с высокой информативностью.

Принцип работы и технология окрашивания. Эффект световозвращения основан на законах оптики: луч света преломляется внутри сферы и отражается от

нижней части, погружённой в связующее вещество (краску или пластик). Цветное покрытие не снижает эффективность, если соблюдена технология: пигменты наносятся так, чтобы не блокировать прозрачность стекла.

Функциональные преимущества перед прозрачными аналогами:

- Визуальное зонирование: мгновенное определение типа зоны (пешеходный переход, спецполоса) без чтения знаков.
- Улучшенная навигация: водители быстрее ориентируются в дорожной обстановке.
- Акцент на безопасности: яркие цвета служат дополнительным предупреждением о важных участках (перекрёстки, школы).
- Эстетика: дорожная инфраструктура выглядит более современной и упорядоченной.

Технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики

Характеристика	Показатель
1	2
твёрдость по шкале Мооса	6,5 единиц
количество осколков и газовых включений	до 5%
насыпная плотность	1,5 г/куб. см
содержание сферических частиц	не менее 80 %
коэффициент светопреломления	1,5-1,53
шарики несферической формы	не более 20%
используемые фракции	0,100-0,200мм, 0,106-0,600 мм, 0,180-0,850 мм, 0,300-0,400 мм, 0,425-0,850 мм
состав	оксид кремния, оксид кальция, оксид натрия, оксид железа, оксид алюминия, оксид калия, оксид магния

Материал обладает высокой стойкостью к перепадам температур (от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$), реагентам и истиранию. Для лучшей адгезии поверхность обрабатывается специальными составами (аппретами).

Области применения. Цветные стеклошарики используются для разметки:

- Пешеходных переходов.
- Полос общественного транспорта.
- Велосипедных дорожек и парковок.
- Опасных участков дорог.
- Аэродромов и промышленных зон.

Технология нанесения. Существует два основных способа:

1. Внесение в состав: шарики добавляются непосредственно в краску (20 - 30% от массы) перед нанесением.
2. Поверхностная посыпка: материал наносится разметочными машинами на свежий слой краски сразу после её нанесения.

Важные нюансы:

- Средний расход для посыпки – около 250 г/кв.м (увеличивается при многослойном нанесении).

- Оптимальная степень погружения шарика в краску – 50 - 60%. Если он погружен глубже – эффект снижается; если выступает слишком сильно – повышается риск повреждения транспортом.

- Остатки шариков вне зоны разметки необходимо убирать немедленно во избежание скольжения.

Расход зависит от шероховатости асфальта: чем хуже состояние дороги, тем больше материала требуется. Транспортировка и хранение требуют защиты от влаги в заводской упаковке.

Цветные стеклошарики – это технологичный шаг к созданию умной дорожной инфраструктуры. Они объединяют безопасность (видимость ночью), долговечность и информативность (цветовое кодирование). Соблюдение стандартов ГОСТ и технологии нанесения гарантирует максимальный эффект, снижая риск ДТП и делая городскую среду более понятной для всех участников движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В. Ф. Бабков. М.: Транспорт, 1993. 271 с.
2. Клиновштейн, Г. И. Организация дорожного движения: учебник для студентов вузов / Г. И. Клиновштейн, М. Б. Афанасьев. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247
3. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. М.: Издательский центр «Академия», 2007 с.
4. ГОСТ Р 51256-2018. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2018.
5. ГОСТ Р 52289-2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. М.: Стандартинформ, 2019.
6. ГОСТ Р 53172-2008. Материалы для дорожной разметки. Метод определения коэффициента световозвращения. М.: Стандартинформ, 2008.
7. Домке, Э. Р. Проектирование и организация транспортных и пешеходных потоков. Дорожные одежды: учебное пособие / Э. Р. Домке, А. И. Петухов. Пенза: ПГУАС, 2015.
8. Технические условия (ТУ) и паспорта на материалы. Документация производителей дорожно-разметочных материалов (микростеклошариков и термопластиков).

УДК 628.4.043

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВЕ

Гурик В.А. (СМ-13-24)

Научный руководитель — к.э.н., доц. кафедры ГСЭиУП Мавлютов Р.Р.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Работа посвящена анализу потенциала использования вторичных материалов переработки автомобильных шин в строительстве и при благоустройстве городов. Проведен

сравнительный анализ различных методов переработки шин, проанализирована экологическая, экономическая и технологическая эффективность. Было установлено, что механический метод имеет более высокий потенциал в применении.

Ключевые слова: изношенные автомобильные шины, пиролиз, механическая переработка, благоустройство, резиновая крошка, строительные материалы

Проблема утилизации автомобильных шин остается глобальной десятилетиями, что стимулирует необходимость повышения эффективности и объемов переработки. Ключевая задача — создание экологически эффективной и экономически целесообразной модели утилизации, перспективной для строительной отрасли и благоустройства городов. Целью статьи является анализ возможности применения вторичных материалов и перспектив их использования в строительстве.

В мировой практике существует множество методов переработки автомобильных шин, однако наиболее перспективными являются механический метод и пиролиз. Для определения целесообразности интеграции данных двух методов, необходимо произвести сравнительный анализ по трем ключевым критериям: экологическая эффективность, экономическая целесообразность, технологическая пригодность. Данные анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ вторичных продуктов переработки шин по ключевым критериям

Вторичный материал	Технологическая пригодность	Экологическая безопасность	Экономическая целесообразность	Общая оценка
Резиновая крошка	Высокая. Интегрируется в асфальтобетон	Высокая. Экологически чистый продукт	Средняя. Требуется оборудование	Предпочтителен для применения в дорожном строительстве
Пиролизные продукты	Средняя. Требуется обработка, ограниченное применение	Средняя. Выбросы летучих соединений	Высокая. Продукты могут быть использованы как топливо или наполнители	Применяется как добавочный материал. Требуется контроль и ограниченного использования

Анализ данных свидетельствует, что оба метода технологически реализуемы, однако резиновая крошка обладает наибольшей технологической и экологической эффективностью. Ее потенциал раскрывается в дорожном и городском строительстве. Продукты пиролиза требуют более высокого контроля и ограничены в практическом применении. Современные условия строительства требуют внедрения экологически безопасных технологий. Продукты переработки шин представляют интерес в градостроительстве и благоустройстве, поскольку снижают негативное воздействие на экосистемы и расширяют сырьевую базу строительной отрасли. Таким образом, переработка шин — перспективное направление эффективного освоения ресурсов в строительстве [1,2]. Основным подход к использованию резиновой крошки — добавление в асфальтобетонные смеси. Мировой опыт свидетельствует о по-

вышении эластичности, износостойкости и снижении шума. Материал также используется для покрытий детских и спортивных площадок. Преимущество механической переработки — простота и доступность оборудования. Технология внедряется с использованием стандартных дробильных и сортировочных установок. При термической обработке шин образуются: пиролизное масло, газ и технический углерод. Технический углерод интересен как наполнитель для строительных композитов. Реализация метода требует более высоких капиталовложений, что обусловлено использованием высокотехнологичных установок и систем очистки выбросов [3].

Таким образом, вторичные материалы шин имеют большие перспективы в строительстве. Наиболее доступным и технологически эффективным является механический метод получения резиновой крошки. Продукты пиролиза могут быть рассмотрены как источник при условии дальнейшего развития технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Poulikakos L. D. et al. Effect of waste materials on acoustical properties of semi-dense asphalt mixtures //Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2022. Т. 102. С. 103154.
2. Токарев В. А. и др. Рециклинг вторичного сырья для изготовления мелкоштучных бетонных изделий в дорожном строительстве. Обзор //Вестник МГСУ. 2025. Т. 20. №. 6. С. 899-919
3. Qi J. et al. Coupling of molten salt heating tire pyrolysis process with carbon black modification process: Technical economic evaluation and life cycle assessment //Journal of Cleaner Production. 2025. Т. 486. С. 144454

УДК 625.711.1:004.9

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ Р-228

Давыдов Р.В. (СМ-3-24), Карякин К.А. (СМ-3-24)

Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой СиЭТС Алексиков С.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассмотрены основные проблемы эксплуатации автомобильной дороги Р-228 в зимний период года, предложен путь их решения с целью повышения транспортной безопасности.

Ключевые слова: зимнее содержание, дорога Р-228, интеллектуальный мониторинг, повышение безопасности дорожного движения.

Федеральная трасса Р-228 (Сызрань-Саратов-Волгоград) — одна из ключевых транспортных артерий Поволжья, связывающей центральные регионы с Нижним Поволжьем и Северным Кавказом. Эксплуатация дороги в зимний период соотносится с рядом ключевых проблем:

1. Высокая подверженность снегозаносам. Р-228 на ряде участков регулярно перекрывается в связи с неблагоприятными погодными условиями, вызванных интенсивными снегопадами и метелями. Наиболее подвержены снегозаносами участки на границе с Саратовской областью. В 2023г. участок дороги Р-228 с 194 по 255 км в Камышинском районе был закрыт для движения автотранспорта. Высота заносов местами достигала 3,5 м (см. рис. 1). Сложный рельеф местности, снег и сильная метель не позволили тяжеловесному мугрузовому автотранспорту преодолевать затяжные уклоны, количество скопившегося транспорта достигло нескольких сотен [1].



Рис. 1. Заносы снега на автомобильной дороге Р-228 в январе 2022 г

2. Неэффективность традиционных методов содержания и отсутствие проактивного подхода. Система зимнего содержания Р-228 носит реактивный характер: дорожные службы приступают к работам уже после образования заносов или гололёда, а не на этапе прогнозирования, что снижает эффективность проводимых мероприятий. Отсутствие заблаговременного автоматизированного прогноза опасных участков до наступления неблагоприятных условий не позволяет своевременно перераспределять технику и ПГМ.

В целях повышения транспортной безопасности в зимний период на автомобильной дороге Р-228 предлагается внедрение зимнего контура интеллектуальной дорожной безопасности. Опыт внедрения подобных систем на федеральных трассах России (с декабря 2025 г. зимний контур охватывает уже более 4200 км) показывает, что система в автоматическом режиме способна определять риск образования гололёда, снежных заносов и ухудшения сцепления за 30-45 минут до наступления опасных условий. При выявлении риска автоматически активируются динамические знаки, снижающие допустимую скорость, а также направляются сигналы дорожным службам для оперативной обработки покрытия. За первые дни работы обновлённого контура количество аварий на контролируемых участках снизилось на 38%, а количество вынужденных остановок большегрузов на обочинах сократилось на 27% [2].

В заключении хотелось бы отметить, что применение интеллектуальной системы мониторинга состояния покрытия на федеральной автомобильной дороге Р-228, с учётом особенностей её рельефа и климата, позволит существенно повысить уровень зимнего содержания и безопасность дорожного движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Особенности зимнего содержания автомобильных дорог Волгоградской области / С.В. Алексиков, А.А. Воронежский, К.А. Карякин, Г.М. Акопян // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Волгоград, 11–12 декабря 2025 года. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. С. 407-412.

2. На федеральных трассах России расширен зимний контур интеллектуальной дорожной безопасности // Официальный сайт общественного совета при министерстве транспорта Российской Федерации. Режим доступа: <https://osmt-kom-tbbt.ru/2025/12/24/на-федеральных-трассах-россии-расшир/#content> (Дата обращения: 17.05.2026).

УДК 628.316

РАЗРАБОТКА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ ФОНТАНА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДВОРЦОВО-ПАРКОВОГО АНСАМБЛЯ В КОССОВО

Дмитриев Е.С. (В-114-24), Вербицкая Ж.С. (В-114-24)

Научные руководители — к.т.н., доц. кафедры ВВиОВР Наумчик Г.О.

ст. преподаватель кафедры ВВиОВР Сенчук Д.Д.

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

В статье рассматриваются вопросы инженерно-технологического проектирования фонтанного комплекса в рамках реставрации дворцово-паркового ансамбля Коссовского замка. Выполнен анализ исходных данных, обоснован выбор архитектурно-планировочных решений и произведен гидравлический расчет системы, включающий определение расходно-напорных характеристик и подбор оборудования.

Ключевые слова : фонтан, гидравлический расчет, насадки, рециркуляционная система.

Коссовский замок — уникальный памятник неоготической архитектуры XIX века, восстановление которого велось в рамках государственной программы «Замки Беларуси» и завершилось вводом объекта в эксплуатацию в 2023 году. Завершающим этапом реставрации является воссоздание исторической среды — террасного парка с системой аллей, прудов и фонтанным комплексом как композиционным акцентом парадной части. Целью данной работы является разработка водной системы фонтана и выполнение гидравлического расчета, обеспечивающего реализацию заданной художественной композиции при соблюдении принципов реставрации: минимального вмешательства, технологической скрытности и энергоэффективности.

Проектируемый фонтан представляет собой двухуровневую композицию, состоящую из нижней овальной чаши (5,1×8,5 м) и верхней центральной вазы на тумбе. Водная картина формируется двумя группами наклонных ламинарных струй с заданными параметрами параболы и центральной пенной (аэрированной) струей. Исходными данными для расчета послужили: высота

струй первого каскада $PН=1,1$ м, длина параболы $PW=1,6$ м; для второго каскада – $PН=0,85$ м, $PW=1,0$ м; высота центральной струи – $1,2$ м. (рис. 1).

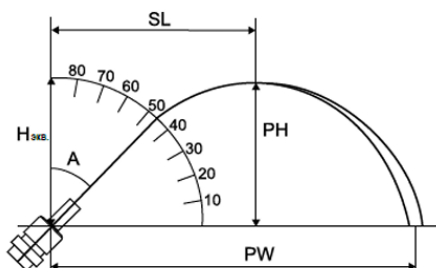


Рис. 1. Расчётная схема для определения параметров водяной струи

Методика расчета для наклонных струй основана на определении эквивалентного вертикального напора через процентное соотношение высоты параболы к длине ($PН\%$) и переводной фактор F , определяемые по справочным таблицам [1]. Для первого каскада при $PН\%=69\%$ получены угол наклона $\alpha=23^\circ$ и фактор $F=1,36$, что дало эквивалентный напор $H_{\text{экв}}=1,2$ м. По каталогу производителя для насадок Lance Jet (I) F 2311064C ($d=14$ мм) при данном напоре расход составил $Q_1=52$ л/мин, напор $H_1=2,3$ м. Для второго каскада ($PН\%=85\%$, $\alpha=21^\circ$, $F=1,24$, $H_{\text{экв}}=0,8$ м) насадка Lance Jet (I) F 2311031C ($d=12$ мм) обеспечивает $Q_2=37$ л/мин, $H_2=1,8$ м [1].

$$H_{\text{экв}} = PW/F, \text{ м}$$

Центральная струя формируется насадкой Snowy Jet F 2391006 ($d=50$ мм), для которой при заданной высоте $1,2$ м требуются расход $Q_3=206$ л/мин и напор $H_3=5,4$ м. Общий расход системы составил:

$$Q_{\text{общ}} = 18 \cdot 52 + 18 \cdot 37 + 206 = 1808 \text{ л/мин} \approx 110 \text{ м}^3/\text{ч}.$$



Рис. 2. Общий вид модернизированного фонтана

На основе полученных данных разработана рециркуляционная схема водоснабжения. Подающий трубопровод выполнен из стальных водогазопроводных труб, раздающие коллекторы – из нержавеющей стали диаметром 50 мм. Для очистки воды предусмотрены фильтрующие решетки OZ 140 с площадью фильтрации 1548 см^2 . Система автоматики включает датчик уровня LV 10, обеспечивающий поддержание постоянного уровня в чаше путем компенсации потерь на испарение и унос.

В результате выполненной работы разработан проект водной системы фонтана Коссовского замка, произведен полный гидравлический расчет, по-

зволивший определить параметры водной картины и обосновать выбор оборудования. Предложенные инженерные решения соответствуют принципам реставрации объектов культурного наследия и обеспечивают надежную, энергоэффективную эксплуатацию фонтанного комплекса как неотъемлемого элемента воссоздаваемого исторического ландшафта (рис. 2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каталог профессионального фонтанного оборудования VODALUX.

УДК 372.862

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Дубоненко И.В. (ПГС-1-25)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИГСИМ Степанова И.Е.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Статья посвящена современным методам оценки профессиональных рисков на производственных объектах, включая анализ финансовых, технических и правовых рисков, а также предлагает практические рекомендации по их управлению и минимизации на предприятии.

Ключевые слова: профессиональные риски, производственные объекты, оценка рисков, управление рисками.

Процесс строительства невозможно представить без специальных методик анализа и оценки рисков. Традиционно специалисты-практики связывают успех строительного проекта с тремя ключевыми аспектами – временем, стоимостью и качеством, и именно в их контексте оценивают потенциальные риски. Реализация проектов осуществляется в условиях большой неопределенности. Среди основных внешних факторов: общая экономическая нестабильность; продолжение пандемийных ограничений; наличие ресурсов (рабочей силы, материалов, оборудования); сокращение объемов выдачи льготной ипотеки; изменения в законодательстве; недостаток или недостаточная подготовка кадров. Также можно выделить те риски, которые могут возникнуть вне зависимости от текущего контекста. Сюда относятся ошибки на стадиях планирования и проектирования, неправильный расчет оценки стоимости работ, сроков, количества материалов, и, как следствие, превышение первоначального бюджета, несвоевременное подписание закрывающих документов, задержки оплат, проблемы с качеством работ и т.д. [1].

Некоторые виды рисков в строительстве:

1) *Финансовые риски.* Являются особенностью данной отрасли. Исторически сложилось, что данная сфера известна высокими расходами, а также

рисками. А многие из последних связаны с внезапными денежными затратами, необходимыми для реализации проекта. Перечислим, какие же бывают финансовые риски в строительстве:

- Перерасход бюджета. Такие риски могут возникнуть из-за неожиданных трат на материал или работу, которые не были заложены в первоначальный бюджет.

- Недостаток финансов для завершения проекта. Подобное происходит в случае, если стоимость строительства получилась выше, чем планировалось изначально, либо же не удастся собрать необходимую сумму для его окончания.

Для того чтобы снизить финансовые риски, необходимо мониторить траты, более детально подходить к финансовому проектированию и принимать все возможные меры для контролирования рисков [2, 3].

2) *Технические риски* связаны с потенциальными проблемами или сложностями, которые возникают в ходе строительства (проектирование или способы строительства). Приведем несколько примеров:

- Геологические отклонения. Фактические грунты на площадке отличаются от данных изысканий — требуется перепроектирование фундамента и незапланированное усиление конструкций.

- Несоответствие инженерных систем. Проектные решения по вентиляции, электроснабжению или водоснабжению не стыкуются с реальными возможностями подключения к городским сетям.

Для того чтобы минимизировать технические риски и выявить проблемы до того, как они станут серьезными, необходимо регулярно мониторить процесс строительства.

3) *Правовые риски* возникают из-за несоблюдения законодательства, споров с подрядчиками или изменениями в нормативных актах. Рассмотрим несколько примеров правовых рисков:

- Договорные споры: разногласия между владельцем, подрядчиком или другими сторонами из-за условий труда, оплаты или исполнения работы.

- Претензии из-за задержек и срывов: о возмещении упущенной выгоды и расходов, связанных со сдвигом сроков или неполадками в процессе строительства.

- Претензии в связи с дефектом изготовления: о возмещении ущерба, вызванного плохим качеством материалов во время строительства.

Для того чтобы минимизировать юридические риски в строительстве, необходимо четкое понимание всех законов и нормативных актов, надежное управление контрактами и эффективные методы контроля рисков [2,3].

Чтобы управлять рисками, следует разработать план действий, который должен включать в себя:

1. Определение рисков для конкретного проекта. На этапе подготовки нужно проводить анализ. Одним из наиболее эффективных способов является мозговой штурм между заинтересованными сторонами и лицами, отвечаю-

щими за строительство объекта. Мониторинг и изучение прошедших проектов позволят составить список дополнительных рисков, которые могут появиться на любых стадиях реализации.

2. Оценка рисков строительства по приоритетности. Здесь учитывают два фактора: потенциальное воздействие на бизнес и вероятность наступления. Для этого лучше использовать количественные выражения в процентах, деньгах и так далее. Первым делом обрабатываются риски с высокой вероятностью и высокой степенью воздействия. Можно создать список приоритетов, которые будут наиболее важны для управления объектом.

3. Выполнения плана управления, который поможет предоставить подробную информацию всем членам проектной команды. По каждому из выявленных рисков приводится подробное описание ресурсов.

4. Вовлечение всех членов проекта. Они должны быть проинформированы о предполагаемых рисках.

5. Создание плана действий на случай, если анализ фактов выявит неудовлетворительные результаты (срыв графика, превышение бюджета и другие).

Таким образом, эффективная оценка и управление профессиональными рисками на производственных объектах требуют комплексного подхода, учитывающего финансовые, технические и правовые аспекты. Внедрение современных методов анализа позволяет не только своевременно выявлять потенциальные угрозы, но и разрабатывать целенаправленные меры по их минимизации, что в итоге способствует повышению безопасности труда и устойчивости предприятия в долгосрочной перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эффективное управление рисками. Режим доступа: https://www.lcb.it.ru/blog/kak-razrabotat-effektivnyy-plan-upravleniya-riskami-v-stroitelstve/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (Дата обращения: 28.03.2026).

2. Риски в строительстве. Виды и правила управления. Режим доступа: <https://ru-biss.ru/blog/stroitelnye-spory/riski-v-stroitelstve/#finansovye-riski> (Дата обращения: 28.03.2026).

3. Мальшенко А. В. Безопасность и риски в строительстве: профессиональные угрозы и методы управления / А. В. Мальшенко. М.: Стройиздат, 2022. 248 с.

625.7/.8 (575.2)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В КЫРГЫЗСТАНЕ: ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

Дыйканбаев Б.Ж. (АДиА-1-25)

Турабыев Ч.К., ст. преподаватель кафедры СП

Институт архитектуры и строительства

Ошский технологический университет им. М.М. Адышева, Ош, Кыргызская Республика

В данной статье рассматриваются проблемы повышения качества автомобильных дорог в Кыргызстане и современные пути их решения. Анализируются основные факторы, такие как неудовлетворительное физическое состояние дорог, недостаточное финансирование, климатические условия и высокая транспортная нагрузка. Также предлагаются современные решения для обеспечения долгосрочного содержания дорог, включая использование новых материалов, интеллектуальных транспортных систем, проекты государственно-частного партнёрства и инженерные решения, адаптированные к климатическим условиям. В научно-практическом плане статья способствует определению стратегии улучшения транспортной инфраструктуры Кыргызстана.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, современные технологии, модели финансирования, интеллектуальные транспортные системы, климатические условия, дорожное строительство, содержание дорог.

Автомобильные дороги являются основой экономического и социального развития страны. Они играют ключевую роль в перевозке товаров и людей, а также обеспечивают внутренние и внешние торговые связи государства. В Кыргызской Республике протяжённость автомобильных дорог составляет около 34 тыс. км, из которых 18 810 км приходятся на дороги общего пользования, обеспечивающие основную часть пассажирских и грузовых перевозок. Однако низкое качество дорог снижает экономическую эффективность и увеличивает затраты на эксплуатацию транспорта [1]. Качество автомобильных дорог в Кыргызстане ниже среднемирового уровня, и страна занимает 113-е место в рейтинге. Этот показатель оказывает негативное влияние на экономическое развитие, логистику и безопасность государства. Поскольку качественные автомобильные дороги являются важным фактором устойчивого экономического роста [2].

Актуальность исследования заключается в необходимости выявления существующих проблем, связанных с автомобильными дорогами, и продвижения путей их решения.

В Кыргызстане транспортная инфраструктура является важной частью экономического развития и социальной связи. Однако во многих регионах качество дорог остаётся низким, что создаёт трудности для водителей и пассажиров. Низкое качество дорог замедляет перевозку товаров, увеличивает количество дорожно-транспортных происшествий и затрудняет межрегиональные связи. Основные проблемы строительства автомобильных дорог можно рассмотреть через следующие четыре аспекта. Во-первых, неудовлетворительное физическое состояние дорог: некоторые из них были построены 30–40 лет назад и нуждаются в модернизации. Появление трещин, выбоин и недостаточная эффективность дренажной системы сокращают срок службы дорожного покрытия [3]. Проблемы финансирования заключаются в том, что в государственном бюджете недостаточно средств, выделяемых на строительство и ремонт дорог. Кроме того, практически отсутствует плановая программа технического обслуживания, необходимая для обеспечения их устойчивого содержания. Климатические условия в Кыргызстане оказывают значительное влияние на состояние дорог: в зимний период выпадает большое количе-

ство снега, а весной при увеличении объёма воды дороги быстро разрушаются. В горных районах существует опасность селей и оползней, что также наносит ущерб целостности дорожной инфраструктуры. Проблемы транспорта и логистики связаны с высокой транспортной нагрузкой и большим количеством тяжёлых автомобилей, что приводит к быстрому износу дорог. На некоторых участках дорог также недостаточно дорожных знаков и мер безопасности [4]. Современные решения включают использование современных материалов в строительстве дорог. Новые технологии в производстве асфальта и бетона обеспечивают долговечность дорожного покрытия. Асфальтовые слои с полимерными добавками устойчивы к воздействию воды и температуры [2].

Интеллектуальные транспортные системы (ITS). Датчики и камеры для онлайн-мониторинга состояния дорожного движения помогают снижать количество дорожно-транспортных происшествий. Оптимизация трафика позволяет предотвращать чрезмерную нагрузку на дороги. Новые модели финансирования и управления, такие как проекты государственно-частного партнёрства (Р), эффективны при строительстве и обслуживании дорог. Для улучшения качества дорожной сети возможно создание специального фонда. Дизайн, адаптированный к экологическим и климатическим условиям, включает улучшение дренажных и водоотводящих систем. В районах с риском селевых потоков и оползней проводятся инженерные работы для укрепления дорог.

Повышение качества автомобильных дорог в Кыргызстане оказывает прямое влияние на экономический рост и социальное развитие общества. Несмотря на наличие множества проблем, современные технологии, новые материалы, эффективные методы управления и модели финансирования предоставляют значительные возможности для решения этой задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Министерство транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики. Автомобильные дороги Кыргызской Республики: состояние и развитие. Бишкек, 2022.
2. Кудрявцев П.С. Автомобильные дороги. Москва: Транспорт, 2018.
3. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – Москва, 2017.
4. Дуйшеев С.Д., Жалалдинов М.М., Эркали уулу У. Предложения по совершенствованию методов оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог на примере дорог Кыргызстана. НОТ КУУ. Ош, 2016. Вып. №1. С. 31-36.

УДК 624.2

О ВЫБОРЕ СТАЛИ ДЛЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ EN 1993

Есмагулов Б.М. (М-124)

Научный руководитель — д.т.н., проф. кафедры «Строительство» Кудайбергенов Н.Б.
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Рассматривается актуальная проблема обоснованного выбора марок стали для мостовых сооружений, эксплуатируемых в сложных климатических условиях, в соответствии с требованиями Еврокода 3 (EN 1993). Обеспечение трещиностойкости и предотвращение хрупкого разрушения являются критическими задачами при проектировании ответственных металлических конструкций. Проведен анализ методологии определения требуемого качества материала, основанной на методе опорной температуры, изложенной в разделе EN 1993-1-10.

Ключевые слова: сталь, мостовые сооружения, климатические условия, Еврокод.

В последние годы появились нормативные документы и исследования, посвященные выбору марок стали с учетом требований Еврокодов. Европейский стандарт EN 1993-1-10 содержит руководства по выбору марки и подкласса стали на основе показателей ударной вязкости и трещиностойкости для предотвращения хрупкого разрушения сварных конструкций [1]. В Великобритании, Германии и других странах на основе EN 1993-1-10 разработаны национальные приложения и руководства, облегчающие инженерам выбор стали для заданных условий эксплуатации [2]. На постсоветском пространстве наблюдается интеграция этих подходов в национальные стандарты. В Республике Казахстан, например, введен норматив СП РК EN 1993-1-10:2015, полностью основанный на EN 1993-1-10, что свидетельствует о стремлении унифицировать критерии выбора стали в соответствии с европейскими требованиями.

Автором проведен анализ применения традиционных «мостовых» сталей 15ХСНД, 10ХСНД, 16Г2АФ и других, показавший их достоинства и недостатки в сравнении с требованиями EN 1993. Результаты указывают на необходимость обновления нормативной базы и применения новых марок сталей с улучшенной хладостойкостью. Обзор литературы свидетельствует, что переход на новые подходы (EN 1993) поддерживается как нормативно, так и научно-исследовательски. В практике Евросоюза для мостовых конструкций широко используются конструкционные стали нормальной и повышенной прочности, стандартизованные в EN 10025. Наиболее распространена сталь класса S355 с минимальным пределом текучести 355 МПа [3]. Стандарт EN 10025-2 ограничивает углеродный эквивалент подобных сталей примерно 0,45% для гарантии хорошей свариваемости и пластичности.

Традиционно в советской и постсоветской практике для основных элементов мостов применяли низколегированные стали, которые хорошо зарекомендовали себя в сварных конструкциях, обеспечивая требуемые характеристики прочности. До недавнего времени прямого аналога стали S355 в отечественной классификации не существовало. Ближайшими по свойствам считались стали 17Г1С и 17ГС, а также 09Г2С — все они имеют предел текучести в диапазоне 330–350 МПа и применимы для сварных мостовых конструкций.

С внедрением межгосударственного стандарта ГОСТ 27772-2015 произошло сближение с европейской системой: введены условные классы проч-

ности стали, обозначаемые буквой «С» и цифрой — минимальным пределом текучести в МПа. Новейшие стандарты позволяют «свести мосты» между ними: например, классы прочности С345 и С355 по ГОСТ 27772 соответствуют стали 09Г2С и перспективной отечественной аналогичной S355. Более того, ГОСТ 27772-2015 определяет и более высокопрочные классы (С390, С440, С550, С590 и др.) — задел на будущее использование сталей повышенной прочности в строительстве мостов.

Выбор конкретной марки стали должен осуществляться исходя из требуемого класса прочности, толщины элемента и климатических условий эксплуатации, чтобы обеспечить соответствие, как по несущей способности, так и по надежности против хрупкого разрушения. Согласно ГОСТ 27751–2014 все сооружения разделяются по уровню ответственности на три класса. К мостам, предъявляются повышенные требования безопасности, поэтому крупные мостовые переходы и эстакады относятся к классу КС-3. Для мостов класса КС-3 требуется применять стали с гарантированной вязкостью при более низкой температуре, чем для обычных конструкций. Нормы проектирования содержат указания учитывать расчетную температуру металла — наихудший случай температуры эксплуатации, определяемый по климатическим данным региона.

ГОСТ 31385-2016 прямо указывает, что выбор марки стали для основных элементов следует проводить с учетом гарантированного предела текучести, толщины проката и хладостойкости (ударной вязкости) — эти три фактора являются ключевыми и в Eurocode, и в отечественных подходах. Для элементов большой толщины и высокой ответственности зачастую требуется понижать расчетную температуру испытаний или использовать сталь с более высоким качеством (например, с суффиксом К — повышенная хладостойкость).

Таким образом, подходы, основанные на EN 1993, позволяют значительно повысить надёжность мостов за счёт строгих требований к ударной вязкости и хладостойкости стали. Эти требования закреплены как в EN, так и в актуализированных межгосударственных стандартах Казахстана и СНГ. Совмещение европейского опыта и местных условий поможет создавать более безопасные и эффективные мосты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП РК EN 1993-1-10:2005/2011. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-10. Ударная вязкость материала и прочностные свойства в направлении толщины проката.
2. EN 1993-1-10:2005. Eurocode 3: Design of steel structures — Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties.
3. EN 10025-2:2019. Hot-rolled products of structural steels — Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ (ОПОЛЗНЕЙ И СНЕЖНЫХ ЛАВИН) НА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ ОШСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕТОДЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Жороев И.А. (АДиА-1-25)

Жалалдинов М.М., доцент кафедры СП

Ошский технологический университет, Ош, Кыргызская Республика

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается влияние природных опасностей, таких как оползни и снежные лавины, на автомобильные дороги Ошской области. Эти опасности приводят к перекрытию дорог, нарушению транспортного потока и представляют прямую угрозу безопасности водителей. Кроме того, они оказывают негативное влияние на дорожную инфраструктуру и приводят к экономическим потерям. В статье анализируются методы повышения безопасности дорог, включая системы предупреждения, мониторинга, инженерные защитные сооружения и соблюдение правил дорожного движения.

Ключевые слова: автомобильные дороги, оползни, снежные лавины, безопасность дорожного движения, транспортный поток, системы предотвращения, инженерные меры.

Кыргызстан - горная страна, и в частности Ошская область, а также проходящие через неё автомобильные дороги характеризуются сложным рельефом и горными перевалами. Природные опасности, такие как оползни и снежные лавины, оказывают значительное влияние на безопасность автомобильных дорог [1]. Эти явления нарушают транспортные потоки, приводят к перекрытию дорог, создают угрозу безопасности водителей и могут вызвать негативные экономические последствия. В данной статье рассматриваются причины, последствия и методы предотвращения природных опасностей, связанных с Ошской областью и одной из основных горных магистралей Кыргызстана - автодорогой Бишкек-Ош.

Оползень - это смещение масс грунта вниз по склону. Его причиной могут быть атмосферные осадки, подземные воды и насыщение почвы влагой. На территории Ошской области, в частности в районах, прилегающих к Алтайским и Алайским горам, оползни происходят достаточно часто, особенно в периоды обильных осадков. Оползни блокируют дороги, нарушают движение транспорта и приводят к дополнительным затратам на ремонт [2]. В частности, имеются сообщения о случаях перекрытия дорожного движения в горных районах вблизи Оша вследствие оползней. Эти явления объясняются особенностями горного рельефа и климатическими условиями региона. Снежная лавина - это сход больших масс снега, образующихся в результате его накопления, чаще всего в горных перевалах. Например, на участках автодороги Бишкек-Ош, таких как Тоо-Ашуу и Чычкан, лавинная опасность встречается довольно часто [2]. Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики предупреждает о возможном сходе лавин на данных участках, что создает высокий риск для водителей. Во время схода оползней

и лавин автомобильные дороги перекрываются, а транспортный поток нарушается. Например, на трассе Бишкек–Ош неоднократно фиксировались случаи, когда камни и снежные массы, сошедшие с гор, перекрывали дорогу, в результате чего транспорт оказывался заблокированным; для расчистки привлекались специальные службы, после чего движение восстанавливалось. Оползни и лавины представляют прямую угрозу для водителей. Так, на участке Тоо-Ашуу автодороги Бишкек–Ош были случаи, когда лавины накрывали несколько автомобилей. Подобные ситуации, включая наличие пострадавших и проведение эвакуационных работ, свидетельствуют о высокой опасности данного участка дороги. Природные опасности наносят ущерб дорожной инфраструктуре и приводят к материальным потерям. Очистка оползней, ремонт дорог и устранение последствий требуют значительных бюджетных затрат. Кроме того, перекрытие дорог задерживает перевозку товаров и негативно влияет на региональную торговлю.

Установка систем мониторинга и раннего предупреждения в лавиноопасных районах способствует снижению последствий. Местные органы власти и МЧС предоставляют предупреждения о возможных природных угрозах, что позволяет своевременно информировать водителей. На некоторых участках на склонах гор сооружаются защитные конструкции — барьеры, снегозадерживающие щиты и лавинные галереи [3]. Эти инженерные меры направлены на предотвращение схода опасных масс на дорогу и обеспечение безопасности движения транспорта. В районах с повышенной лавинной опасностью необходимо строго соблюдать ограничения скорости и дистанцию между транспортными средствами. В отдельных случаях вводятся временные ограничения движения, а водителям предоставляются рекомендации по безопасному передвижению.

Автомобильные дороги Ошской области и других горных регионов Кыргызстана подвержены воздействию оползней и снежных лавин. Эти природные явления осложняют дорожное движение, создают угрозу для водителей и приводят к экономическим потерям. Изменение климата усиливает их активность. Поэтому важное значение имеют системы мониторинга, профилактические меры, инженерные решения и политика обеспечения безопасности дорожного движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдрахманов К. Геологические опасности в Кыргызстане. Бишкек, 2018. 156 с.
2. Министерство транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики. Информация о состоянии автомобильных дорог. Бишкек, 2022. 242 с.
3. Маруфий А.Т., Цой А.В., Жалалдинов М.М. Сызыктуу транспорттук курулмалардын жерпайындагы топурактын нымдалышынынлокалдык зоналарын эсепке алуу. КМТУнун Жарчысы. Бишкек, 2024, №3 (71). С. 876-881

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Зотов Н.В., Бочаров Д.Д., Еремин Г.С., Молочков Д.Н. (СМ-9-24)
Научные руководители — к.т.н., доц. кафедры НГС Томарева И.А.
к.т.н., доц. кафедры НГС Бурханова Р.А.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В работе проведен анализ цифровых технологий в обеспечении безопасности сооружений нефтегазовой отрасли России. Приведены практические примеры внедрения. Определены проблемы и задачи отрасли.

Ключевые слова: цифровые технологии, безопасность, нефтегазовая отрасль.

В условиях современной экономики цифровые технологии становятся ключевым инструментом повышения эффективности и безопасности в различных отраслях промышленности. Нефтегазовый комплекс России, обладающий значительным потенциалом и стратегическим значением, активно внедряет инновационные решения для минимизации рисков, связанных с эксплуатацией сложных инженерных сооружений. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения производственной и экологической безопасности, а также требованиями к технологическому суверенитету в условиях внешних ограничений [1]. Внедрение цифровых технологий в нефтегазовой отрасли поддерживается на государственном уровне. Ключевыми документами являются:

- Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2021 №3924-р, утверждающее стратегическое направление цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года, включая внедрение технологий искусственного интеллекта, больших данных, робототехники и сенсорики;

- Ведомственная программа «Цифровая энергетика», ориентированная на интеграцию платформенных решений для повышения эффективности и безопасности энергетической инфраструктуры;

- Законодательные требования, согласно которым с 2025 года на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ), к которым относится большинство объектов ТЭК, запрещается использование оборудования с иностранным программным обеспечением.

Необходимо выделить основные цифровые технологии, которые применяются для обеспечения безопасности сооружений нефтегазовой отрасли России [2]:

- Цифровые двойники — виртуальные модели объектов, позволяющие прогнозировать эксплуатационные риски, моделировать аварийные ситуации и оптимизировать процессы управления;

- Системы мониторинга в реальном времени — основаны на использовании датчиков и IoT-устройств для постоянного контроля состояния оборудования и окружающей среды;

- Анализ больших данных — обработка массивов информации для выявления закономерностей, прогнозирования инцидентов и принятия управленческих решений;

- Искусственный интеллект — автоматизация анализа данных, видеоаналитика, предиктивная диагностика и поддержка принятия решений в аварийных ситуациях;

- Беспилотные технологии и робототехника — обследование труднодоступных и опасных зон без риска для персонала;

- Программы обучения на основе виртуальной реальности — симуляции чрезвычайных ситуаций для отработки навыков сотрудников в безопасной среде.

С каждым годом появляется все больше компаний, внедряющих цифровые технологии для обеспечения безопасности сооружений нефтегазовой отрасли России:

- ПАО «Газпром нефть» интегрирует специализированные программные комплексы и цифровые платформы по всей производственной цепочке, создавая единую модель данных для управления бизнес-процессами добычи, транспортировки и переработки углеводородов. Внедряются цифровые двойники, платформы управления инвестиционными проектами, системы предиктивной аналитики и IoT;

- ПАО «Татнефть» использует цифровые двойники оборудования и месторождений для оптимизации бурения и эксплуатации скважин;

- ООО «Газпромнефть-Хантос» оцифровало основные производственные процессы, что позволило повысить прозрачность и управляемость операций.

Цифровые двойники помогают избежать многих инцидентов и расходов на их ликвидацию, простоев оборудования и человеческих жертв. Виртуальные модели отдельного оборудования или целых производств помогают выявить уязвимости, спрогнозировать возможные сбои и повысить эффективность работы. В нефтяной промышленности их используют на всех этапах: от геологоразведки и добычи до нефтепереработки и трубопроводов. Внедрение цифровых технологий сопровождается рядом системных проблем, таких как дефицит квалифицированных специалистов, санкционные ограничения, рост киберугроз.

Значительная часть предприятий отрасли отнесены к объектам критической информационной инфраструктуры (КИИ), поэтому для снижения таких рисков нужны системный подход и надёжные решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подходы к обеспечению экономической безопасности, сформированные на основе цифровых технологий / Э.Ф. Амирова, М.С. Кузнецов, С.Б. Кузнецова, Д.Ю. Домничев, М.А. Морданов // Московский экономический журнал. 2023. №1. С.32-38.

2. Цифровизация нефтяной индустрии. Практические кейсы и примеры ведущих компаний. Режим доступа: <https://sntat.ru/news/tsifrovizatsiyaneftyanoy-industrii-prakticheskie-keysy-i-primery-veduschih-ompaniy5650874?ysclid=lhly7yx5m2872355661> (Дата обращения: 10.04.2026).

УДК 699.86

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Капаров У. (ПГС-1-23), Асилбек уулу К. (СТР(М)-1-24)

Дуйшеев С.Д., к.т.н., доцент кафедры СП

Салиева М. Г., ст. преподаватель кафедры СП

Ошский технологический университет им. М.М. Адышева, Ош, Кыргызская Республика

Институт архитектуры и строительства

В данной статье рассматриваются теплозащитные свойства многослойных ограждающих конструкций зданий, на примере наружных стен из кирпичной кладки с дополнительным теплоизоляционным материалом. С учетом требований СНиП проведен теплотехнический расчет для климатических условий городов Бишкека и Оша. Фактическое тепловое сопротивление сравнивается с требуемым значением, а также проанализировано влияние толщины теплоизоляционного материала на достижение нормативных параметров.

Ключевые слова: теплопередача, влажностное состояние, ограждающие конструкции, утеплитель, сопротивление теплопередаче, конденсация, СНиП.

В процессе эксплуатации здания в конструкциях могут происходить теплотери и накопление влаги, что приводит к ухудшению их эксплуатационных характеристик. При недостаточном сопротивлении теплопередаче возможно образование зоны конденсации водяного пара внутри конструкции, что приводит к снижению прочности материалов, появлению плесени и ухудшению тепловых свойств. Современные исследования всесторонне рассматривают процесс теплопередачи, паропроницаемости и накопления влаги, направленные на повышение энергоэффективности конструкций [1]. А.А. Семенов предлагает методику теплотехнического расчета ограждающих конструкций [2], С.Н. Долматов и П.Г. Колесников изучали тепловую эффективность ограждающих конструкций [3].

Целью работы является анализ тепло-влажностных условий наружных стен с учетом климатических условий городов Бишкека и Оша и определение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя. В качестве примера в данном исследовании были проанализированы теплоизоляционные характеристики наружных стен жилых зданий, эксплуатируемых в различных климатических условиях городов Ош и Бишкек.

Для проведения расчетов приняты следующие исходные параметры СНиП 23-01-2013 КР [4]: температура внутреннего воздуха: +20°C, расчетная температура наружного воздуха для Бишкека -19°C, для Ош: -15°C; Условия

эксплуатации А. Материалом наружной стены является кирпичная кладка толщиной 25 см и 38 см с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,58$ Вт/м·°С; Внутренние и наружные поверхности стен оштукатурены слоями толщиной 2 см. Внутренняя штукатурка выполнена из известково-песчаным раствором, наружная - цементно-песчаным раствором. В качестве теплоизоляционного слоя применяется минераловатный утеплитель ($\lambda=0.04$ Вт/м·°С); Сопротивление тепловосприятия внутренней поверхности $R_{int}=0.115$ м²·°С/Вт и сопротивление теплоотдаче наружной поверхности $R_{ht} = 0.043$ м²·°С/Вт. Для оценки энергоэффективности многослойных наружных стеновых конструкций необходимо сначала определить тепловые характеристики каждого слоя и установить нормативные требования в соответствии с климатическими условиями выбранных регионов (Бишкек, Ош). Требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций определяется на основе градусо-сутки отопительного периода в соответствии СП 23-101-2013 [5].

Таблица 1

Сравнение расчетных значений

Наименование городов	Кладка из кирпича, мм	Общее сопротивление теплопередаче м ² ·°С/Вт	Требуемое сопротивление теплопередаче м ² ·°С/Вт	Толщина утеплителя, мм
Бишкек	380	0,655	2,44	64
Ош			2,33	60
Бишкек	250	0,431	2,44	73
Ош			2,33	69

Проведенные расчеты (табл. 1) показывают, что базовая кирпичная кладка без достаточного утепления не обеспечивает нормативных требований по теплотехнике. При использовании кирпичей толщиной 250 мм 75% теплового сопротивления обеспечивается изоляцией. Увеличение толщины кирпичей в 1,5 раза (с 25 см до 38 см) уменьшает толщину изоляции всего на 12% (9 мм). Стоимость 9 мм изоляции в десять раз ниже, чем стоимость дополнительных 130 мм кирпичей, а также раствора и рабочей силы, необходимых для их укладки.

Вывод: 1. Ограждающие конструкции без достаточного слоя утепления не соответствуют нормативным требованиям по тепловой защите.

2. Для обеспечения нормативного сопротивления теплопередаче необходимо применять утеплители.

3. Применение утеплителя снижает вес стены, уменьшает нагрузку на фундамент и более чем соответствует нормативным требованиям по энергоэффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семёнов А.А. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций зданий. М.: Стройиздат, 2018.

2. Долматов С.Н., Колесников П.Г. Строительная теплофизика ограждающих конструкций. СПб.: Питер, 2019.
3. Петров А.С. Влажностный режим строительных конструкций. М.: АСВ, 2020.
4. СНиП 23-01-2013 КР Строительная теплотехника (тепловая защита зданий). Б., 2013.
5. СП 23-101-2013. Проектирование тепловой защиты зданий. Б., 2013.

УДК 620.92

ОЦЕНКА ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НУЖД МАЛОГО ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Карьгина Е.Е. (АМТВ-21)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТКиАЭ Самарская Н.С.
Донской государственный технический университет

Рассмотрены основные тенденции оценки гибридной системы отопления на основе ветровой энергии для нужд малого фермерского хозяйства

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетические установки, гибридные системы отопления.

Развитие агротехнологий, направленное на повышение урожайности и производительности, ведет к росту энергоемкости производства. Производство удобрений, создание собственного микроклимата делает малые фермерские хозяйства уязвимыми в связи с изменением цен на традиционные энергетические ресурсы, а необходимость обеспечения бесперебойного энергоснабжения составляет задачу поиска альтернативных возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер, биогаз, непосредственно находящиеся на месте потребления.

Рассматривая различные варианты систем энергоснабжения, отопления, вентиляции именно гибридные варианты наиболее перспективны, их можно использовать для работы совместно с возобновляемыми и традиционными источниками энергии. Именно гибридная система отопления на основе ветровой энергии получает массовое развитие, так как в большинстве регионов России пик интенсивности ветра приходится именно на осенне-зимний период, что совпадает с максимальной отопительной нагрузкой. Структура предполагаемой гибридной системы и ее концепции строится на следующих основных элементах [1]. Генерирующий источник – им является ветроэнергетическая установка малой мощности, преобразующая кинетическую энергию ветра в электричество. Накопление и преобразование энергии осуществляется за счет контроллера, а затем она поступает либо напрямую в ТЭНы, либо в аккумуляторный буфер, который необходим для сглаживания пиков генерации и работы в безветренные периоды. Перед поступлением к потребителям тепло аккумулируется в традиционном

твердотопливном котле или в специальном баке-аккумуляторе, соединенным с системой радиаторов или теплых полов.

Классификация параметров поэтапной оценки гибридной системы отопления на основе ветровой энергии для малого фермерского хозяйства можно представить различными этапами, некоторые из них выделили в общем виде (рис. 1).

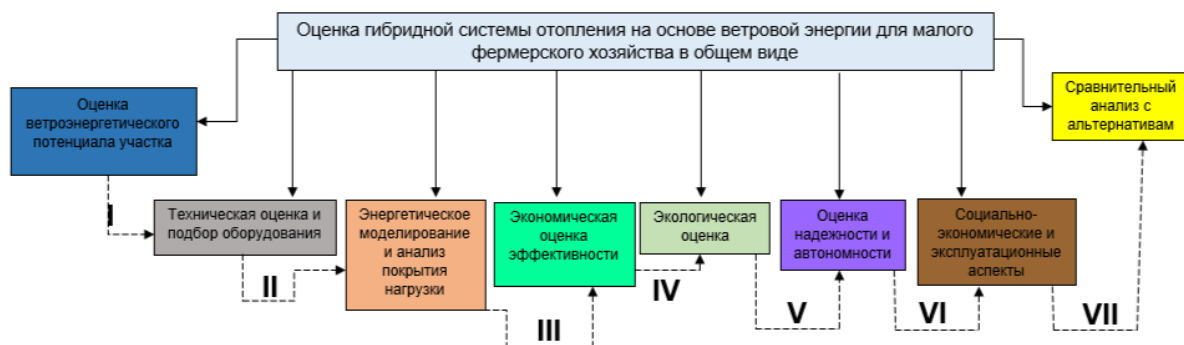


Рис. 1. Классификация оценки гибридной системы

Оценка ветроэнергетического потенциала участка, предназначенного для расположения системы, включает в себя сбор данных о скорости ветра на предполагаемой высоте установки ВЭУ с учетом шероховатости поверхности, о рельефе местности, об экстремальных ветрах. Техническая оценка системы включает в себя подбор оборудования и расчет оптимальных показателей при конкретных условиях для комплектующих, входящих в систему. Энергетическое моделирование и анализ покрытия нагрузки требует построения профиля теплопотребления, сбор данных об избытках и дефицитах энергии. Экономическую эффективность системы включает расчеты капитальных и эксплуатационных затрат. Экологическая оценка направлена на сокращение выбросов CO₂, парниковых газов за счет замещения ископаемого топлива. Оценка надежности подразумевает сбор расчетных данных о вероятности отказа системы и автономность ее работы, а также учитывает функционирование резервного котла в ручном режиме и его влияние на климатические показатели. Анализ социально – экономической оценки позволяет отследить показатели доступности обслуживания, правовые и административные препятствия, повышение энергонезависимости фермерских хозяйств. Сравнительный анализ предлагаемой гибридной системы с другими вариантами энергоснабжения от различных возобновляемых источников помогает выявить оптимальный источник энергии для использования на определенной территории.

Проведя оценку системы, можно сделать вывод о том, что интеграция ветрогенерации в систему отопления фермерского хозяйства технически реализуема и позволяет снизить зависимость от традиционного топлива. Экологический эффект и повышение энергонезависимости делают проект актуальным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 54418.1-2012 Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Часть 1. Технические требования. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200104895> (Дата обращения: 01.04.2026)

УДК 625.745

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ НА ДОРОГАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Карякин К.А. (СМ-3-24), Давыдов Р.В. (СМ-3-24), Певнев В.М. (СМ-3-24)
Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой СиЭТС Алексиков С.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В данной статье рассмотрены ключевые проблемы, возникающие при эксплуатации металлических гофрированных труб на территории Волгоградской области, а также предложены мероприятия по повышению надежности на стадии их проектирования.

Ключевые слова: повышение надежности металлических гофрированных труб, металлические гофрированные трубы, дефекты металлических гофрированных труб.

Трубы - самый массовый тип искусственных сооружений на дорогах, на которые уходит до 45% общей стоимости постройки всех конструкций. Гофрированная труба - это наиболее современный и прогрессивный компонент для создания дорожных сооружений.

К основным дефектам, возникающим на стадии эксплуатации, относятся:

1. Просадка и деформация свода. Проявляется вертикальной осадкой трубы, изменением геометрии сечения, образованием волн на своде. Главной причиной осадок становится неоднородное основание под трубой и насыпью, а также низкое качество уплотнения засыпанного грунта вокруг трубы.

2. Основной фактор, изнашивающий и разрушающий МГТ - коррозия, она способна сократить срок службы МГТ на 50 и даже 80% (рис. 1). Возникает чаще всего из-за агрессивной водной или грунтовой среды, а также из-за отсутствия или повреждения защитного слоя покрытия (оцинковки, полимера) [1].

3. Размывы у оголовков также являются частой причиной разрушения тела трубы в целом. Вид проявления-вымывания грунта насыпи непосредственно у входа и выхода трубы. Причиной возникновения является отсутствие или полное несоответствие укрепляющих устройств, или наличие ошибок в гидравлическом расчете.

4. Нарушение герметичности стыков, возникающие вследствие неплотной стыковки звеньев, деформации самой трубы, а также при разрушении уплотнительных материалов. Протечки воды через кольцевые соединения могут привести к размыву тела трубы в целом.



Рис. 1. Коррозия тела трубы на автодороге Р-228 Волгоградской области.

Методы повышения качества металлических гофрированных труб на стадии их проектирования:

1. Устройство грунтовой обоймы. Грунтовая обойма — это массив из специально подобранного и уплотнённого грунта вокруг МГТ. Её основная задача — воспринимать сжимающие напряжения совместно с трубой, повышая общую несущую способность конструкции [2].

2. Усиление и защита откосов насыпи у входного и выходного оголовков при помощи: габионных конструкций, георешеток, бетонных плит или монолитного бетонирования.

3. Нанесение различных защитных покрытий на трубы при их производстве. Это могут быть различные композитные покрытия, а также цинковое покрытия, продлевающие срок службы и обеспечивающие устойчивость к агрессивной среде.

В заключении хотелось бы отметить, что надежность металлических гофрированных труб на 90% определяется качеством ее основания и засыпки. Дефекты — это следствие нарушения технологии, а не недостаток конструкции. Таким образом, сохранность трубы обеспечивается не свойствами самой трубы, а грамотным проектированием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Илясов А.В., Алексиков С.В. Оценка состояния водопропускных металлических гофрированных труб // ИВД. 2024. №9 (117). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-vodopropusknyh-metallicheskih-gofrirovannyh-trub> (Дата обращения: 10.04.2026).
2. ОДМ 218.2.001-2009. Методические рекомендации по проектированию металлических гофрированных конструкций на автомобильных дорогах.

УДК 624.042.7

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛЬБЕРТА-ХУАНГА ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Кашина Е.С., аспирант кафедры СКОиНС, Мельникова Е.С., аспирант кафедры СКОиНС
Научный руководитель — д.т.н., проф. кафедры СКОиНС Пшеничкина В.А.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Статья посвящена анализу методов спектрального анализа сейсмических воздействий при проектировании и эксплуатации инженерных и транспортных систем. Целью исследования является повышение точности оценки частотно-временных характеристик за счет применения методов, учитывающих нестационарный характер. Рассмотрено использование преобразование Гильберта-Хуанга, включающего эмпирическую модальную декомпозицию и последующий анализ мгновенных параметров сигнала. Предложена альтернатива традиционному спектральному анализу на основе быстрого преобразования Фурье, позволяющая более полно учитывать динамическую структуру сейсмического воздействия.

Ключевые слова: сейсмическое воздействие, акселерограмма, преобразование Гильберта-Хуанга, спектральный анализ, сейсмостойкость сооружений, инженерные системы.

При проектировании и эксплуатации инженерных и транспортных систем в сейсмоопасных районах ключевой задачей является оценка динамического отклика сооружений на сейсмические воздействия. Достоверность таких расчётов обусловлена описанием входного воздействия, задаваемого акселерограммами землетрясений.

В современной практике при спектральном анализе акселерограмм зачастую применяют быстрое преобразование Фурье (БПФ). Данное преобразование базируется на предположении о стационарности сигнала. Данные подходы составляют основу многих исследований по оценке сейсмической надёжности инженерных систем. В частности, в работе [1] анализ отклика и вероятности отказа элементов систем базируется на классических спектральных представлениях воздействия. Однако акселерограммы являются нестационарными случайными процессами, в которых амплитуда и частотный состав меняются во времени [2]. Использование традиционных спектральных методов может приводить к потере существенной информации о структуре воздействия и, как следствие, к искажению оценки динамического отклика и надёжности инженерных систем. Для того, чтобы количественно оценить эти параметры предлагается использовать преобразование Гильберта-Хуанга (ННТ).

Преобразование ННТ представляет собой набор методов декомпозиции на амплитудно-временные составляющие и спектрального анализа Гильберта [3]. Оно выполняется в два этапа. На первом этапе выполняется эмпирическая модальная декомпозиция, в результате получается конечное число модальных функций сигнала. На втором этапе к каждой моде применяется преобразование Гильберта (1), что позволяет найти мгновенные амплитуды, частоты и фазы.

$$H[c_i(t)] = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{c_i(\tau)}{t - \tau} d\tau, \quad (1)$$

где $c_i(t)$ — эмпирическая мода.

Выполнение преобразования дает возможность построить трехмерный энергетический спектр в зависимостях амплитуды от времени и частоты од-

новременно, что особенно важно при анализе сейсмических воздействий. Полученный результат после преобразования Гильберта Хуанг предложил интегрировать по времени, чтобы получить маргинальный спектр (2), который, в отличие от амплитудного спектра Фурье, показывает не усредненное распределение амплитуд по частотам, а интегральную энергию, накопленную на каждой частоте, что позволяет достоверно оценить частотный состав землетрясения.

$$h(\omega) = \int_0^T H(\omega, t) dt \quad (2)$$

где $H(\omega, t)$ – гильбертов спектр, отражающий распределение амплитуды по частоте и времени.

Полученные с помощью преобразования ННТ результаты могут быть использованы для уточнения методов расчета сооружений на сейсмические воздействия, а также для разработки более точных моделей динамического поведения зданий с учетом нестационарного характера акселерограмм.

Таким образом, преобразование ННТ является эффективным методом спектрального анализа нестационарных случайных процессов и позволяет получить более полную информацию об их частотно-временной структуре по сравнению с традиционным спектральным анализом на основе БПФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горюнов О.В. Сравнение методов сейсмического анализа в рамках расчетно-аналитического подхода // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2023. № 4. С. 8–23 DOI: 10.37153/2618-9283-2023-4-8-23.
2. Болотин В.В. Случайные колебания упругих систем. М.: Наука. 1979. 336 с
3. Тычков, А. Ю. Применение модифицированного преобразования Гильберта-Хуанга для решения задач цифровой обработки медицинских сигналов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2018. № 3 (47). С. 70–82. DOI 10.21685/2072-3059-2018-3-7.

УДК 691.32

ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Лескин А.А. (АД-1-23), Галкин А.А. (СМ-3-24)

Научные руководители — к.т.н., доц. кафедры СиЭТС Лескин А.И.

ассистент кафедры СиЭТС Глазунов И.И.

Институт архитектуры и строительства

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается влияние температурных колебаний и циклов замораживания-оттаивания асфальтобетонных покрытий. Анализируется воздействие противогололёдных реагентов в частности, NaCl и CaCl, на структуру асфальтобетона, а также проникновение солевых растворов в его поры, химическая коррозия, снижение прочности, морозостойкости и адгезии. Затрагивается научный аспект — необходимость оп-

ределения коэффициента водостойкости при водонасыщении с участием реагентов и разработки соответствующих методов испытаний.

Ключевые слова: асфальтобетон, адгезия, противогололёдные реагенты, долговечность дорожных покрытий.

Особенностью асфальтобетона является крайняя чувствительность его к изменениям температуры. Амплитуда колебаний температур асфальтобетонных покрытий существенно превышает перепад температур наружного воздуха. Действие на асфальтобетон отрицательных температур усугубляется в условиях одновременного воздействия на него воды, особенно по мере заполнения водой пор в асфальтобетонном покрытии. Замерзание воды в порах покрытия при повышении температуры сменяется ее оттаиванием [1]. Вследствие уменьшения объема воды при переходе в жидкое состояние происходит дополнительное насыщение ею пор, а при последующем замораживании — очередное увеличение их объема. Действие отрицательных температур и воды на пористые покрытия тем сильнее, чем больше происходит циклов замораживания и оттаивания. Увеличению этих циклов в значительной мере способствует применение противогололедных реагентов при зимнем содержании на городских и междугородных дорогах, вызывающее почти ежесуточную повторяемость на них циклов замораживания ночью и оттаивания днем [2].

В Нижнем Поволжье чаще всего применяются неорганические соли: NaCl (техническая соль), CaCl₂ и их смеси, что усугубляет процесс разрушения дорожной одежды: насыщенный солевой раствор проникает в глубокие поры и микротрещины, под действием агрессивных сред снижаются прочность и морозостойкость заполнителя: химическая коррозия приводит к нарушению структуры асфальтобетона, ослаблению сцепления зерен с вяжущими, росту пористости. Проницаемость воды в структуру покрытия повышается, что ускоряет дальнейшее разрушение. Также ухудшаются адгезионные свойства: из-за вымывания легкорастворимых компонентов битумная пленка отслаивается в следствии чего минералы теряют захват. Битум утрачивает эластичность и приобретает более вязкую форму: его вязкость при низких температурах растёт, а температура хрупкости повышается [3]. Адгезия битума к заполнителю снижается, особенно для карбонатных пород. Научный интерес представляет собой определение коэффициента водостойкости TSR при водонасыщении с участием противогололедных реагентов, а также методы испытаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Температура асфальтобетонных покрытий в условиях жаркого климата Нижнего Поволжья / С.В. Алексиков, А.И. Лескин, Д.И. Гофман [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура 2025. № 4(101). С. 71-80. DOI 10.35211/18154360_2025_4_71.

2. Строганов, Е.В. Влияние антигололедных реагентов на коррозионную устойчивость асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Е.В. Строганов, Г.С. Меренцова // Ползуновский вестник. 2011. № 1. С. 273-276.

3. Деформации и повреждения дорожных асфальтобетонных покрытий / С.О. Гордеев. Москва: Изд-во М-ва коммунального хозяйства РСФСР, 1963.

УДК 656.13

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Литвинов Р.А., Лопатина Д.С. (АД.1-24)

Артемова С.Г., к.т.н., доцент кафедры СиЭТС

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Автомобильный транспорт необходим в формировании современного характера расселения людей, в распространении дальнего туризма, в территориальной децентрализации промышленности и сферы обслуживания. В то же время он вызывает и многие отрицательные явления: ежегодно с отработавшими газами в атмосферу поступают сотни миллионов тонн вредных веществ; автомобиль - один из главных факторов шумового загрязнения.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, шумовое загрязнение

Под влиянием вредного воздействия автомобильного транспорта ухудшается здоровье всех участников движения: водителей, пассажиров и пешеходов, а также населения, проживающего в непосредственной близости от улично-дорожной сети (воздействие на нервную, сердечно-сосудистую, кровеносную системы и желудочно-кишечный тракт), отравляются почвы и водоемы, страдает растительный и животный мир [1]. Важную роль в решении этой проблемы играет комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых в области эксплуатации транспортных средств. К ним относится: совершенствование структуры парков подвижного состава, преимущественное развитие в городах малотоксичных видов транспорта, улучшение технического обслуживания, ремонта и контроля за техническим состоянием транспортных средств. Доля суммарных загрязнений от автомобильного транспорта достигает более 50% среди всех техногенных источников. Для исследования шумового загрязнения, были выбраны пересечения по улице Козловской. Замеры уровня шума проводились в натуральных условиях с помощью шумомера CENTER 325 S/N: 71109503 на расстоянии 7,5 м от оси крайней полосы движения транспортных средств [2] (рис. 1). Анализ полученных результатов показал, что автомобильный транспорт оказывает негативное влияние на экологическую обстановку – на всех участках уровень шума превышает допустимый.



Рис. 1. Шумомер CENTER 325 S/N 71109503

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты натурных измерений уровня шума

Наименование пересечений	Значение эквивалентного уровня шума, дБА	Превышение нормативного уровня шума (55 дБА)
ул. Козловская – ул. Новокузнецкая	68,7	13,7
ул. Козловская – ул. Баррикадная	69,2	14,2
ул. Козловская – ул. Огарёва	73,1	18,1
ул. Козловская – ул. Академическая	66,8	11,8
ул. Козловская – ул. Профсоюзная	70,6	15,6
ул. Козловская – ул. Ким	69,0	14,0
ул. Козловская – ул. Канунникова	67,7	12,7

Для улучшения экологической обстановки на улицах нашего города необходимо применять различные защитные мероприятия, позволяющие снизить воздействие от автомобильного транспорта на окружающую среду и человека по исследуемому фактору:

- озеленение прилегающих к проезжей части территорий;
- устройство разделительных полос с высадкой зеленых насаждений;
- снижение скорости движения;
- сокращение проезда числа грузовых автомобилей в жилой застройке;
- применение экранирующих устройств;
- устройство оконных и дверных проемов с использованием герметичных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сидоренко В.Ф. Теоретические и методологические основы экологического строительства. Волгоград: ВолГАСА, 2000. 200 с.
2. Косицына Э.С., Стеценко С.Е., Коростелева Н.В. Комплексная оценка и учет экологических факторов при градостроительном проектировании: Методические указания. Волгоград: ВолГАСУ, 2004. 12 с.

АНАЛИЗ ДТП НА 3-Й ПРОДОЛЬНОЙ МАГИСТРАЛИ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

Макеев В.А. (СМ-3-25), Гофман С.Д. (АД-1-25), Юлдашов Ш. (АД-1-22)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры СиЭТС Артемова С.Г.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на одной из ключевых магистралей г. Волгограда — 3-й Продольной магистрали, её основные причины аварийности и наиболее опасные участки дороги. На основе полученных данных предлагаются меры по повышению безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: магистраль, дорожно-транспортное происшествие, опасные участки, столкновения, безопасность.

Из-за высокой доли грузового транспорта и отсутствия на некоторых участках разделительных барьеров, 3-я Продольная магистраль считается одной из самых аварийных в регионе. Чтобы выявить закономерности возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на трассе и определить ключевые факторы риска, в работе использовались статические данные ГИБДД по г. Волгограду за период 2023-2025 гг., сравнительный анализ.

Столкновения с долей 55% связаны с несоблюдением дистанции и нарушением правил перестроения. Наезд на препятствие с долей 20% обусловлен превышением скоростного режима, особенно в ночное время. Опрокидывания с долей 15% характерны для грузового транспорта на участках с резкими перепадами высот и поворотами. Наезды на пешеходов с долей 10% локализованы в зонах не санкционированных переходов вблизи жилых массивов [1]. Наиболее опасные участки дороги сосредоточены в следующих точках:

1. Участок в районе «Водстрой». Высокая вероятность ДТП из-за сложного рельефа и примыкания второстепенных дорог.

2. Развязка на пересечении с ул. Ангарской. Высокая интенсивность движения, частые ошибки при выборе полосы и превышение скорости.

3. Круговое движение на ул. Менделеева. Несколько случаев с наездом на пешеходов, причинами которой могли стать невнимательность водителя и переход в неполюженном месте пешехода.

Также одной из главных проблем магистрали остается высокая доля транзитных большегрузов. Разница в скоростных режимах легковых автомобилей и грузовиков создает «турбулентность» потока, ведущую к рискованным обгонам [2]. Есть несколько факторов, способствующих высокой аварийности, которые приведены в таблице 1.

Для снижения уровня смертности и травматизма на 3-й Продольной магистрали предлагается установить разделительный барьер ограждения на участках, где оно отсутствует, расширить сети комплексов фотовидеофикса-

ции (контроль не только скорости, но и рядности движения), обустроить надземные пешеходные переходы в местах пересечения с дачными массивами и новыми жилыми кварталами и модернизировать систему освещения с использованием адаптивных светодиодных светильников.

Таблица 1.

Факторы, способствующие аварийности

Фактор	Описание
Скоростной режим	Длинные прямые участки провоцируют водителей на превышение скорости свыше 90-100 км/ч.
Инфраструктура	Износ дорожного покрытия в весенний период (образование колеиности).
Человеческий фактор	Усталость водителей-дальнобойщиков, проезжающих Волгоград транзитом.
Освещение	Недостаточная видимость на участках, удаленных от жилой застройки.

В заключении хотелось бы отметить, что реализация данных мер позволит минимизировать влияние субъективных факторов и существенно повысить пропускную способность магистрали без ущерба для безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/> (Дата обращения: 18.05.2026).
2. Безопасные качественные дороги. Режим доступа: <https://bkdrf.ru/> (Дата обращения: 18.05.2026).

УДК 340.12

ГЕНЕЗИС СУДЕБНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В ЗЕРКАЛЕ ФИЛОСОФИИ ПРАВА: ОТ САКРАЛЬНОГО РИТУАЛА К НАУЧНОМУ РАЦИОНАЛИЗМУ

Маринин Н.А., к.т.н., МЮЗ-101

Заднепровская М.В., к.ю.н., доцент, профессор кафедры ТПиГПД
Волгоградский институт управления – филиал РАНХиГС

Даны определения категорий судебной экспертизы и применение их в строительной экспертизе.

Ключевые слова: судебная экспертиза, аксиологический аспект, философия права.

Философия возникновения: переход от Истины-Откровения к Истине-Факту. С точки зрения философии права, возникновение экспертизы — это не технический прогресс, а смена эпистемологической парадигмы. Античность и Средневековье: в основе правосудия лежала идея «Божьего

суда» (ордалии, присяги). Истина считалась трансцендентной: Бог сам укажет на виновного через испытание огнем или водой. Судья здесь — лишь пассивный наблюдатель воли провидения.

Эпоха Просвещения и рационализм: рождение экспертизы связано с трудами Р. Декарта и Ф. Бэкона. Философия рационализма провозгласила: истина познаваема через опыт и разум (эмпиризм). Право трансформировалось: судебное решение должно опираться не на веру, а на верифицируемый факт. Экспертиза стала инструментом, который перевел правосудие из плоскости мистики в плоскость науки [1].

Первые судебные экспертизы. Истоки в медицине: первой формой судебной экспертизы исторически была судебно-медицинская. Это логично: тело человека — первый объект материального мира, требующий специального познания для установления истины. Первое задокументированное упоминание (Древний Китай, XIII век): Трактат «Си юань цзи лу» (Сборник записей о смытии обид), приписываемый врачу Сун Цы. Это первый учебник, где описывалось, как по состоянию тела отличить утопление от удушения. Философский смысл здесь в том, что «справедливость требует точно-сти», иначе небо будет прогневано невинно осужденным. Первое научное заключение в Европе: традиционно связывается с именем итальянского врача Фортунато Фиделиса (конец XVI в.) и позже — Паоло Заккиа (XVII в.), автора труда «Судебно-медицинские вопросы». Заккиа заложил философский фундамент: эксперт — это «помощник судьи в делах, выходящих за рамки общего знания».

Первые судебные экспертизы: истоки в строительстве. Первые экспертизы в строительстве в России начались с учреждения «Канцелярии от строения» в 1716 году, которая осуществляла контроль за качеством сооружений. Этот исторический пример показывает, что необходимость профессиональной оценки строительных работ была признана уже более 300 лет назад. Сегодня строительно-техническая экспертиза остается столь же важной для обеспечения безопасности и качества строительства.

Смысл судебной экспертизы: аксиологический аспект.

В философии права смысл экспертизы раскрывается через три категории:

1. Объективность: снятие субъективного произвола судьи. Экспертиза ограничивает «свободное усмотрение», подчиняя его законам природы.

Объективность экспертизы в строительстве обеспечивается через использование независимых специалистов, которые не имеют интересов, противоречий или зависимости от заказчика или подрядчика. Эксперты должны быть экспертом в области, касающейся объекта экспертизы, и их работа должна быть проведена с соблюдением всех законодательных и нормативных требований. Это позволяет избежать нарушений и недостоверных выводов, что является ключевым аспектом объективности экспертизы.

2. Справедливость (Дике): согласно Аристотелю, справедливость — это середина. Экспертиза помогает найти эту «золотую середину», предоставляя беспристрастные данные, не зависящие от красноречия сторон.

Справедливость экспертизы в строительстве требует внимательного подхода к каждому этапу работы. Низкое качество заключений экспертов может привести к судебным ошибкам, и это требует активного участия сторон процесса для выявления ошибок и их предъявления суду. Судебная строительно-техническая экспертиза играет ключевую роль в установлении истины по делу и может быть назначена судом для ответа на вопросы, выходящие за пределы обычного жизненного опыта участников процесса.

3. Легитимность: в современном обществе правосудие признается легитимным только тогда, когда оно научно обосновано. Экспертиза — это способ «научного оправдания» государственного принуждения [2].

Легитимность экспертизы в строительстве подтверждается наличием законодательных актов, регулирующих процесс строительства и оценки качества выполненных работ. В России строительная экспертиза регулируется «Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации», «Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации», «Федеральным законом № 184-ФЗ». Эти акты обеспечивают надлежащее проведение экспертизы и защиту прав потребителей.

Все три категории неразрывно входят в основу строительной экспертизы. Судебная экспертиза в строительстве имеет большое значение для разрешения споров и обеспечения законности в строительном процессе. Она позволяет суду оценить факты и принимать правильные решения, основываясь на объективных и обоснованных выводах, полученных от экспертов. Экспертиза может касаться различных аспектов, таких как качество выполненных работ, соответствия проектной документации требованиям, а также причин возникновения дефектов.

Современная философия права рассматривает экспертизу как инструмент защиты прав человека. Если право на жизнь и свободу — естественные права, то их ограничение судом возможно только при исключении любых сомнений. Экспертиза минимизирует риск судебной ошибки, становясь «щитом» личности против государственного аппарата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, С.С. Философия права / С.С. Алексеев. М.: Норма, 2019. Фундаментальный учебник для контекста связи права с наукой и истиной. Режим доступа: https://4etalka.ru/nauka_obrazovanie/filosofiya/418379/fulltext.htm? (Дата обращения: 10.04.2026 г.)
2. Орлов, Ю.К. Судебная экспертиза как средство доказывания в уголовном судопроизводстве / Ю.К. Орлов. М.: Институт доклинических исследований, 2015. Современный взгляд на гносеологическую (познавательную) природу экспертизы. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002713093/ (Дата обращения: 10.04.2026г.)

ФИЛОСОФСКО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Маринин Н.А., к.т.н., МЮЗ-101

Заднепровская М.В., к.ю.н., доцент, профессор кафедры ТПиГПД
Волгоградский институт управления – филиал РАНХиГС

Рассматривается возникновение судебной экспертизы, как правовой основы, для получения научно-обоснованных ответов на возникающие вопросы.

Ключевые слова: судебная экспертиза, право, истина, методы, судебный эксперт.

Судебная экспертиза в строительстве — это специализированное исследование, проводимое судом независимой экспертной организацией или конкретным экспертом для получения объективных и обоснованных ответов на вопросы, требующие специальных знаний в области строительства. Основная задача экспертизы — установить фактические обстоятельства, имеющие значение для дела, и представить их в форме, понятной суду. Экспертное заключение, подготовленное по результатам судебной экспертизы, является самостоятельным доказательством и используется судом при вынесении вердикта. Рассмотрим историю становления и развития философии экспертизы. Традиционно, судебная экспертиза рассматривается, как прикладной криминалистический инструмент, однако ее возникновение и легитимация неразрывно связаны с эволюцией философско-правовой мысли. Переход от «божьего суда» и ordeals к доказательствам, основанным на рациональном знании, отражает смену парадигм в понимании истины, справедливости и роли государства в правосудии.

1. Эволюция понятия «Истина» в праве: от сакрального к рациональному. До появления научной экспертизы судебный процесс опирался на формальную теорию доказательств и религиозные догмы. Дорациональный этап: истина считалась божественным откровением, доказательством служили клятвы и испытания (огнем, водой). С точки зрения философии права, это соответствовало представлению о праве как о продолжении сакрального порядка. Влияние рационализма (Р. Декарт, Ф. Бэкон): В XVII–XVIII веках философия Нового времени провозгласила научный метод единственным путем к познанию реальности. В праве это отразилось в требовании верифицируемости фактов. Судья перестал быть «орудием бога» и стал исследователем, нуждающимся в «сведущих лицах» [1, 2].

2. Естественное право и защита личности. Становление экспертизы в XIX веке тесно связано с идеями классической школы права и теории естественного права (Дж. Локк, Ш. Монтескье). Презумпция невиновности: если человек наделен неотъемлемыми правами, то лишение его свободы требует неопровержимых, объективных оснований. Экспертиза стала гарантом того, что судебная ошибка будет минимизирована за счет объективных научных дан-

ных. Справедливость как точность: философия права Канта подчеркивает важность формальной законности. Экспертиза привносит в процесс элемент «математической» точности, делая судебное решение более обоснованным и менее зависимым от произвола судьи [3,4].

3. Правовой позитивизм и научный метод. Во второй половине XIX века господствующим направлением стал правовой позитивизм. Криминалистический прорыв: в это время экспертиза оформляется в самостоятельный институт. Философский позитивизм (О. Конт) утверждал, что право должно опираться на эмпирические факты. Это привело к созданию первых кабинетов научно-судебной экспертизы (в России — 1912 год). Экспертное заключение как «царица доказательств»: Позитивистский подход к праву породил новую проблему — риск подмены правового решения экспертным мнением. Философия права здесь задает критический вопрос: может ли наука полностью заменить судебское убеждение?

4. Эпистемологические проблемы современной экспертизы. В современном праве судебная экспертиза сталкивается с новыми философскими вызовами:

- проблема интерпретации: любое научное заключение требует интерпретации в правовом контексте. Философская герменевтика напоминает нам, что эксперт не просто «выдает факт», а создает текст, который должен быть встроен в ткань процесса;

- границы познания: с появлением ДНК-анализа и цифровой криминалистики возникает вопрос о пределах вмешательства в частную жизнь и о том, насколько технология может быть «судьей» над человеком

Судебная экспертиза — это не просто набор технических методик. Это воплощение философской идеи о том, что правосудие должно быть рациональным, объективным и доказательным. Влияние философии права проявилось в том, что экспертиза превратила суд из ритуала в научное исследование, направленное на поиск материальной истины ради защиты прав и свобод человека, частной и государственной собственности, объектов недвижимости.

В настоящее время экспертиза в строительстве является неотъемлемой частью законодательного акта, для принятия правильного и справедливого решения и возможности предоставить суду объективные и научно-обоснованные ответы на технические вопросы в процессе рассмотрения дела.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бентам, И. Трактат о судебных доказательствах / И. Бентам ; под ред. Э. Дюмона. М.: Издание книжного магазина «Законоведение», 1876. (Или современное переиздание: М.: Белый город, 2012). Ключевой источник по теории «немых свидетелей». Режим доступа: <https://djvu.online/file/r58MU6iFQQdqL>. (Дата обращения: 11.05.2026).

2. Бэкон, Ф. Новый Органон / Ф. Бэкон. М.: ГАУЗ, 2016. (Классика XVII в.). Обоснование научного метода и эмпирического познания, на которых строится экспертиза. Режим доступа: <https://lib.ru/FILOSOF/BEKON/nauka2.txt>. (Дата обращения: 11.05.2026).

3. Беккариа, Ч.О. преступлениях и наказаниях / Ч. Беккариа ; сост. и предисл. В. С. Овчинского. М. : ИНФРА-М, 2004. О переходе от пыток к рациональному доказыванию. Режим доступа: <https://djvu.online/file/ur4zdl25YGsGl> (Дата обращения: 11.05.2026).

4. Фуко, М. Надзирать и наказывать: Рождение тюрьмы / М. Фуко ; пер. с фр. В. Наумова. М. : Ad Marginem, 2015. Философский анализ роли «экспертного знания» в системе правосудия. Режим доступа: <https://djvu.online/file/9wS7Rm6NVEwqX>. (Дата обращения: 11.05.2026).

УДК 69.059.25

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО СТАДИЯМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Мельников Д.А. (С-б-о-234)

Научный руководитель — к.э.н., доц. кафедры ТОиУС Ковальская Л.С.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

Институт «Академия строительства и архитектуры»

Обоснована необходимость восстановительных мероприятий для более половины жилищного фонда Российской Федерации. Рассмотрены основные этапы жизненного цикла зданий и сооружений, классифицированы методы восстановления (текущий ремонт, капитальный ремонт, реконструкция) и установлена их зависимость от стадии жизненного цикла объекта недвижимости.

Ключевые слова: жизненный цикл здания, жилищный фонд, физический износ, моральный износ, капитальный ремонт, реконструкция, эксплуатация зданий.

Проблема физического и морального износа жилищного фонда является одной из ключевых для строительной отрасли и экономики Российской Федерации, поскольку она напрямую определяет безопасность проживания, эффективность эксплуатационных затрат и необходимость своевременного управленческого вмешательства. По данным Росстата и ДОМ.РФ, представленным на 30-й Международной строительно-интерьерной выставке MosBuild в 2025 году, средний возраст жилья в России составляет порядка 37 лет, при этом 60% жилого фонда — дома, построенные более 30 лет назад, а распределение по возрастным группам (здания старше 100 лет — 2%, 75–100 лет — 5%, 50–75 лет — 30%, 25–50 лет — 37%) свидетельствует о том, что более половины жилищного фонда к 2025 году нуждается в проведении мероприятий по восстановлению утраченных технических и эстетических характеристик [1]. Целью статьи является систематизация и классификация методов восстановления зданий и сооружений в зависимости от этапов их жизненного цикла для повышения эффективности управления объектами недвижимости.

Согласно Федеральному закону «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ, жизненный цикл здания или сооружения — это период, в течение которого выполняются инженерные изыскания, осуществляются архитектурно-строительное проектирование,

строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения. В приведённом определении этапы жизненного цикла рассматриваются с акцентом на технологические процессы, протекающие в каждом периоде существования объекта. Наша задача заключается в исследовании этих этапов с точки зрения специфики управления недвижимостью. В соответствии с этим, жизненный цикл здания или сооружения определяется как временной интервал, начинающийся с этапа проектирования, продолжающийся на стадии эксплуатации и завершающийся плановой ликвидацией или досрочным прекращением использования [2]. Исходя из указанного подхода, можно выделить основные стадии жизненного цикла применительно к организации и управлению недвижимостью:

1) Проектирование – процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях ещё не существующего здания или сооружения по первоначальному описанию этого объекта путем его детализации, дополнения, расчетов и оптимизации.

2) Эксплуатация – стадия жизненного цикла, в процессе которого осуществляется основной комплекс мероприятий по содержанию, обслуживанию и ремонту зданий (сооружений), обеспечивающих их безопасное функционирование и санитарное состояние в соответствии с их функциональным назначением.

3) Реконструкция – комплекс строительных, ремонтно-строительных работ и организационно-технических мероприятий в целях улучшения технико-экономических показателей, повышения эксплуатационной и экономической безопасности действующих зданий и сооружений, что, в свою очередь, способствует изменению свойств для соответствия новым требованиям.

Следует отметить, что на каждом из перечисленных этапов могут осуществляться восстановительные работы разного характера (ремонт, реставрация, усиление), имеющие циклический характер, благодаря чему обеспечивается полная работоспособность и безопасность объекта недвижимости. Для продления срока эксплуатации объектов недвижимости проводятся мероприятия по их восстановлению с использованием передовых технологий и методов строительства [3]. Под восстановлением понимается комплекс мероприятий, осуществляемых в зданиях или сооружениях с целью возвращения первоначальных характеристик, утраченных в процессе эксплуатации.

В соответствии с нормативными актами Российской Федерации, регламентирующими организацию и управление строительством, выделяются три основных метода восстановления зданий и сооружений:

1. Текущий ремонт — комплекс мероприятий, проводимых в плановом порядке в течение расчетного срока службы объекта.

2. Капитальный ремонт — замена или восстановление изношенных конструкций и элементов объекта недвижимости на более долговечные, экономичные и улучшающие эксплуатационные характеристики объекта, за исключением полной замены основных конструктивных элементов.

3. Реконструкция.

Выбор метода восстановления недвижимости определяется этапом её жизненного цикла. Для детального анализа того, какие методы восстановления характерны для различных этапов, информация систематизирована в таблице 1.

Таблица 1

Методы восстановления зданий и сооружений на различных стадиях
жизненного цикла

Стадия ЖЦ	Основные задачи	Применимые методы восстановления	Цель управления
Строительство	Устранение брака, недоделок	Гарантийный ремонт, переделка	Доведение до проектных показателей
Эксплуатация (0-10 лет)	Поддержание, профилактика	Текущий ремонт	Предотвращение преждевременного износа
Эксплуатация (10-30 лет)	Устранение накопившегося износа	Капитальный ремонт (выборочный)	Восстановление утраченных свойств
Эксплуатация (30+ лет)	Глубокое обновление	Капитальный ремонт (комплексный)	Продление срока службы
Предреконструкционный период	Обследование, диагностика	Усиление конструкций	Подготовка к новому циклу
Реконструкция	Изменение параметров	Реконструкция, реставрация	Обнуление морального и физического износа

В результате проведённого исследования можно сделать вывод, что метод восстановления зданий и сооружений напрямую зависит от текущего этапа жизненного цикла объекта недвижимости. Это позволяет заблаговременно подготовить необходимые ресурсы для выполнения работ, что, в свою очередь, способствует соблюдению сроков реализации задач и сохранению проектных характеристик на всех этапах жизненного цикла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Розин В.М. К построению понятия проектирования // Урбанистика. 2018. №1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-postroeniyu-ponyatiya-proektirovaniya> (Дата обращения: 12.03.2026).
2. Саморядов С.В., Баженов В. К., Червонцева М. А. Эксплуатация зданий и сооружений: проблемы и решения // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. 2019. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspluatatsiya-zdaniy-i-sooruzheniy-problemy-i-resheniya> (Дата обращения: 12.03.2026).
3. Губеладзе, О.А. Восстановление эксплуатационной надежности зданий и сооружений. Ограждающие конструкции: учебное пособие / О.А. Губеладзе, А.Р. Губеладзе, Л.Ф. Кирильчик. Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2021. 72 с. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/237791> (Дата обращения: 12.03.2026).

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДЫНВЕСТИЦИОННОЙ СТАДИИ ДЕВЕЛОПЕРСКОГО ПРОЕКТА

Милюц Е.Е. (С-м-о 243)

Научный руководитель — к.э.н., доц. кафедры ТОиУС Ковальская Л.С.
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Институт «Академия строительства и архитектуры»,

Предложена модель формирования ТЭОинвестиционно – строительного проекта, ориентированная на анализ наилучшего использования земельного участка.

Ключевые слова: девелопмент, технико-экономическое обоснование, наилучшее использование, предынвестиционная стадия, инвестиционно-строительный проект.

В современных условиях повышение эффективности инвестиционно-строительной деятельности неразрывно связано с девелопментом - процессом качественного преобразования недвижимости, направленным на увеличение ее рыночной стоимости. Высокая неопределенность внешней среды строительного проекта и значимость учета местоположения объекта обуславливают необходимость качественного информационного сопровождения на этапе технико-экономической оценки. Целью статьи является обоснование модели формирования технико-экономического обоснования (ТЭО) как инструмента поддержки принятия решений на предынвестиционной стадии девелоперского проекта, обеспечивающего выбор наилучшего варианта использования земельного участка и функционального назначения объекта.

Согласно Градостроительному кодексу РФ, ТЭО «является обязательным преимущественно для объектов производственного назначения, а также для уникальных, особо опасных и технически сложных объектов» [1]. Повышение сложности архитектурно-планировочных решений и применение передовых инженерных систем в сфере гражданского строительства диктуют застройщику необходимость тщательной проработки проектных решений на этапе планирования, что обуславливает обязательность составления ТЭО и для объектов гражданского назначения. В отечественной практике предынвестиционная стадия не получает должного внимания: часто игнорируются такие аспекты, как изучение рыночной конъюнктуры, оценка градостроительного потенциала участка и формирование концепции полного жизненного цикла объекта, тогда как в международной практике выполнение ТЭО выступает обязательной стадией [2].

Для принятия обоснованного решения по инициации строительства предлагается модель, представленная на рис. 1. Процесс начинается с инициации проекта и разработки предложений по функциональному назначению объекта. На этапе сравнения вариантов формируются критерии оценки, дифферен-

цированные по типу объекта: для жилых объектов: транспортная доступность, социальное окружение, экология; для коммерческих объектов: экономическая инфраструктура, конкурентная среда, доступность для пользователей.



Рис.1. Модель формирования технико-экономического обоснования инвестиционно-строительного проекта

Ключевым блоком модели является выбор земельного участка и анализ вариантов его наиболее эффективного использования. Рассматриваются объемно-планировочные решения, функциональное зонирование, инженерное

обеспечение, выбор материалов и конструкций с учетом потребностей застройщика и нормативных требований. Завершающим этапом выступает оценка вариантов проектных предложений. При соответствии критериям формируется задание на проектирование, при несоответствии осуществляется возврат на корректировку исходных данных. Центральным элементом модели является анализ наилучшего использования (НЭИ) земельного участка [2]. Оценка рыночной стоимости объекта требует разработки альтернативных сценариев использования с учетом юридической допустимости (законность строительства), физической осуществимости (инженерно-геологические условия, доступность транспортной и коммунальной инфраструктуры) и экономической целесообразности (положительный индекс возврата инвестиций). После исключения законодательно запрещенных и физически невыполнимых вариантов проводится анализ финансовой целесообразности оставшихся. Критерием служит компенсация затрат на удержание, финансовых обязательств и первоначальных инвестиций.

Для решения задачи поиска НЭИ предлагается дифференцировать подход по двум сценариям: для свободного и для застроенного земельного участка. Характеристики участка, обеспечивающие эффективность проекта (коммерческую, экономическую, социальную), группируются по следующим признакам [3]: градостроительное зонирование; транспортная инфраструктура; социально-экономические условия; природно-ландшафтные характеристики; инженерно-технические условия; особенности локального рынка недвижимости. Ключевым условием эффективности предлагаемой модели является качественная организация информационного обеспечения. Необходимо акцентировать внимание на сборе и обработке информации, связанной с анализом НЭИ как свободных, так и застроенных территорий. К данному процессу следует привлекать специалистов различных подразделений строительной компании: отдела маркетинга, ОКС, ПТО, сметно-договорного отдела. Для эффективного взаимодействия требуется создание единой информационной платформы, обеспечивающей непрерывный сбор, хранение и актуализацию данных.

Успешная реализация предынвестиционной стадии напрямую зависит от качества сформированного ТЭО. Разработанная модель, включающая структурированный анализ характеристик земельного участка и поиск вариантов его наилучшего использования, создает основу для принятия взвешенных инвестиционных решений. Внедрение предложенного подхода позволит повысить обоснованность инвестиций, снизить риски на последующих этапах и обеспечить рост стоимости создаваемых объектов недвижимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2021) // Собрание законодательства РФ. 2005. № 1 (ч. 1). Ст. 16.
2. Паршина, А.А. Необходимость технико-экономического обоснования при разработке и реализации строительного проекта / А.А. Паршина, М.С. Гусарова // Наука и обра-

зование: актуальные вопросы теории и практики: материалы Международной научно-методической конференции, Оренбург, 23 марта 2021 года / Оренбургский институт путей сообщения. Оренбург: Оренбургский институт путей сообщения – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный университет путей сообщения", 2021. С. 481-484.

3. Стерник, Г.М. Технология анализа рынка недвижимости / Г.М. Стерник. М.: АКСВЕЛЛ, 2018. 208 с.

УДК 622.257.2

ОБОСНОВАНИЕ КОРРЕКТИРОВКИ ГЛУБИНЫ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Молочков Д.Н., Зотов Н.В. (СМ-9-24)

Научные руководители — к.т.н., доц. кафедры НГС Томарева И.А.

к.т.н., доц. кафедры НГС Бурханова Р.А.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В работе приведен алгоритм корректировки глубины бурения горизонтальной скважины. Определена зависимость расхода буровой жидкости от глубины бурения скважины.

Ключевые слова: горизонтальная скважина, бурение, трубопровод.

При горизонтально-направленном бурении ключевым фактором, влияющим на сложность выполнения работ, является траектория скважины [1]. Анализ и оптимизация напряжённого состояния грунта вокруг буровой скважины позволяют:

уменьшить общую протяжённость бурения;
подобрать наилучшие углы входа и выхода бурового инструмента с учётом конкретных условий;

снизить трудозатраты при достижении заданной глубины;
правильно задать уклон всей трассы.

В рамках исследования были поставлены задачи:

- определить максимально допустимую глубину бурения;
- установить реальный расход бурового раствора.

В ходе работы выяснилось, что устойчивость буровой трассы меняется на разных этапах и зависит от диаметра скважины и характеристик грунта. Расчётная последовательность (рис. 1) позволяет определить критическое давление на стенки скважины, выраженное через прочность бурового геля. Зная удельный вес грунта и величину этого давления, можно установить, какая глубина считается критической для данного участка. Максимально возможная глубина бурения определяется прочностью геля в приконтурной зоне и физико-механическими свойствами грунта. С увеличением глубины требуется большее давление бурового раствора, что ведёт к его повышенному расходу.

ду и потерям (рис. 2). Минимальная глубина бурения ограничивается необходимостью предотвращения выхода бурового раствора на поверхность. Для разных типов грунтов этот показатель составляет от 0,5 до 5,5 метра [2]. Сравнивая значения минимальной и максимальной глубины, можно определить оптимальную глубину бурения для каждого участка. Важно постоянно контролировать давление бурового раствора, чтобы обеспечить безопасность и эффективность работ. Такой подход позволяет сократить время бурения, снизить перерасход материалов и уменьшить сопутствующие издержки.

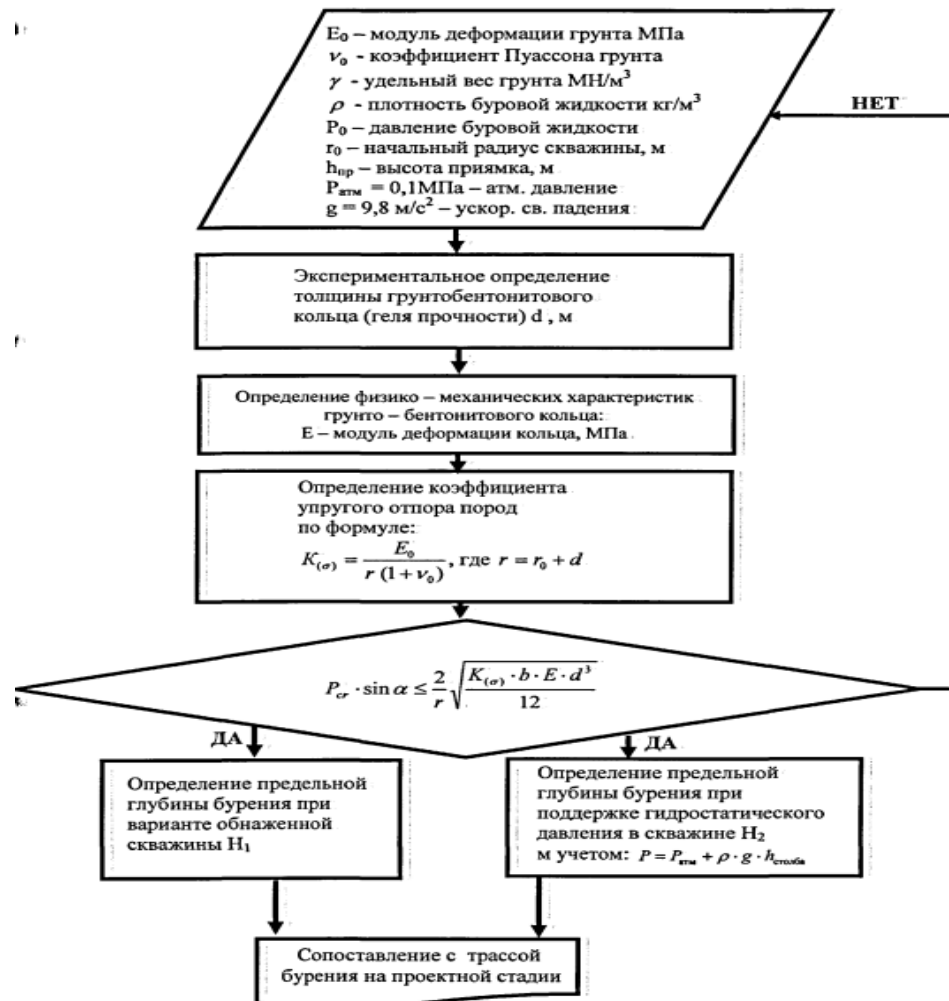


Рис. 1. Расчет корректировки глубины бурения горизонтальной скважины

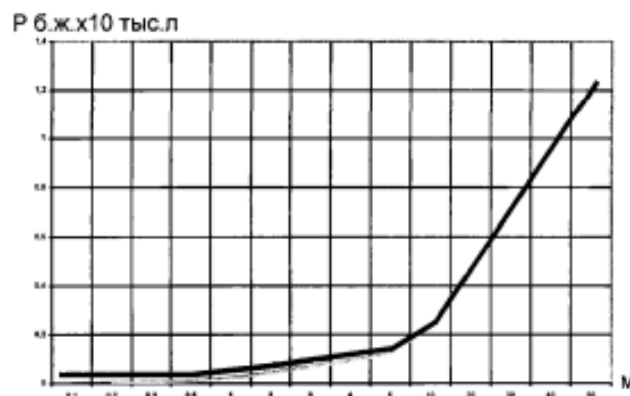


Рис. 2. Зависимость расхода буровой жидкости от глубины бурения скважины

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилов Б.Б. Пути совершенствования технологий и технических средств для бестраншейной прокладки коммуникаций // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2007. № 2. С. 69–75.

2. Tervydis P., Jankuniene R. Horizontal directional drilling pilot bore simulation // Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences. 2017. V. 25. Iss. 4. P. 3421–3434.

УДК 624.152

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Нигматуллаев Ш. (СМ-22-6р)

Научный руководитель — д.т.н., проф. кафедры ПГиДС Бровко И.С.
Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Казахстан

Данная статья посвящена анализу и обоснованию роли метода статического зондирования как критически важной вспомогательной операции в современной системе инженерно-геологических изысканий. Рассмотрен методологический разрыв между традиционными способами проходки шурфов с последующим лабораторным анализом и высокотехнологичным зондированием.

Ключевые слова: статическое зондирование (СРТ), шурфование, лабораторные испытания, модуль деформации, корреляция свойств грунта.

В современной геотехнической практике все чаще звучит аббревиатура СРТ (ConePenetrationTesting) означающее статическое зондирование. Многие ошибочно полагают, что этот метод призван полностью вытеснить «дедовские» шурфы и лабораторию. Однако, опираясь на анализ зарубежного опыта и исследования профессора Г.Г. Болдырева, мы попытались доказать, что статическое зондирование - это идеальный «разведчик», вспомогательный инструмент, который закрывает «слепые зоны» традиционных методов, но не может существовать без них. Традиционное же бурение и отбор керна дают нам информацию кусками, т.к. обычно пробы берутся с интервалом 1–3 метра. Статическое зондирование работает иначе. Современный пьезоконус (СРТУ) регистрирует три параметра (сопротивление конуса q_c , трение муфты f_s , поровое давление u) каждые 1-2 сантиметра погружения. Это позволяет получать непрерывный профиль свойств грунта [1]. В связи с этим, первое и главное преимущество СРТ как вспомогательной операции – это заполнение пробелов. СРТ создает непрерывную стратиграфическую картину, на которую потом «нанизываются» точные лабораторные данные. Возникает вопрос: если СРТ так хорош в детализации, почему до сих пор копаем шурфы? Ответ кроется в физике процесса. Лаборатория дает нам прямые измерения. Мы берем образец, давим на него прессом и видим, как он сжимается. Мы получа-

ем прямые данные о влажности, пластичности и гранулометрии. Статическое зондирование является косвенным методом. Мы не измеряем прочность или модуль деформации напрямую, а измеряем сопротивление грунта внедрению конуса и пытаемся пересчитать это в нужные характеристики через эмпирические формулы [2].

Переходя от теории к реалиям, описанным в работах профессора Г.Г. Болдырева, мы сталкиваемся с серьезной методологической проблемой - интерпретацией данных. В российской практике (СП 22.13330, СП 47.13330) существует путаница в терминологии и значениях. Зарубежные нормы (Eurocode 7) четко разделяют одометрический модуль (E_{oed}) и модуль Юнга. Отечественные нормы часто оперируют общим понятием «модуль деформации», что приводит к ошибкам при сравнении [3]. Г.Г. Болдырев справедливо отмечает, что в России и в Казахстане часто используется колонковое бурение, которое по классификации Еврокода относится к категории качества «С». Это значит, что такие образцы годятся только для определения того, что не меняется (гранулометрия, влажность), но категорически не подходят для точного определения прочности и деформируемости. СРТ, будучи методом *in-situ* (в массиве), лишен проблемы «мятого образца». Грунт испытывается там, где он лежал тысячи лет, без извлечения на поверхность [3]. Стоимостной анализ также на стороне зондирования. Сетка из 10 точек СРТ обходится в 44% от стоимости такой же сетки шурфов, при этом информативность (полнота данных о разрезе) выше [4]. Однако здесь кроется ловушка «дешевизны». Если мы сделаем только дешевое зондирование, мы получим 90% данных, но упустим критические 10% (химический состав, точная консолидация, физика), которые дает только лаборатория. Анализ показывает, что такой гибридный подход (сетка СРТ + 20-30% контрольных скважин) дает 98% полноты информации при стоимости в 56% от чисто традиционного метода.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать: спор «бурение или зондирование» лишен смысла. Статическое зондирование (СРТ) является мощным инструментом сканирования, которое можно назвать «зрением» инженера, позволяющее увидеть непрерывный разрез, найти слабые места и оптимизировать программу работ. Оно дешевле, быстрее и детальнее. Традиционные методы (шурфы, лаборатория) - более точный метод, который позволяет выяснить детализированные данные в конкретной точке в массивах грунта, откалибровать данные зондирования и получить физические образцы для химического анализа и визуального осмотра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Andresen L., Jostad H.P., & Andersen K. CPT correlations for clays // Norwegian Geotechnical Institute - Oslo, Norway, Tech. Rep., 2010.
2. Меркульев Е.В., Новичков Г.А. Сравнение методов лабораторных и полевых испытаний грунтов. Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ООО «НПП Геотек».

3. White D.J. & Thompson M.J. Relationships between in-situ and laboratory measurements of pavement foundation materials // Minnesota Department of Transportation, Tech. Rep. MN/RC 2008-32, 2008.

4. Methodological Comparison of Static Cone Penetration Testing and Traditional Pit Sampling with Laboratory Analysis for Geotechnical Site Characterization (Source 1).

УДК 656.13.08

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗРИТЕЛЬНОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ НА УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ВНЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ

Окулова П.И. (СМ-3-24), Круглов К.Р. (СМ-3-24), Пугачев Н.А. (СМ-3-24)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры СиЭТС Гофман Д.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В работе выполнен анализ нормативных требований и практики применения средств зрительного ориентирования. Выявлены факторы, снижающие эффективность существующих решений. Обоснован комплексный подход к совершенствованию зрительного ориентирования. Сделан вывод о том, что повышение эффективности зрительного ориентирования должно обеспечиваться за счёт формирования целостной визуальной согласованной дорожной среды, позволяющей уменьшить вероятность ошибочных действий водителя и повысить безопасность движения.

Ключевые слова: ограниченная видимость, зрительное ориентирование, дорожная разметка, сигнальные столбики, направляющие устройства, световозвращающие элементы.

Обеспечение безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах вне населённых пунктов относится к числу приоритетных задач транспортной отрасли и дорожной науки. Особую опасность представляют участки, на которых движение осуществляется в условиях ограниченной видимости [1,2]. В таких условиях снижается полнота и своевременность восприятия водителем дорожной обстановки, затрудняется определение границ проезжей части и направления движения, возрастает вероятность ошибочного выбора траектории и скорости.

В соответствии с действующими нормативными требованиями безопасность движения на автомобильных дорогах обеспечивается за счёт применения комплекса средств организации дорожного движения и элементов обустройства [2–4]. Однако, анализ практики эксплуатации дорог показывает, что применяемые решения не всегда обеспечивают достаточную эффективность при ограниченной видимости. Ограничение видимости на дорогах вне населённых пунктах формируется под воздействием нескольких групп факторов: **метеорологические факторы** приводят к снижению дальности видимости, ухудшению контрастности ориентиров и уменьшению эффективности свето-

возвращающих поверхностей; **светотехнические факторы** затрудняют распознавание границ проезжей части и элементов организации движения; **геометрические факторы**: кривые малого радиуса, участки с переломами продольного профиля, выемки увеличивают потребность в непрерывном визуальном сопровождении движения; **эксплуатационные факторы**: износ дорожной разметки, загрязнение световозвращающих элементов, недостаточный уровень содержания дороги [4]. Условия ограниченной видимости имеют комбинированный характер, что требует комплексного подхода к применению средств зрительного ориентирования.

Анализ применяемых решений показал, что каждое средство ориентирования имеет функциональные преимущества и ограничения:

1. **Дорожная разметка** - базовый элемент визуального сопровождения движения. Однако при неудовлетворительном эксплуатационном состоянии покрытия автомобильной дороги эффективность разметки быстро снижается [3,4].

2. **Сигнальные столбики и направляющие устройства** обозначают границы дороги и эффективны на участках со слабовыраженными естественными ориентирами. Но при избыточных интервалах установки, недостаточной яркости световозвращающих элементов не эффективны.

3. **Дорожные знаки направляющего и предупреждающего характера** предупреждают о характере опасного участка, однако не могут заменить средства непрерывного ведения по траектории. Их эффективность возрастает при сочетании с разметкой и направляющими устройствами [2].

4. **Световозвращающие элементы** повышают заметность дорожной инфраструктуры в тёмное время суток, но их действие ограничивается загрязнением, износом и неблагоприятными метеоусловиями.

Следовательно, можно сформировать такие направления совершенствования зрительного ориентирования как:

1. **Принцип комплексности** - формирование взаимосогласованной системы визуального сопровождения движения.

2. **Совершенствование дорожной разметки** – использование материалов разметки с повышенными световозвращающими свойствами.

3. **Совершенствование применения сигнальных столбиков** - на участках ограниченной видимости устанавливаются с интервалом, обеспечивающим непрерывность зрительного ведения.

4. **Направляющие устройства и локальное усиление ориентирования** на участках резкого изменения направления трассы

Таким образом, можно сделать вывод, что сопоставление традиционного и комплексного подходов к применению средств зрительного ориентирования показывает, что минимально необходимый набор технических средств, применяемый без учёта реальных условий видимости, в большинстве случаев обеспечивает лишь допустимый уровень визуального сопровождения. Совершенствование средств зрительного ориентирования следует рассматри-

вать как важное направление инженерного повышения безопасности движения на автомобильных дорогах вне населённых пунктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*.
3. ГОСТ Р 51256-2018. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования.
4. ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

УДК656.055.9

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА НА УЛ. ЛАТВИЙСКОЙ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

Певнев В.М. (СМ-3-24), Скупов А.С. (СМ-3-24), Боровик А.В. (СМ-3-24)

Научный руководитель — к.т.н, доц. кафедры СиЭТС Гофман Д.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В данной статье рассмотрены ключевые проблемы безопасности дорожного движения на пешеходном переходе ул. Латвийской города Волгограда, а также предложены меры по повышению безопасности дорожного движения на рассматриваемом пешеходном переходе.

Ключевые слова: повышение безопасности дорожного движения, пешеходный переход, транспортный поток, интенсивность движения

Безопасность пешеходного перехода определяется качеством его обслуживания, эффективности освещения, а также присутствием средств предупреждения водителей о приближении к пешеходному переходу [1].

К главным причинам аварийности на пешеходном переходе, расположенном на улице Латвийской д.11 города Волгограда могут относиться (рис. 1):

1. Невнимательность водителей и пешеходов - зачастую водители отвлекаются на телефоны, разговоры с пассажирами. Пешеходы, в свою очередь, часто идут в наушниках и не слышат шум проезжающих мимо автомобилей, а некоторые и вовсе не смотрят по сторонам, что значительно повышает риск ДТП на пешеходном переходе.

2. Недостаточная видимость: на многих пешеходных переходах отсутствует освещение, а также, расположенные рядом деревья и кустарники ограничивают обзор.

3. Отсутствие дорожной разметки: из-за интенсивности транспортного потока, погодных условий, использования недостаточно износостойких материалов дорожная разметка быстро теряет свою видимость, из-за этого водитель не может своевременно заметить приближение к пешеходному переходу.

4. Отсутствие светофорного регулирования, большая интенсивность пешеходов и транспортного потока: на рассматриваемом пешеходном переходе значительное количество пешеходов в утренние и вечерние часы, что обусловлено расположенной рядом жилой застройкой. Кроме того, после открытия объездной дороги города Волгограда существенно увеличилась интенсивность транспортного потока, особенно транзитного, включая большегрузные автомобили [2].



Рис. 1. Пешеходный переход ул. Латвийская д.11

В целях повышения безопасности на пешеходном переходе улицы Латвийской требуется:

1. Обеспечить светофорное регулирование с системой «табло вызова пешеходов», которое значительно увеличит безопасность дорожного движения.

2. Обновить горизонтальную дорожную разметку: в настоящее время разметка свои эксплуатационные свойства.

3. Оборудовать пешеходный переход качественными источниками освещения, которые обеспечат достаточную видимость для водителей, тем самым повысив безопасность дорожного движения.

В заключении хотелось бы отметить, что безопасность движения на пешеходных переходах является важным элементом организации дорожного движения. Рассмотренные проблемы указывают на необходимость принятия мер по усовершенствованию безопасности. Реализация предложенных мер позволит сократить дорожно-транспортные происшествия и аварийные ситуации, сохранив жизни людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200051597> (Дата обращения: 10.04.2026).

2. Якимов, М.Р. Транспортное планирование: теория и практика: монография /М.Р. Якимов. Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. 368с.

ПОГРЕШНОСТИ ПРИ СОКРАЩЕНИИ ДАННЫХ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗОНЕ ПОДВОДНОГО КАРЬЕРА

Подкорытова Д.А., соискатель кафедры ГТСБиЭ

Пилипенко Т.В., к.т.н., доцент кафедры ГТСБиЭ

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В работе количественно оценены потери точности при сокращении объема выборки расчетных сечений в задаче моделирования русловых деформаций. Объект — участок русла р. Обь с подводным карьером глубиной 10 м. Моделирование выполнено в AnsysFluent для трех расходов воды (1250, 3500, 4800 м³/с). Показано, что использование только нечетных сечений приводит к потере до 85 % пиковых значений размывающих скоростей, а линейная интерполяция по нечетным сечениям дает ошибку восстановления деформаций до 81 %. Обоснована необходимость использования полной сетки сечений в инженерных расчетах.

Ключевые слова: русловые деформации, подводный карьер, прореживание данных, численное моделирование, размывающая скорость.

При численном моделировании гидравлических процессов выходные данные часто прореживают для упрощения анализа. Однако такое сокращение может привести к потере экстремальных значений параметров, критичных для оценки устойчивости сооружений [1]. Цель работы — определить погрешности, возникающие при переходе от полного набора поперечных сечений к выборке только нечетных сечений.

Исследован участок русла р. Обь с подводным карьером глубиной 10 м. Моделирование выполнено в AnsysFluent (RNG k-ε). Рассмотрены три расхода: межень (1250 м³/с), средний расход (3500 м³/с), высокое половодье (4800 м³/с). Для каждого расхода вдоль продольной оси получены распределения: неразмывающей скорости V_{nr} , струйной скорости $V_{стр}$, размывающей скорости V_r и начальных вертикальных деформаций дна $\zeta_{нач}$. Данные снимались в регулярных поперечных сечениях (полный набор). Из него выделена выборка только нечетных сечений. Для каждого параметра определены глобальные максимумы на полном наборе и на выборке, вычислена относительная потеря δ . Для $\zeta_{нач}$ оценена ошибка линейной интерполяции пропущенных четных сечений.

Для расходов 3500 и 4800 м³/с максимумы $V_{стр}$, V_r и V_{nr} приходятся преимущественно на четные сечения. Для расхода 1250 м³/с максимум $V_{стр}$ оказался в нечетном сечении (потери отсутствуют), что является исключением. Количественные потери приведены в таблице 1.

Наибольшие потери (85 %) зафиксированы для размывающей и неразмывающей скоростей при максимальном расходе. Пиковые значения в четных сечениях (№ 2 при 4800 м³/с) полностью теряются.

Таблица 1

Потери максимумов скоростей при использовании нечетных сечений

Расход, м ³ /сут	Параметр	Полное значение, м/с	Нечетное значение, м/с	Потери δ , %
3500	$V_{стр}$	5,87	4,89	17
4800	$V_{стр}$	13,24	4,89	21
4800	V_p	6,82	1,03	85
4800	$V_{нр}$	5,25	0,79	85

Анализ начальных деформаций $\zeta_{нач}$ показал, что пропуск четных сечений искажает форму кривых. Линейная интерполяция по нечетным сечениям для восстановления четных дает ошибки от 50 до 81 % от характерной амплитуды. В зонах малых деформаций (струи 4 и 6 при 3500 м³/с) интерполяция приводит к смене знака, что недопустимо при определении направления размыва/намыва. Приуроченность экстремумов к четным сечениям связана с шагом расчетной сетки и пространственной периодичностью вихревых структур. Параметры V_p и $V_{нр}$ используются для оценки локальных размывов у оснований сооружений. Недооценка этих величин в 6–7 раз (при 4800 м³/с) создает риск аварий. Линейная интерполяция неприемлема из-за высоких погрешностей [2].

Выводы:

1) для исследованного участка при расходах 3500 и 4800 м³/с максимумы скоростей и деформаций приходятся преимущественно на четные сечения; 2) исключение четных сечений приводит к потере до 85 % пиковых значений размывающих скоростей; 3) линейная интерполяция по нечетным сечениям дает ошибки до 81 %; 4) использование полного набора сечений обязательно при прогнозировании русловых деформаций и оценке устойчивости сооружений; 5) при обработке данных необходим предварительный просмотр на полной сетке для идентификации сечений с экстремумами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляков П.В., Конопацкий С.В., Ржаковская П.С. Анализ и оценка гидроморфологической ситуации на участке строительства мостового перехода через р. Зею в г. Благовещенске с помощью математического моделирования характеристик движения воды // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2022. № 6. С. 862 – 866.
2. Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Марусин К.В., Кошелева Е.Д. Математическое моделирование руслового потока для прогнозов влияния строительства в поймах на гидрологический режим крупных рек (на примере реки обь) // ВХР. 2017. № 2. С. 54-70.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Поляков П.Н. (61034024)

Ануфриев В.Н., к.т.н., доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Рассмотрены мероприятия по модернизации водопроводных насосных станций, оборудованных насосными агрегатами с высоковольтными синхронными электродвигателями. Произведена замена аналоговых систем управления на цифровые с целью повышения энергоэффективности надежности насосного оборудования.

Ключевые слова: водопроводная насосная станция, насосный агрегат, синхронный электродвигатель, энергоэффективность.

УП «МИНСКВОДОКАНАЛ» эксплуатирует Вилейско-Минскую водную систему с 1976 г., которая предназначена для водоснабжения и обводнения г. Минска за счет переброски воды из бассейна Балтийского моря (р. Вилии, приток р. Немана) в бассейн Черного моря (р. Свислочь, приток р. Днепра). Вилейско-Минская водная система включает 14 водохранилищ, канал протяженностью 63,1 км, 7 гидроэлектростанций, 13 насосных станций и ряд вспомогательных сооружений. Непосредственно на канале размещены шесть насосных станций, из них пять станций поднимают воду на высоту порядка 64 м. Насосная станция № 6 предназначена для подачи воды из канала в водохранилище «Крылово» по напорным трубопроводам [1]. Насосная станция № 6 оснащена четырьмя вертикальными центробежными насосными агрегатами с высоковольтными синхронными электродвигателями с суммарной подачей $7,7 \text{ м}^3/\text{с}$ и напором 90 м. Три насосных агрегата 800В-2,5-100-0-I с электродвигателем СДВ 2-143/41-8 мощностью 3200 кВт и наносного агрегата 600В-1,6-100 с электродвигателем СДВ 17-49-10У4 мощностью 1600 кВт. [2]. Электродвигатель СДВ 2-143/41-8 имеет восемь полюсов у статора и частоту вращения 750 об/мин, СДВ 17-49-10 имеет 10 полюсов у статора и частоту вращения 600 об/мин. Электродвигатель осуществляет передачу крутящего момента посредством вертикально расположенного трансмиссионного вала рабочему колесу насосного агрегата. Техническое состояние насосных агрегатов оценивается как удовлетворительное.

Задача по повышению энергоэффективности и надежности насосного оборудования заключалась в необходимости модернизации системы управления и возбуждения синхронных электродвигателей. Система возбуждения синхронных электродвигателей необходима для создания магнитного поля ротора, синхронизации вращения ротора с магнитным полем статора, осуществления управления коэффициентом мощности и обеспечения устойчивой работы насосного агрегата при изменяющихся нагрузках. Используемая аналоговая система возбуждения синхронных электродвигателей устарела мо-

рально и характеризовалась высокой степенью физического износа. Отсутствие автоматического управления системой возбуждения приводило к частым аварийным выходам из строя отдельных элементов системы управления, что сопровождалось последующими гидроударами в системе напорных трубопроводов. Установка цифровых систем управления позволяет повысить надежность, как непосредственно самой системы возбуждения, так и обеспечить устойчивость работы синхронных электродвигателей, за счет быстрого реагирования системы на возмущения в сети энергопотребления, а также высокой точности поддержания параметров заданных режимов. Для повышения надежности и энергоэффективности системы внедрена микропроцессорная система возбуждения [3], которая обеспечила: 1. Повышение КПД за счет стабилизации тока ротора и снижения токов возбуждения; 2. Автоматическую стабилизацию режима работы и поддержание требуемого реактивного тока статора; 3. Защиту от аварийных ситуаций; 4. Оптимизацию энергопотребления; 5. Плавный пуск и вход в синхронный режим.

Таким образом, замена устаревших аналоговых систем возбуждения высоковольтных синхронных электродвигателей на современные микропроцессорные системы управления является эффективным средством для повышения статической и динамической устойчивости системы, высокоточного регулирования реактивной мощности, повышения качества эксплуатации, обеспечение энергосбережения за счет компенсации реактивной мощности в режиме поддержания высоких значений $\cos\phi$, снижения эксплуатационных расходов и повышения надежности оборудования. Внедрение цифровых систем управления синхронных высоковольтных электродвигателей позволило получить снижение энергопотребления насосной станции на 5,5% за год.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вилейско-Минская водная система. Режим доступа: <https://minskvodokanal.by/about/activities/vileika-minsk-water-system/> (Дата обращения: 23.03.2026)
2. Насосы центробежные вертикальные типа В. Режим доступа: <https://uzgm.su/produksiya/nasosyi-tsentrobejnyie-vertikalnyie-tipa-v/> (Дата обращения: 23.03.2026)
3. Инструкция для оперативного персонала. Работы микропроцессорный синхронных двигателей типа СВД-ALL. Минск: ООО «Аллер Инк», 2016.

УДК 697.341

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОГОДОЗАВИСИМОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Руколеев А.В., к.ист.н., доцент кафедры химических технологий
Суппес С.И. (С-41)

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
Бийский технологический институт (филиал)

Рассматривается влияние погодозависимого регулирования на устойчивость тепловых и гидравлических режимов систем теплоснабжения. Показано, что корректировка температуры подачи по фактической наружной температуре снижает амплитуду режимных отклонений, уменьшает избыточный расход теплоносителя и способствует более стабильной работе сети. На основе опубликованных данных по теплоснабжению Бийска сформулированы рекомендации по внедрению локальной автоматизации и настройке отопительных кривых.

Ключевые слова: теплоснабжение, погодозависимое регулирование, гидравлический режим, автоматизация, устойчивость.

В условиях резко континентального климата устойчивость режимов работы систем теплоснабжения во многом определяется способностью сети своевременно реагировать на изменение наружной температуры. Для Бийска эта задача особенно важна из-за большой продолжительности отопительного сезона и значительной степени износа трубопроводов. По опубликованным данным за отопительные сезоны 2022–2025 гг. в городе отмечаются сохранение температурного графика в целом, рост температуры подачи и расхода теплоносителя в наиболее холодные месяцы, а также необходимость дальнейшей модернизации тепловых сетей [1].

При традиционном управлении по фиксированному графику или при ручной корректировке режимов система не всегда успевает адаптироваться к реальной тепловой нагрузке. Это приводит либо к перегреву отдельных потребителей, либо к недогреву в периоды резкого похолодания, сопровождается неравномерностью потокораспределения, ростом перепадов давления и дополнительными затратами на перекачку теплоносителя. Поэтому задача повышения управляемости сети должна рассматриваться не только как теплотехническая, но и как гидравлическая [2].

Погодозависимое регулирование основано на изменении температуры подающего теплоносителя в соответствии с текущей наружной температурой и параметрами отопительной кривой. Как показано в работе Н. Г. Федорова, корректная настройка наклона и сдвига регуляторной характеристики позволяет уменьшить избыточный отпуск теплоты без ухудшения комфортности отопления [3]. Для системы теплоснабжения это означает более плавное изменение тепловой нагрузки, снижение частоты резких режимных перестроек и уменьшение вероятности возникновения неустойчивых состояний. С точки зрения гидравлической устойчивости важен не только сам факт автоматического изменения температуры подачи, но и согласование этого процесса с работой насосного оборудования и узлов регулирования у потребителя. Исследования авторов [4] показывают, что модернизация индивидуальных тепловых пунктов и внедрение автоматизированного управления позволяют сократить расход теплоносителя и повысить качество поддержания температурного графика. Следовательно, погодозависимое регулирование наиболее эффективно в сочетании с локальной автоматизацией зданий, балансировкой ветвей и использованием насосов с частотным регулированием. Практические наблюдения и результаты моделирования, приведённые в [5], подтвер-

ждают, что даже локальные изменения в системе — автоматизация ИТП, корректировка арматуры, изменение насосных режимов — заметно влияют на потокораспределение и разность температур между подающим и обратным трубопроводами. Это особенно важно для сетей с повышенным износом, где любое отклонение расходов усиливает тепловые потери и ускоряет развитие неблагоприятных режимов.

Таким образом, погодозависимое регулирование следует рассматривать как один из ключевых инструментов стабилизации режимов работы систем теплоснабжения. Его внедрение позволяет приблизить фактический отпуск теплоты к реальному климатическому спросу, ограничить избыточные расходы теплоносителя, уменьшить амплитуду колебаний давления и повысить эксплуатационную надёжность сети. Для Бийска и других городов со сходными условиями целесообразно поэтапное внедрение погодозависимой автоматики на тепловых пунктах, уточнение отопительных кривых по данным эксплуатации и увязка регулирования с программами модернизации изношенных участков тепловых сетей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руколеев А.В. Состояние и перспективы модернизации системы теплоснабжения Бийска // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2025. № 3(34). С. 37-45.
2. Эффективность теплоснабжения муниципальных образований / Е.Е. Бойко, Ф.Л. Бык, П.В. Илюшин, Л.С. Мышкина // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2023. № 4. С. 66-78.
3. Федоров Н.Г. Одна модель погодозависимого регулятора тепловой энергии // Автоматика и программная инженерия. 2023. № 1(43). С. 10-14.
4. Горинов Ю.А., Анисимов П.Н., Егошин Е.В. Модернизация городских индивидуальных тепловых пунктов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2023. № 25(6). С. 43-53.
5. Калабин Д.А., Липовка А.Ю., Липовка Ю.Л. Компьютерное моделирование и натурные замеры потокораспределения действующей тепловой сети // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2021. Т. 25. № 1(156). С. 44-56.

УДК: 656.13 (075.8)

ДОРОЖНЫЕ ЗАТОРЫ В ГОРОДАХ И ПУТИ ИХ СОКРАЩЕНИЯ

Русланбек уулу Р. (АДиА-1-25)

Жалалдинов М.М., доцент кафедры СП

Институт архитектуры и строительства

Ошский технологический университет имени М.М. Адышева, Ош, Кыргызская Республика

В данной статье рассматриваются причины возникновения пробок в городах, их влияние на общество, экономику и окружающую среду. Также предлагаются способы уменьшения пробок путем улучшения транспортной системы, развития общественного транспорта, модернизации дорожной инфраструктуры и использования современных технологий. Цель статьи – всесторонне объяснить эту проблему и представить эффективные методы ее решения.

Ключевые слова: пробки, транспорт, инфраструктура, город, автомобиль, экология, общественный транспорт, безопасность.

В современном мире с развитием городов проблема транспорта приобрела особое значение. Рост численности населения, увеличение числа автомобилей и недостаточная городская инфраструктура приводят к возникновению дорожных заторов. Особенно в крупных городах эта проблема наблюдается ежедневно и оказывает существенное влияние на качество жизни людей. Дорожные заторы не только создают неудобства, но и усиливают экономические, экологические и социальные проблемы. Поэтому крайне важно изучить эту проблему и найти эффективные пути её решения.

На возникновение дорожных заторов в городах влияют несколько основных факторов. Первый фактор – увеличение числа автомобилей. В последние годы люди стали больше владеть личным транспортом и предпочитают его общественному транспорту. Это многократно увеличивает нагрузку на дороги. Второй фактор – недостаточная инфраструктура дорог. Во многих городах дороги построены по старым проектам и не соответствуют современным требованиям. Дороги узкие, а ремонтные работы проводятся недостаточно. Третий фактор – отсутствие правильной организации дорожного движения. Неправильно работающие светофоры, недостаток дорожных знаков и неправильно припаркованные автомобили замедляют движение. Четвёртый фактор – недостаточно развитый общественный транспорт. Если общественный транспорт неудобен или медлителен, люди переходят на личные автомобили, что усиливает заторы [1]. Дорожные заторы вызывают ряд негативных последствий. Во-первых, тратится время людей. Каждый день, находясь в заторе, люди опаздывают на работу и устают. Во-вторых, это наносит экономический ущерб. Расходуется больше топлива, теряется рабочее время, что отрицательно сказывается на экономике в целом. В-третьих, наносится ущерб экологии. Когда автомобили стоят в пробках, выбросы вредных газов увеличиваются, что загрязняет воздух и негативно влияет на здоровье людей [2]. В-четвёртых, это оказывает психологическое воздействие. Длительное пребывание в заторе вызывает стресс и ухудшает настроение людей.

Для решения этой проблемы требуется комплекс мер. Во-первых, необходимо развивать общественный транспорт. Удобная, быстрая и доступная транспортная система побуждает людей отказаться от личного автомобиля. Важно вводить новые автобусы, улучшать маршруты и обеспечивать точную работу транспорта. Во-вторых, нужно улучшать дорожную инфраструктуру. Строительство новых дорог, ремонт старых и расширение проезжей части регулируют транспортные потоки. В-третьих, важно использовать современные технологии. Интеллектуальные светофоры и системы видеонаблюдения помогают эффективно управлять дорожным движением [3]. В-четвёртых, эффективны меры ограничения использования автомобилей. Например, ограничение въезда в центр города или введение платных парковок может сократить количество машин. В-пятых, необходимо развивать инфраструктуру

для велосипедов и пешеходов. Использование альтернативного транспорта на короткие расстояния снижает нагрузку на дороги. В-шестых, нужно повышать культуру вождения. Соблюдение правил дорожного движения и уважение к другим водителям облегчает общее движение.

Дорожные заторы являются одной из основных проблем современных городов. Они отнимают время людей и негативно влияют на экономику и экологию. Для решения этой проблемы необходимо развивать общественный транспорт, улучшать дорожную инфраструктуру и применять современные технологии. Кроме того, каждый гражданин должен соблюдать правила дорожного движения и использовать общественный транспорт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдиев А. Основы транспортной системы. Бишкек, 2020. 160 с.
2. Садыков Б. Городская инфраструктура и развитие. Ош, 2019. 240 с.
3. Жалалдинов М.М. Расчет задержек пешеходов на регулируемом перекрестке города. Научный информационный журнал материоловедение. Бишкек, 2014. Вып. №2 (5). С. 47-49.

УДК 656.025.4

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ Г. ВОЛГОГРАДА

Сальников А.В. (СМ-3-25), Скиданов К.Д. (СМ-3-25), Макеев В.А. (СМ-3-25)
Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой СиЭТС Алексиков С.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Произведен анализ существующих транспортно-логистических центров на территории Российской Федерации, а также приведены особенности формирования ТЛЦ на территории г. Волгограда.

Ключевые слова: логистический центр, организация движения, подъездные пути.

Внедрение логистических терминалов (ЛТ) позволяет компаниям сократить себестоимость перевозок крупных партий грузов на 30–40%. Увеличение спроса на перевозки в направлении стран Азии, в частности Китая, повысило значимость транспортно-логистических центров как средства перераспределения грузов. Эффективная работа логистических центров позволяет сократить время, затраты, транспортировку и обработку грузов.

Транспортно-логистический комплекс «Солнечный» представляет собой крупнейший объект логистической инфраструктуры в Волгоградской области, соответствующий международным стандартам класса «А» (рис. 1). Общая площадь территории составляет 256 846 кв. м, грузооборот — около 4,1 млрд. тонн в год. Транспортно-логистический центр специализируется на об-

работке и распределении различных грузов, преимущественно для розничных торговых сетей [1].



Рис. 1. ТЛЦ «Солнечный»

Грузовой порт «Татьянка» расположен в южной части Волгограда и является единственным в области, не оснащённым железнодорожными подъездными путями (рис. 2) [2]. В 2020 году сообщалось, что в терминале порта за период с 1 января по 1 июля было отгружено 260 тыс. тонн сельхозпродукции, из них 150 тыс. тонн — с начала года.

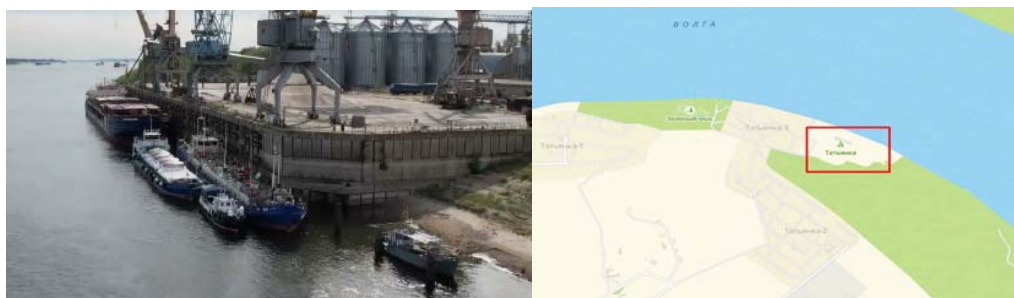


Рис. 2. Грузовой порт «Татьянка»

Логистический центр «Вайлдберриз» расположен в Дзержинском районе Волгограда и является одним из крупнейших распределительных комплексов компании на юге России (рис. 3). Сообщалось, что мощность центра составляет до 230 тыс. товаров в сутки, а общая площадь складских помещений достигает около 48 тыс. м², с перспективой увеличения объёмов хранения до 32 млн единиц. Центр выполняет функции приёма, хранения, сортировки и распределения товаров, обеспечивая ускорение доставки по регионам. Также его запуск способствовал созданию новых рабочих мест и развитию логистической инфраструктуры региона.

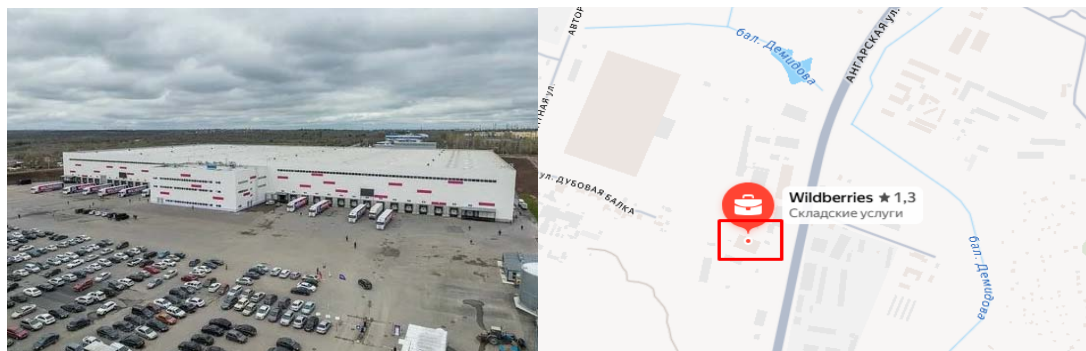


Рис. 3. Логистический центр «Вайлдберриз»

Транспортно-логистические центры являются ключевыми элементами современной транспортной системы, обеспечивая эффективное перераспределение грузов и снижение затрат на перевозки. Их развитие способствует ускорению логистических процессов и укреплению международных экономических связей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яндекс карты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/38/volgograd/> (Дата обращения: 13.04.2026).
2. Картинки Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yandex.ru> (Дата обращения: 13.04.2026).

УДК 656.11

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ВБЛИЗИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

Сальников А.В. (СМ-3-25), Гофман С.Д. (АД-1-25), Боровик А.В. (СМ-3-24)
Юлдашов Ш. (АД-1-22)

Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой СиЭТС Алексиков С.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Произведен анализ в организации дорожного движения в зоне логистических центров.

Ключевые слова: логистический центр, управление дорожным движением.

В мировой экономике международное транспортно-логистическое управление занимает ключевое место. Именно благодаря развитию логистики становится возможным снижение производственных затрат за счёт размещения предприятий в наиболее выгодных регионах, а также организация перевозок между странами. Для обеспечения рентабельности таких операций необходимо рационально распределять ресурсы, грамотно подбирать партнёров и внедрять технологии, упрощающие процессы международной логистики.

Для регулирования городской инфраструктуры используются технологии УДД (управления дорожным движением). Организации, специализирующиеся на УДД, решают проблему заторов в крупных городах, регулируют движение транспортных потоков и обеспечивают безопасные условия в городской среде [1]. Внедрение интеллектуальных систем УДД в деятельность логистических центров позволяет значительно повысить эффективность их работы. Улучшаются показатели пропускной способности, скорости обработки транспорта, уровня безопасности и конкурентоспособности. Современные программные решения дают возможность более точно прогнозировать транспортную нагрузку и оперативно находить оптимальные управленческие

решения. Логистические центры сегодня являются важнейшими элементами транспортной инфраструктуры, обеспечивающими перемещение грузов как внутри страны, так и на международном уровне. Однако их деятельность сопровождается существенной нагрузкой на улично-дорожную сеть, особенно в районах въезда и выезда транспорта. В связи с этим особую значимость приобретает УДД вблизи данных объектов. Одной из ключевых задач УДД является обеспечение достаточной пропускной способности дорог, снижение уровня заторов и повышение безопасности. При интенсивных грузопотоках, характерных для логистических комплексов, традиционные методы регулирования движения оказываются недостаточно результативными, что требует внедрения современных интеллектуальных транспортных систем.

Зарубежная практика демонстрирует широкое применение цифровых технологий и систем мониторинга для управления транспортными потоками. Используются подключённые транспортные средства, адаптивные светофорные системы и инструменты анализа трафика в режиме реального времени. Такие решения позволяют не только контролировать текущую дорожную ситуацию, но и прогнозировать её развитие, предотвращая образование заторов [2]. Особую роль играют геолокационные технологии и аналитические платформы, обеспечивающие сбор и обработку данных о движении транспорта. Это даёт возможность оптимизировать маршруты, перераспределять транспортные потоки и снижать нагрузку на наиболее загруженные участки сети. В результате уменьшается время в пути и повышается безопасность дорожного движения.

Одним из наиболее эффективных решений является внедрение интеллектуальных систем управления движением, основанная на сети датчиков и камер, размещённых на территории комплекса. Она обеспечивает сбор и анализ информации о транспортных потоках в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения дорожной ситуации. Ключевым элементом такой системы является адаптивное управление светофорами. В отличие от традиционных решений с фиксированными временными циклами, адаптивные светофоры изменяют режим работы в зависимости от текущей загрузки. Это позволяет сократить время ожидания на перекрёстках на 30–40% и уменьшить общее время прохождения маршрута на 20–25%. Кроме того, внедрение интеллектуальных технологий способствует снижению аварийности: вероятность возникновения опасных ситуаций уменьшается более чем в 2,5 раза. Это особенно важно для логистических центров с высокой интенсивностью движения грузового транспорта.

Таким образом, управление дорожным движением вблизи логистических центров требует комплексного подхода, включающего внедрение современных технологий, развитие инфраструктуры и совершенствование методов регулирования. Использование интеллектуальных транспортных систем является одним из ключевых направлений повышения эффективности и безопасности транспортных потоков, а также важным фактором улучшения функционирования транспортной системы в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артемова С.Г. Повышение эффективности взаимодействия транспортных и пешеходных потоков / С.Г. Артемова, П.Д. Меринцов, А.В. Сальников // Вестник Волгоградского Государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. №1 (98). С. 92-103.
2. Christopher, M. (2016). Logistics & supply chain management. Pearson UK.

УДК 628.3

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО БРИКЕТИРОВАННОГО ТОРФА ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ НИКЕЛЯ

Сенчук Д.Д., ст. преподаватель кафедры ВВиОВР

Научный руководитель — к.т.н., доц., проф. кафедры ВВиОВР Житенев Б.Н.
Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

Статья посвящена очистке гальванических стоков от ионов никеля с использованием измельченного брикетированного торфа. Актуальность обусловлена ростом сбросов никеля в водные объекты Беларуси. В статических условиях на реальных сточных водах изучено влияние гранулометрического состава и времени сорбции на эффективность извлечения Ni^{2+} . Обоснована перспективность применения отходов торфобрикетного производства для доочистки промышленных стоков.

Ключевые слова: сточные воды, никель, сорбент, брикетированный торф, сорбция.

Гальваническое производство, являющееся неотъемлемой частью современного машиностроения и приборостроения, обеспечивает высокое качество и долговечность металлических изделий. Однако оборотной стороной технологического прогресса становится образование значительных объемов токсичных сточных вод, насыщенных ионами тяжелых металлов. Никель, широко используемый в процессах нанесения защитных покрытий, занимает особое место среди загрязнителей благодаря своему канцерогенному, мутагенному и общетоксичному действию на живые организмы. Несмотря на существующее разнообразие методов водоочистки, проблема извлечения никеля из промышленных стоков сохраняет свою остроту [1]. По данным Государственного водного кадастра, тревожной тенденцией стал рост массы никеля, сбрасываемого в поверхностные водные объекты Республики Беларусь: за 2024 год этот показатель достиг 2,02 тонны, превысив уровень предыдущего года в 1,5 раза [2]. В связи с этим поиск эффективных, экономичных и экологически безопасных сорбентов для доочистки сточных вод является приоритетной научно-практической задачей. Настоящая работа посвящена исследованию возможности применения измельченного брикетированного торфа — доступного местного сырья — в качестве сорбционного материала для удаления ионов никеля из водных сред.

В основу эксперимента легло изучение сорбционной способности торфа в статических условиях при температуре 21°C. Объектом исследования стал

торфобрикет марки БТ-2, выпускаемый предприятием «Гатча-Осовский» в Брестской области. Для оценки влияния гранулометрического состава на эффективность очистки брикет предварительно измельчали и подвергали фракционированию: с помощью набора сит (1,0–3,0 мм). В качестве модельной среды использовались реальные сточные воды гальванического производства, полученные от одного из предприятий г. Бреста [3]. На первом этапе экспериментального моделирования предстояло оценить роль крупности зерен торфа в процессе извлечения ионов никеля. Для этого были испытаны три фракции сорбента: частицы размером 1, 2 и 3 мм. При неизменном времени контакта (15 минут) были получены данные, позволившие ранжировать фракции по их сорбционной активности. Полученная зависимость послужила основой для вычисления степени очистки. Кривая, описывающая изменение степени извлечения никеля во времени (рис. 1), наглядно иллюстрирует скорость протекания сорбционных процессов на выбранном материале.

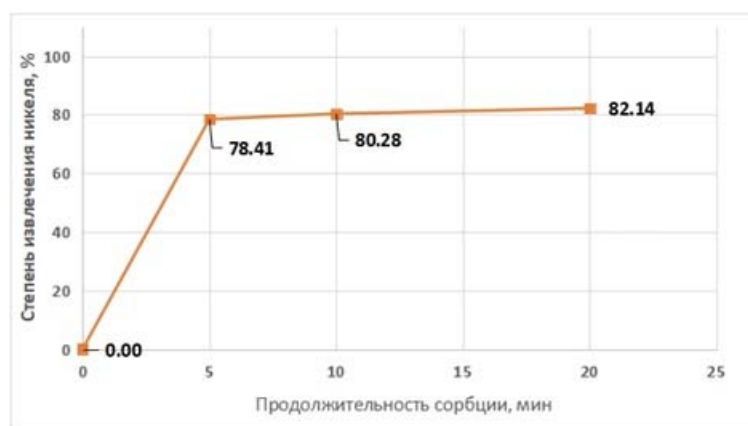


Рис. 1. Зависимость степени извлечения ионов Ni^{2+} от продолжительности контакта с брикетированным торфом

В результате выполненных исследований установлено, что измельченный брикетированный торф является эффективным сорбентом для извлечения ионов никеля из водных сред. Степень очистки зависит от гранулометрического состава и времени сорбции, что позволяет подбирать режимы обработки в зависимости от требуемого качества очистки. Полученные данные обосновывают перспективность использования отходов торфобрикетного производства в природоохранных технологиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шибека, Л.А. Очистка сточных вод от ионов никеля / Л.А. Шибека // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 24-26 ноября 2010. Минск: БГТУ, 2010. Ч. 2. С. 412-415.
2. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2024 г.). Мн., Минприроды Республики Беларусь, Минздрав Республики Беларусь.
3. Житенев, БН. Исследование сорбционных свойств брикетированного торфа для очистки сточных вод от ионов цинка / Б.Н. Житенев, Д.Д. Сенчук // Вестник Брестского государственного технического университета. 2025. № 1 (136). С. 149–158.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Сидякин Д.Н. (356М)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИП Кокунько И.Н.
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

Рассмотрены проблемы обеспечения устойчивости строительной техники при устройстве свайных фундаментов на слабых водонасыщенных грунтах. Установлены способы организации рабочих площадок и выбора технологической последовательности работ. Обоснована необходимость индивидуального подхода к проектированию производства работ с учетом изменчивости физико-механических свойств грунтов под динамическими воздействиями.

Ключевые слова: свайные фундаменты, слабые грунты, строительная техника, устойчивость площадки, технологические решения, слабые водонасыщенные грунты.

При возведении зданий и сооружений на площадках, сложенных слабыми водонасыщенными грунтами, особую сложность представляет организация производства свайных работ. Физико-механические характеристики таких грунтов отличаются высокой чувствительностью к внешним воздействиям. Большая масса сваебойного оборудования зачастую не позволяет выполнять непосредственную функцию без дополнительных мер. Вибрационные и динамические нагрузки от работы сваебойного оборудования способны вызывать резкое снижение прочностных свойств основания, что приводит к потере устойчивости тяжелой техники, просадкам опорных элементов и нарушению точности погружения свай [1].

Общего технологического решения для подобных условий не существует. Каждая строительная площадка требует тщательного изучения инженерно-геологических условий, так как свойства грунтов могут существенно различаться даже в пределах одного участка [2]. При этом необходимо учитывать, что в процессе производства работ характеристики основания могут меняться под воздействием техногенных факторов. Следовательно, выбор технологии должен базироваться на детальной оценке мощности слабого слоя, глубины залегания грунтовых вод и конструктивных особенностей возводимого объекта. Для обеспечения устойчивости строительной техники при устройстве свайного поля был выведен эффективный комплекс подготовительных мероприятий. Одним из основных способов является устройство временных рабочих площадок. Технология предусматривает снятие растительного слоя и отсыпку распределяющей подушки из песчано-гравийной смеси с обязательным послойным уплотнением. Данный подход позволяет перераспределить давление от массы оборудования на большую площадь основания и предотвратить локальные просадки или полную потерю устойчивости техники. В

случаях значительной мощности слабого грунта эффективной мерой становится частичная выемка нестабильного слоя с последующей заменой на более прочный материал. Альтернативным решением выступает применение специализированной техники, обладающей низким удельным давлением на грунт. Использование установок с уширенными гусеничными опорами или пневмоколесным ходом позволяет вести работы без капитальной подготовки площадки. В стесненных условиях или при невозможности заезда оборудования в пятно застройки целесообразно применять сваебойные комплексы с удлиненной стрелой, работающие с бровки котлована или с неподготовленной поверхности. При этом необходимо строго контролировать вертикальность погружения и соблюдать последовательность ведения работ, исключаящую нарушение структуры уже сформированного свайного поля [3]. В отдельных случаях рациональным является переход к устройству свай с уровня предварительно подготовленного дна котлована. Данная технология предполагает срезку слабых водонасыщенных грунтов до отметки залегания более плотных слоев основания. После выполнения земляных работ дно котлована планируется и уплотняется тяжелыми трамбовками или катками до достижения коэффициента уплотнения, обеспечивающего проходку тяжелой техники. Забивка свай осуществляется непосредственно с уплотненного дна, что исключает контакт техники с неустойчивыми верхними слоями и минимизирует риск горизонтальных смещений.

Таким образом, обеспечение устойчивости строительной техники при устройстве свайных фундаментов на слабых водонасыщенных грунтах достигается за счет комплексного подхода к организации строительной площадки. Выбор между устройством инвентарных рабочих площадок, применением специализированного оборудования или забивкой свай с уплотненного дна котлована должен определяться результатами инженерных изысканий и проектными параметрами возводимого объекта. Грамотное сочетание технологических мероприятий позволяет гарантировать точность погружения свай, безопасность производства работ и соответствие фундаментов проектным требованиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. М., 2021. 112 с.
2. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1988. 415 с.
3. Прогнозирование надежности строительных конструкций / И.Н. Кокунько, И.А. Капралова, К.В. Маштакова, А.О. Бондарь // Научная весна - 2016: Материалы: Научное электронное издание, Шахты, 20 мая 2016 года. Шахты: Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты, 2016. С. 204-209.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА СОЛОВЕЦКИХ ОСТРОВАХ

Сухопаров В.А. (121108), Оруджова О.Н., к.т.н., доцент (САФУ, ВШЕНИТ)
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Приведены особенности организации строительства на Соловецких островах - объекте Всемирного наследия ЮНЕСКО. Показано, что это сложный многофакторный процесс, где инженерные решения подчиняются историко-культурным ограничениям.

Ключевые слова: организация строительства, проект, проектная документация, ландшафтный вид, историко-культурные ограничения.

Соловецкий архипелаг – уникальная территория, где каждый проект требует баланса между современными задачами, историческим наследием и природой Севера. Статус объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО, суровый климат, удаленность от материка и наслоение исторических эпох формируют особые условия для организации любого строительства. К празднованию 600-летию основания первого монашеского поселения на Соловецком архипелаге, которое состоится в 2029 году, реализуются масштабные проекты [1]. Цель — сохранение культурного и природного наследия островов, а также улучшение социальной и инженерной инфраструктуры архипелага [2]. Так, планируется обновить более 65 сооружений. Правительство РФ выделило в 2025 году на строительство 700 миллионов рублей. В 2019–2023 годах на реставрацию было направлено 2,75 млрд. рублей.

Особенности организации строительства на Соловецких островах:

1. Проект должен учитывать историческую «ландшафтную» привязку застройки, визуальный образ, сформированный веками. Дело в том, что в отличие от многих других русских монастырей, на Соловках не было крестьянских деревень, и первые постройки вне стен монастыря были связаны исключительно с его хозяйственной деятельностью. Новые здания не должны нарушить ландшафтный вид на Соловецкий Кремль.

2. Практически каждый объект строительства должен быть согласован не только с региональными и федеральными органами охраны памятников, но и с Комитетом всемирного наследия ЮНЕСКО. Это требование распространяется на все работы, проводимые в границах территории объекта культурного наследия федерального значения.

3. Зависимость от ограниченного навигационного периода и необходимости завоза материалов в сжатые сроки. Разработка всей проектной документации, включая сложные изыскания, должна быть синхронизирована с навигацией.

4. Необходимость проведения специальных инженерных мероприятий по защите бетонных подземных конструкций от агрессивного и коррозионного воздействия подземных вод, мероприятия по защите территории от подтопления и т.д.

5. Типологическое разнообразие застройки проявляется в разновозрастности и разнородности, что требует от проектировщиков индивидуального подхода к каждому участку и зданию.

6. Сложности при реконструкции: работа с историческими материалами.

7. Транспортная инфраструктура как объект строительства. Для того чтобы строить на Соловецких островах, нужно сначала построить инфраструктуру доставки. Старые причалы не выдерживают современной нагрузки — ни растущего турпотока, ни объемов строительных грузов. Поэтому создание современного пассажирского и грузового причальных комплексов является первоочередной задачей.

8. Экологические ограничения в период строительства: любые работы должны учитывать хрупкую природную среду архипелага. Например, строительство сетей водоотведения включает требования по минимизации ущерба природе - устройство глубоководного выпуска для сохранения водной флоры и фауны, специальные меры при прокладке траншей.

Таким образом, организация строительства на Соловецких островах — это сложный многофакторный процесс, где инженерные решения переплетаются с историко-культурными ограничениями, а логистика подчиняется вызовам северной навигации. Успех возможен только при синхронизации действий проектировщиков, строителей, реставраторов, экологов и контролирующих органов. Опыт Соловецких островов уникален: здесь реализовываются подходы, которые в будущем могут быть применены на других особо охраняемых территориях и объектах наследия. К 2029 году архипелаг должен получить не просто обновленную инфраструктуру, а пример того, как современное строительство может не конфликтовать с историей и природой, а становиться их продолжением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента Российской Федерации от 19.10.2023 № 782 "О праздновании 600-летия основания первого монашеского поселения на Соловецком архипелаге" [Электронный ресурс]. Электрон. дан. [Москва]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310190030>, свободный (Дата обращения: 14.03.2026).

2. Проект «Соловки – 600 лет» - история и будущее архипелага [Электронный ресурс]. Электрон. дан. [Архангельск]: АНО «Дирекция по развитию Соловецкого архипелага». Режим доступа: <https://моисоловки.рф/proyekti-600/>, свободный (Дата обращения: 14.03.2026).

УДК 69:004

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДОРАБОТКИ АРХИТЕКТУРНОЙ ГРАФИКИ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА

Сухопаров В.А. (121108), Оруджова О.Н., к.т.н., доцент (САФУ, ВШЕНИТ)
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

На этапе проектирования строительного объекта нейросети перестали быть экспериментальной технологией и превратились в практический инструмент, который помогает ускорить рутину, найти неочевидные решения и сократить количество ошибок. Приведен пример модели спортивной площадки, выполненной в ArchiCAD и детализированной с помощью JayFlow.

Ключевые слова: архитектурная графика, строительный объект, проектирование, нейросеть, искусственный интеллект.

Ограниченность встроенных библиотек форм и цветов программных пакетов для архитектурного проектирования может приводить к тому, что изображение будет выглядеть шаблонно и непрезентабельно. Для решения данной проблемы требуется загрузка дополнительных библиотечных элементов со сторонних ресурсов. Однако это требует много времени и снижает эффективность работы.

Альтернативным вариантом решения такой проблемы может быть использование искусственного интеллекта. На этапе проектирования строительного объекта искусственный интеллект берет на себя создание множества вариантов, соответствующих заданным параметрам, что позволяет, например, архитектору сосредоточиться на творческой доработке лучших идей, а инженеру решать повседневные задачи, ускоряя работу и снижая нагрузку. Искусственный интеллект эффективно работает на этапе концепции, генерируя общую форму и размеры сооружения, а также варианты фасадов с учетом эстетики и функциональности. Специализированные решения могут предлагать оптимальную расстановку зданий и сооружений, автоматически просчитывая инсоляцию, соблюдение нормативов и другие градостроительные требования [1, 2].

Нейросеть анализирует загруженный рисунок и автоматически повышает реалистичность отдельных элементов, делая это выборочно и точно. Например, искусственный интеллект прорабатывает материалы и текстуру, добавляя глубину поверхностям: кирпичная кладка обретает рельеф, бетон – фактуру, металл — реалистичные блики, а листва на деревьях становится объемной и "живой". При этом изображение остается четким. Нейросеть может изменить стили и выполнить смену окружающей среды, а также выполнить точечное изменение объектов, генерируя новое содержимое, идеально вписывающееся в окружение и сохраняющее архитектуру нетронутой. Алгоритмы автоматически выравнивают яркость, контраст и светотени, делая освещение более естественным без потери деталей в тенях или на свету. Современные нейросети научились аккуратно обрабатывать изображения, не искажая мелкий текст, логотипы и другие значимые элементы. На рис. 1 представлена модель спортивной площадки, выполненная в ArchiCAD. По рисунку видно, что у данной модели есть недостатки, связанные с качеством графического изображения, в частности проблемы с отображением текстур, окружающей среды - отсутствием теней, местности вокруг площадки, неба. Решение данной проблемы возможно с помощью нейросетей - Chat GPT, платформы

JayFlow и другие. На рис. 2 представлена 3D-модель спортивной площадки, выполненная в ArchiCAD, но детализированная и доработанная с помощью платформы JayFlow.



Рис. 1. Модель спортивной площадки, выполненная в ArchiCAD



Рис. 2. 3D-модель спортивной площадки, доработанная с помощью JayFlow

Таким образом, нейросети могут выполнять работу по доработке архитектурной графики на этапе проектирования объекта: шлифовку текстур, цветокоррекцию, повышение резкости и замену фона. Сегодня нейросети не заменяют архитекторов и инженеров, а берут на себя рутину, генерируя идеи и проверяя ошибки, но окончательное решение и ответственность за проект всегда остаются за человеком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gozde O. Interoperability in building information modeling for AECO/FM industry. // Automation in Construction. 2020. - p. 113.
2. Сергиенко, С.А. Критический взгляд на использование нейронных сетей в архитектурном проектировании / С.А. Сергиенко, А.С. Пыжова. [Текст] // Молодой ученый. 2025. № 21 (572). С. 116-120.

УДК 004.832

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАТ-БОТА ДЛЯ АНАЛИЗА ГРУППЫ ФОТОГРАФИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ БЕТОНА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ БИООБРАСТАНИЯ

Тимофеев С.Р. (МТМОЗ-11)

Научный руководитель — д.т.н., доц., проф. кафедры ЕНиТБ Коновалова В.С.
Ивановский государственный политехнический университет

Рассмотрена возможность использования чат-бота Mistral для анализа фотографий бетонных поверхностей с целью выявления на них следов биообрастания. При оценке сразу группы фотографий чат-бот некорректно описывает объекты на снимках, дает неверную характеристику.

Ключевые слова: машинное зрение, нейросетевой анализ изображений, использование чат-ботов, выявление биообрастания.

Нейросетевые чат-боты можно использовать для анализа изображений [1-3], но при этом возникают некоторые трудности. Из доступных бесплатных чат-ботов для анализа фотографий хорошо зарекомендовал себя Mistral (<https://chat.mistral.ai/>) [3]. После бесплатной регистрации в его диалоговое окно можно загрузить до 8 файлов одновременно.

Чат-боту было загружено 5 фотографий бетонных поверхностей с разными видами повреждений (рис. 1), на первом и пятом снимках присутствуют биоповрежденные поверхности бетона. Вместе с фотографиями был задан вопрос: «На каких из этих фотографий есть биообрастание бетона?».



Рис. 1. Группа фотографий, загруженная чат-боту Mistral для анализа

Чат-бот Mistral привел характеристику биообрастания бетона: «обычно проявляется в виде пятен, налёта, изменений цвета или структуры поверхности, вызванных деятельностью микроорганизмов, водорослей, грибов или лишайников». Из этой характеристики следует, по каким параметрам нейросеть будет проводить анализ снимков. Однако, при анализе сразу 5 фотографий чат-бот допустил ошибки и в описании состояния бетонных поверхностей, и в установлении образцов с биообрастанием (рис. 2). Были неверно охарактеризованы типы повреждений, не распознаны кристаллические образования и трещины.

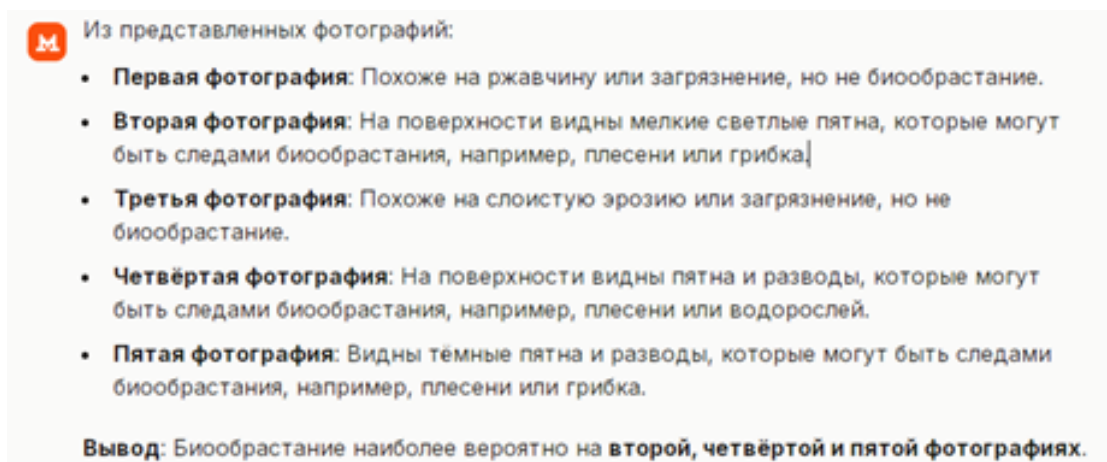


Рис. 2. Ответы чат-бота Mistral при анализе группы фотографий

Уже на данном этапе развития нейросетевых чат-ботов их можно использовать для анализа фотографий, но оценку лучше проводить одного изображения за раз для отслеживания корректности распознавания объектов и правильности результата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брилюк, Д.В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами /Д.В.Брилюк, В.В. Старовойтов. Минск, 2002. 54 с.
2. ImageclassifyingAIChatbot /G.PrithamSriram, S. PrasanaVenkatesh // International Journal of Advanced Research, Ideas and Innovations in Technology. 2021. Vol. 7. Issue 5. Pp.689-693.
3. Применение чат-ботов для оценки гидрофобности поверхности бетона/ В.С.Коновалова, Н.А. Ваганов, Е.М. Спиридонов, Д.Б. Дурсунов // Химия, физика и механика материалов. 2025. № 4 (47). С. 19-37.

УДК 69.002.5

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ОТ ЭКСПЕРИМЕНТА К СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫМ ОБЪЕКТАМ

Тимченко Ар.А., Тимченко Ан.А. (МНС-1-25)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИГСМ Проценко О.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается переход аддитивных технологий от эксперимента к промышленному и социальному строительству.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать в строительстве, центр «Мелля».

Строительная отрасль в XXI веке сталкивается с необходимостью поиска новых технологических решений, способных повысить производительность труда, сократить сроки возведения объектов и снизить себестоимость строительства при сохранении высоких требований к качеству и безопасности. Одним из наиболее перспективных направлений развития отрасли являются аддитивные технологии, известные также как строительная 3D-печать. В России первые эксперименты по созданию жилых объектов с помощью 3D-печати начались в 2017 году, когда компания «Apis Cor» построила в подмосковном Ступино дом площадью 38 квадратных метров [1]. С тех пор технология прошла путь от демонстрационных проектов до создания полноценных социально-значимых объектов. К 2030 году в стране планируется напечатать уже один миллион квадратных метров жилой недвижимости [2].

Наиболее показательным примером, демонстрирующим зрелость технологии и её готовность к масштабному применению, стало строительство общественно-культурного центра «Мелля» в селе Мальбагуш Азнакаевского района Республики Татарстан. Данный объект, возведённый по заказу ком-

пани «Татнефть», вошёл в Книгу рекордов России как самое крупное здание, построенное с применением 3D-печати [3]. Это здание общей площадью более 1600 квадратных метров с высотой стен около 10 метров [4]. Внутреннее пространство включает библиотеку, концертный и спортивный залы, фельдшерско-акушерский пункт (ФАП), почтовое отделение и административные помещения. Такое функциональное насыщение делает центр важным социальным объектом для сельского поселения. Уникальность проекта заключается не только в масштабах, но и в технологической организации строительства. Архитектурная форма здания включает плавные закруглённые очертания, которые в традиционном строительстве потребовали бы сложной и дорогостоящей опалубки. Аддитивная технология позволила реализовать сложные криволинейные поверхности без дополнительных конструктивных элементов. В процессе печати участвовали три строительных принтера, работавших одновременно. Такое решение было обусловлено необходимостью соблюдения сроков строительства и особенностями геометрии объекта. Всё здание было разделено на три уровня, каждый из которых включал девять самостоятельных печатных ячеек [4]. Общее время печати стен составило более 500 часов, а полная подготовка проекта, включая проектирование и испытания материалов, заняла около двух лет [5].

Ключевым фактором успеха аддитивного строительства является разработка специальных строительных смесей, которые должны одновременно обладать высокой текучестью для прохождения по шлангам насосного оборудования и способностью быстро набирать прочность для устойчивости последующих слоёв. Для возведения центра «Мелля» использовалось около 440–500 тонн специальной смеси, разработанной с учётом требований к прочности, морозостойкости и экологической безопасности [3]. Инновационным решением стало добавление в состав смеси натуральных волокон, включая компоненты из растения мискантус и промышленной конопли [5]. Такое решение позволило:

- повысить прочностные характеристики готовых стен;
- сократить расход традиционного цемента практически в два раза;
- снизить экологический след строительства за счёт использования возобновляемых компонентов.

Применение природных волокон в составе строительных смесей для 3D-печати является перспективным направлением, активно развиваемым российскими исследователями, в том числе учёными Томского государственного архитектурно-строительного университета, разработавшими составы с использованием промышленных отходов [6]. Важной составляющей проекта стало участие в строительстве студентов Альметьевского политехнического техникума. 18 молодых специалистов прошли специальное обучение и первыми в России получили квалификацию операторов строительного 3D-принтера [3]. Это открывает новые перспективы для системы профессионального образования, которая должна оперативно реагировать на появление новых технологий и формировать соответствующие компетенции.

Подготовка кадров для аддитивного строительства ведётся и в высшей школе. В Татарстане на базе Казанского технического университета имени А.Н. Туполева реализуются образовательные программы по аддитивным технологиям, планируется создание специализированного инжинирингового центра. Высшая школа нефти запустила проект по восстановлению деталей для нефтегазовой отрасли с помощью 3D-печати [4]. Проект общественно-культурного центра «Мелля» имеет значение, выходящее далеко за рамки регионального эксперимента. Его реализация продемонстрировала:

- готовность технологии к созданию крупных социальных объектов. Площадь здания, его функциональная сложность и требования к эксплуатационной надёжности сопоставимы с объектами, возводимыми традиционными методами.

- экономическую эффективность. Отсутствие необходимости в сложной опалубке, снижение трудозатрат (управление принтером осуществляют 2–3 оператора) и сокращение сроков строительства создают предпосылки для снижения стоимости возведения объектов.

- экологическую безопасность. Использование смесей с натуральными компонентами и сокращение расхода цемента — одной из наиболее энергоёмких составляющих строительства — снижают углеродный след здания.

Опыт Татарстана активно тиражируется. В республике уже реализован проект по созданию микрорайона из 34 домов в селе Айша Зеленодольского района, где с помощью 3D-печати были возведены наружные стены [2]. На сайте для инвесторов представлен проект по созданию высокоавтоматизированного производства для 3D-печати малых архитектурных форм (скамейки, вазоны), строительных элементов для индивидуального жилищного строительства и арт-объектов [4]. Промышленные предприятия, такие как КАМАЗ, применяют 3D-печать для изготовления литейных форм, что позволяет существенно снизить издержки производства [4]. В ближайших планах — создание в Казани инжинирингового центра по роботизации и 3D-печати в строительстве, который займётся не только возведением объектов, но и производством строительных смесей для Поволжья и всей России, а также подготовкой специалистов совместно с КГАСУ и профильными колледжами [4].

Строительство общественно-культурного центра «Мелля» стало важным этапом в развитии аддитивных технологий в России. Объект, вошедший в Книгу рекордов России, наглядно демонстрирует, что 3D-печать перестала быть лабораторным экспериментом и превратилась в полноценную строительную технологию, способную решать задачи промышленного и социального строительства. Реализация проекта подтвердила эффективность использования трёх принтеров для возведения крупных объектов, целесообразность применения биокompозитных материалов для повышения экологичности и прочности конструкций, а также необходимость системной подготовки кадров для новой отрасли [4]. Опыт, полученный при создании центра «Мелля», закладывает основу для более широкого применения 3D-печати — от частных домов до социальных и промышленных объектов. Это особенно акту-

ально для удалённых и малонаселённых территорий, где традиционные методы строительства оказываются затратными и трудоёмкими. Дальнейшее развитие отрасли будет связано с совершенствованием нормативной базы, разработкой новых материалов и интеграцией 3D-печати в систему информационного моделирования зданий (BIM).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адамцевич, А. Можно ли напечатать дом: технологии, которые меняют недвижимость / А. Адамцевич // РБК Тренды. 2025. Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/68063a3b9a7947d3a97ff00f> (Дата обращения: 19.02.2026).
2. 3D-печать в строительстве. 2025. 23 сент. Режим доступа: <https://www.tn.ru/journal/3d-pechat-v-stroitelstve-opyt-i-primery-ispolzovaniya/> (Дата обращения: 19.02.2026).
3. Информационное моделирование в строительстве: учебное пособие / под ред. А.В. Гинзбурга. М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2024. 320 с.
4. Открывая новые возможности: 3D-печать трансформирует подход к проектированию зданий // Строительная газета. 2025. 4 сент. Режим доступа: <https://stroygaz.ru/publication/materials/otkryvaya-novye-vozmozhnosti-3d-pechat-transformiruet-podkhod-k-proektirovaniyu-zdaniy/> (Дата обращения: 19.02.2026).
5. Томские ученые разработали экологичный материал для 3D-печати многоэтажек // Национальные проекты РФ. 2025. Режим доступа: <https://национальныепроекты.рф/news/tomskie-uchenye-razrabotali-ekologichnyy-material-dlya-3d-pechat-mnogoetazhek/> (Дата обращения: 19.02.2026).
6. Открывая новые возможности: 3D-печать трансформирует подход к проектированию зданий // Строительная газета. 2025. 4 сент. Режим доступа: <https://stroygaz.ru/publication/materials/otkryvaya-novye-vozmozhnosti-3d-pechat-transformiruet-podkhod-k-proektirovaniyu-zdaniy/> (Дата обращения: 19.02.2026).

УДК 69.002.5

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДХОДОВ К ВОЗВЕДЕНИЮ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Тимченко Ар.А., Тимченко Ан.А. (МНС-1-25)
Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИГСМ Проценко О.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается современное состояние и перспективы применения аддитивных технологий (строительной 3D-печати) в строительной отрасли.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать в строительстве, строительные материалы, цифровизация строительства, BIM-технологии, ресурсосбережение.

Строительная отрасль в XXI веке сталкивается с рядом проблем, таких как дефицит квалифицированных кадров, низкая производительность труда,

необходимость снижения стоимости возведения жилья [1]. Традиционные методы строительства зачастую не позволяют быстро и экономично реализовывать сложные архитектурные проекты. Решением может стать активное развитие аддитивных технологий — процесса послойного создания физических объектов на основе цифровой 3D-модели. Технология 3D-печати является наглядной демонстрацией того, как классические методы проецирования и современные цифровые инструменты объединяются для создания инновационных конструкций [1,2]. В строительстве эта технология, известна как «строительная 3D-печать», и за последнее десятилетие прошла путь от экспериментальных образцов до реальных жилых домов и инфраструктурных объектов [1,2].

Процесс начинается с разработки детальной трёхмерной модели здания. Для этого используются специализированные системы автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяют создавать не просто геометрию, но и информационную модель здания (BIM), содержащую данные о материалах, конструкциях и инженерных системах. Модель создается с учетом возможностей 3D-принтера. Важное требование чтобы модель была "замкнутой", то есть не имела дыр и разрывов в поверхностях, что критично для правильной печати. Подготовка информации — это сложный инженерный процесс, гарантирующий, что "цифровой чертеж" будет правильно понят и реализован строительным принтером. После завершения проектирования для подготовки к печати CAD-модель конвертируется в управляющий код (G-code), который содержит информацию о траектории движения сопла, скорости подачи смеси и толщине слоя [3]. Выбор и разработка материалов для 3D-печати также связаны с компьютерным моделированием. Современные программные комплексы позволяют прогнозировать поведение бетонной смеси под нагрузкой, учитывая реологические свойства (текучесть, скорость схватывания) [4].

Ключевую роль в развитии технологии играет материаловедение и в России ведутся активные разработки в этой области. Например, ученые ТГАСУ создали состав для печати с добавлением промышленных отходов, параметры которого были оптимизированы с помощью цифрового моделирования, по прочности не уступающий традиционному бетону, но превосходящий его по экологичности [4].

Экономическая целесообразность 3D-печати складывается из нескольких факторов:

- Снижение трудозатрат. Для управления принтером достаточно двух операторов, что критически важно в условиях кадрового голода.
- Скорость строительства. Возведение 100 квадратных метров стен занимает около 100 часов [4].
- Экономия материалов. Использование топологически оптимизированных структур (пустотелых, с заполнением утеплителем) позволяет сократить расход бетона до 60% по сравнению с монолитными,

- Отсутствие опалубки. Стоимость возведения стен может быть снижена на 50% и более, особенно при сложных архитектурных формах [2].

Россия входит в число мировых лидеров по развитию аддитивных строительных технологий. В 2024 году уже введен в эксплуатацию первый объект, прошедший государственную экспертизу — общественно-культурный центр «Мелля» в Республике Татарстан [2, 5]. Среди знаковых проектов и первый жилой дом в Ярославле, где были официально прописаны жильцы, и объекты, построенные за полярным кругом [2]. К 2030 году планируется с помощью 3D-печати возводить не менее 1 млн кв. м жилья в год [5]. Аддитивные технологии в строительстве предлагают практическое решение проблемы низкой производительности труда, позволяют создавать энергоэффективные здания сложных форм с минимальным воздействием на окружающую среду. Дальнейшее развитие отрасли будет связано с интеграцией 3D-печати в систему информационного моделирования зданий (BIM), совершенствованием нормативной базы и разработкой новых композитных материалов [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новые разработки в области 3D печати представлены в НИУ МГСУ // Ассоциация развития модульного строительства. 2025. 23 сент. Режим доступа: <https://modstroir.ru/post/xuxtkgp2e1-novie-razrabotki-v-oblasti-3d-pechati-pr> (Дата обращения: 19.02.2026).
2. Адамцевич, А. Можно ли напечатать дом: технологии, которые меняют недвижимость / А. Адамцевич // РБК Тренды. 2025. Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/68063a3b9a7947d3a97ff00f> (Дата обращения: 19.02.2026).
3. Информационное моделирование в строительстве: учебное пособие / под ред. А.В. Гинзбурга. М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2024. 320 с.
4. Разработка составов для 3D-печати с использованием техногенных отходов // Строительные материалы. 2025. № 7. С. 32-37.
5. Открывая новые возможности: 3D-печать трансформирует подход к проектированию зданий // Строительная газета. 2025. 4 сент. Режим доступа: <https://stroygaz.ru/publication/materials/otkryvaya-novye-vozmozhnosti-3d-pechat-transformiruet-podkhod-k-proektirovaniyu-zdaniy/> (Дата обращения: 19.02.2026).

УДК 004.896

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Тимченко Ан.А., Тимченко Ар.А. (МНС-1-25)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИГСМ Проценко О.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается использование искусственного интеллекта в инженерном проектировании.

Ключевые слова: инженерное проектирование, искусственный интеллект.

Сегодня искусственный интеллект (ИИ) рассматривается как технология, способная произвести трансформацию инженерного дела, сопоставимую по масштабу с внедрением компьютерного проектирования во второй половине XX века. Традиционные методы проектирования, даже с использованием передовых систем автоматизированного проектирования (САПР) и топологической оптимизации, остаются трудоемкими и в значительной степени зависящими от опыта и интуиции проектировщика [1].

В настоящее время использование искусственного интеллекта в инженерном проектировании уже переходит от стадии экспериментов к практическому внедрению. Одним из важнейших направлений применения нейронных сетей в инженерной сфере является улучшение и оптимизация процесса проектирования. ИИ способен анализировать большое количество проектных вариантов, оценивать их эффективность и определять наиболее оптимальные решения. Нейросеть облегчает выполнение задач с помощью таких составляющих как генеративное проектирование и оптимизация проектных параметров. Генеративное проектирование представляет собой метод, при котором нейросеть автоматически создаёт множество вариантов конструкции на основе заданных параметров и ограничений. Инженер же определяет основные требования, например, габариты, используемые материалы и предполагаемые нагрузки. После этого нейросеть формирует различные проектные решения, оптимизируя их по выбранным критериям, таким как масса, прочность, стоимость производства [2].

Оптимизацию проектных параметров в проектировании нейросеть применяет на основе анализа большого числа факторов. Например, при разработке сложных инженерных систем, таких как системы отопления или вентиляции, нейросеть может рассматривать различные конфигурации и выбирать наиболее эффективный вариант с точки зрения энергопотребления и затрат [2, 3]. На разных стадиях проектного цикла реализуются различные модели взаимодействия человека и ИИ [2]. Ассистирующая модель взаимодействия предполагает, что искусственный интеллект выступает в роли помощника человека, выполняя различные задачи по обработке больших объемов информации, сбору данных и их систематизации, выявлению закономерностей. ИИ-ассистенты анализируют техническую документацию, проверяют расчеты или находят ошибки в проекте, чем облегчают работу проектировщика, повышая скорость и точность выполнения проекта [3]. Ассистирующая модель направлена на повышение эффективности работы человека, но не заменяет его полностью. Окончательное решение принимает специалист, используя рекомендации ИИ только как дополнительный инструмент [3].

Генеративная модель взаимодействия предполагает более значительную роль искусственного интеллекта в процессе инженерного проектирования. В данном случае ИИ формирует новые варианты технических решений на основе заданных параметров и ограничений. К таким параметрам могут относиться габариты, допустимые нагрузки, типы материалов, условия эксплуатации, а также ограничения по стоимости производства. После задания этих

исходных условий ИИ автоматически создаёт большое количество возможных вариантов конструкции [2,4]. Преимуществом такой модели взаимодействия является способность алгоритмов рассматривать значительно больше комбинаций параметров, чем это способен сделать человек. Благодаря этому удаётся находить нестандартные, а иногда и неожиданно эффективные конструктивные решения. Генеративный подход широко применяется при разработке архитектурных объектов и других сложных технических систем. В рамках этой модели искусственный интеллект выступает в роли партнёра-инженера, предлагая новые идеи и варианты конструкций, которые затем анализируются и уточняются специалистом [4]. Предиктивно-оптимизационная модель взаимодействия человека и ИИ основывается на способности искусственного интеллекта прогнозировать поведение инженерных систем и определять наиболее эффективные параметры их работы, уделяя основное внимание анализу данных и совершенствованию уже существующих решений. Например, при проектировании промышленного оборудования нейросеть может анализировать данные о нагрузках, температурных условиях, уровне износа деталей и других эксплуатационных параметрах. Используя эту информацию, система способна заранее прогнозировать возможные неисправности или снижение производительности оборудования. Это позволяет инженерам своевременно внести изменения в конструкцию или скорректировать режимы работы техники [4]. Особенность данной модели заключается в том, что искусственный интеллект не только анализирует текущие данные, но и формирует рекомендации на основе прогнозирования будущих результатов. Это делает процесс проектирования более точным и позволяет заранее учитывать возможные риски и ограничения [2,4]. Так, ассистирующая модель ориентирована на поддержку инженера и облегчение работы с информацией, генеративная модель позволяет автоматически создавать большое количество вариантов проектных решений, а предиктивно-оптимизационная модель, помогает прогнозировать работу технических систем и подбирать наиболее эффективные параметры их функционирования [4].

Таким образом, применение этих модели взаимодействия человека и ИИ существенно повышает результативность проектирования и способствует разработке более надёжных и инновационных инженерных решений [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс, 2021. 1136 с.
2. Иэн Гудфеллоу, Йошуа Бенджио, Аарон Курвиль. Глубокое обучение. М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с.
3. Андрей Карпати. Основы нейронных сетей и их применение в инженерии. М.: Техносфера, 2021. 121 с.
4. Интеллектуальные системы в инженерном проектировании / под ред. А. Н. Петрова. М.: Машиностроение, 2019. 186 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Хамиди С. А. (2-СТФ-24СТФ-102М)

Научный руководитель — к.э.н., доц. кафедры СИТЭЗиС Гужова О.А.

Строительно-технологический факультет

Самарский государственный технический университет

В ходе исследования изучены научные публикации, представленные по результатам исследований специалистов в области сейсмического воздействия на объекты. Рассмотрены инженерные способы защиты зданий от землетрясений: расчетное проектирование по СП 14.13330.2018, усиление несущей схемы, базовая сейсмоизоляция, демпфирование и мониторинг. Сравнение выполнено с позиции технической экспертизы и стоимостного инжиниринга. Указаны особенности использования расчетной модели.

Ключевые слова: сейсмостойкость, сейсмоизоляция, демпферы, техническая экспертиза, здания.

Сейсмическая защита здания начинается с оценки площадки, расчетной сейсмичности, грунтовых условий и конструктивной схемы. СП 14.13330.2018 распространяет требования на проектирование зданий и сооружений на площадках с расчетной сейсмичностью 7–9 баллов [1]. Для стоимостного инжиниринга это означает необходимость сравнить не только первоначальные затраты, но и стоимость обследования, ремонта и последующего контроля.

В современной практике применяются четыре основные группы решений. Первая связана с повышением пространственной жесткости: диафрагмы, связи, замкнутые пояса, надежные узлы сопряжения колонн, стен и плит. Такой способ понятен при экспертизе, однако рост массы здания увеличивает инерционные усилия. Обзор Бубиса и Афанасьевой показывает, что методы снижения сейсмического воздействия включают антисейсмические швы, демпферы, кинематические основания и эластомерные опоры [2]. Базовая сейсмоизоляция отделяет надземную часть здания от грунтового движения через резинометаллические, свинцово-резиновые или скользящие опоры. В статье Левинскова и Пугача приведены расчетные данные: резинометаллические опоры в отдельных случаях снижали усилия в конструкциях на 56,5 %, а перемещения верха здания — до 45 % [3]. При экспертизе такой системы проверяются ресурс эластомера, пожарная защита, доступность опорного уровня и предельные перемещения. Демпферы рассеивают часть энергии колебаний за счет вязкого сопротивления, трения или пластического деформирования металла. Зыбин, Попов и Сорокина выделяют жидкостные, твердые вязкоупругие, металлические вязкотекучие и фрикционные демпферы [4]. Эти устройства целесообразны для каркасных зданий и реконструкции, когда усиление всей несущей схемы приводит к чрезмерным затратам.

Сравнение инженерных методов сейсмозащиты

Метод	Инженерный эффект	Риск для экспертизы
Жесткая схема	Снижение перекосов этажей	Рост массы конструкций
Сейсмоизоляция	Снижение ускорений	Контроль ресурса опор
Демпферы	Рассеивание энергии	Проверка креплений
Мониторинг	Фиксация повреждений	Качество датчиков и модели

Расчетная модель должна учитывать массу перекрытий, работу диафрагм, податливость основания и нерегулярность по высоте. В исследовании бетонного каркаса 2024 года сейсмоизоляция рассматривается как способ снижения повреждаемости рамной системы при сохранении несущей функции [5]. Поэтому экспертное заключение должно опираться на сравнение исходной и защищенной моделей.

Наиболее устойчивый результат дает сочетание расчетной проверки, конструктивной простоты и контроля после сейсмического события. Для нового строительства рациональны базовая сейсмоизоляция и заранее предусмотренные демпферы. Для существующих зданий чаще применяются локальное усиление узлов, фрикционные демпферы и инструментальный мониторинг. Таким образом, можно сделать вывод о том, что выбор метода должен подтверждаться расчетом, обследованием материалов и оценкой затрат жизненного цикла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* : с изм. № 2–4. М. : ФГБУ «РСТ», 2024. 158 с.
2. Зыбин И.К., Попов А.О., Сорокина Е.Н. Применение демпферов для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2022. № 4. С. 123–128.
3. Левинсков К.Е., Пугач Е.М. Особенности применения технологий строительства сейсмостойких зданий // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № 2. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/67SAVN224.pdf> (Дата обращения: 20.04.2026).
4. Бубис А.А., Афанасьева Я.В. Обзор основных исторических методов, применяемых для снижения эффекта сейсмического воздействия в мировой практике // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2024. № 6. С. 11–25. DOI: 10.37153/2618-9283-2024-6-11-25.
5. Энсебеков А.Э., Алиева Д.К., Кыдырова Ж.Д., Сулайманов Э.К. Исследование сейсмостойкости и метода сейсмоизоляции из бетонной каркасной конструкции // Architecture, Construction and Design. 2024. Т. 1. № 1. С. 106–114.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В СФЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ

Худякова Е.А. (2-СТФ-24СТФ-102М)

Научный руководитель — к.э.н., доц. кафедры «Стоимостной инжиниринг и техническая экспертиза зданий и сооружений» Гужова О.А.

Самарский государственный технический университет

Исследование анализирует импортозависимость в строительстве и ЖКХ РФ, фокусируясь на отделочных и конструкционных материалах. Критически оценены меры импортозамещения, включая цифровой Каталог. Выявлены его недостатки: ограниченный охват и отсутствие унифицированной методики подбора аналогов. Предложена концепция блок-схемы для оптимизации выбора импортозамещающих материалов.

Ключевые слова: импортозамещение, строительные материалы, жилищно-коммунальное хозяйство, цифровой каталог, отделочные материалы, конструкционные материалы, блок-схема выбора

Для успешной модернизации строительной отрасли и ЖКХ России критически важно обеспечить импортозамещение. Это предполагает системную замену импортных строительных материалов, конструкций, оборудования, комплектующих и запчастей отечественными аналогами.

Согласно п. 6.2 ГК РФ: «в целях обеспечения безопасности зданий, сооружений в процессе их эксплуатации должны обеспечиваться техническое обслуживание зданий, сооружений, эксплуатационный контроль, текущий ремонт зданий, сооружений» [1]. Исходя из этого, при выборе любого материала, особенно отечественного аналога, первостепенной задачей является обеспечение полного соответствия проектным эксплуатационным характеристикам конструкций. Министерство строительства и ЖКХ РФ, проведя анализ, пришло к выводу, что при осуществлении политики импортозамещения именно производство отделочных и конструкционных материалов оказалось наиболее уязвимым и зависимым от импорта [2]. Зависимость таких материалов можно наблюдать на рис. 1.



Рис. 1. Зависимость отделочных и конструкционных материалов от импортозамещения

Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ) запустило цифровую платформу "Каталог импортозамещающих строительных материалов и оборудования". Цель проекта — оперативно предоставить строительной отрасли

доступ к российским аналогам импортных стройматериалов и инженерных систем, создав для этого централизованную и открытую базу данных. На текущий момент каталог содержит ограниченное количество ключевых строительных материалов, определяющих ценообразование. Более того, отсутствие четкой методики подбора аналогов существенно усложняет процесс поиска подходящих альтернативных решений. Для решения проблемы создана блок-схема алгоритма (рис. 2) по выбору импортозамещающих стройматериалов. Методика систематизирует поиск и оценку, восполняя пробел в каталогах.

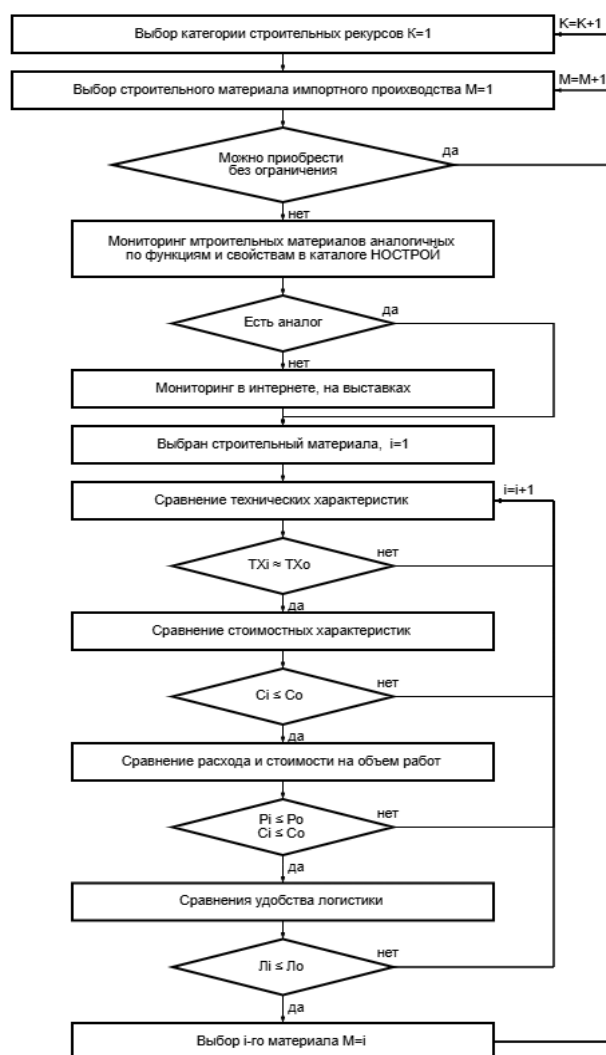


Рис. 2. Блок-схема выбора строительных материалов

Данная Блок-схема оптимизирует выбор импортозамещающих материалов, ускоряя строительство и снижая затраты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 29 декабря 2025 года).
2. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.minstroyrf.ru/> (Дата обращения: 18.05.2026)

ВЛИЯНИЕ СМАЗКИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СРОК СЛУЖБЫ ТАЛЕВОГО КАНАТА

Чикая Ясинт З.Е., (СМ-9-24), Оглы А.А., (СМ-9-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры НГС Буров А.М.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Выполнен анализ напряженного состояния талевого каната при работе на шкивах буровой лебедки. Показали определяющее влияние циклических изгибающих напряжений на усталость металла проволоки и срок службы каната. Расчетами доказано, что снижение величины изгибающих напряжений и повышение срока службы зависит от типа смазки и способа ее нанесения.

Ключевые слова: талевый канат, срок службы, циклические напряжения, усталостный износ проволоки, проникающая смазка,

При бурении и спуско-подъемных операциях, талевый канат находится в сложном напряженном состоянии под действием растягивающих, изгибающих напряжений и напряжений кручения и выходит из строя в результате усталостного разрушения проволок.

За количественную меру долговечности для талевого каната принимается срок службы. Прогнозировать срок службы предлагается путем, анализа количественного соотношения величины напряжений и числа циклов в производстве параметров кривой усталости - амплитудных напряжений в наружном слое каната и числом циклов до его разрушения [1,2].

$$\sigma_0^m \cdot N_0 \geq \sum (\sigma_p + \sigma_u + \tau_k)_i^m \cdot N_i \quad (1)$$

где σ_0 , σ_p , σ_u , τ_k - амплитудные напряжения в наружном слое i -го уровня соответственно; суммарные; растягивающие; изгибающие; кручения; $m \sim 1.7$ – показатель степени кривой усталости каната; N_0 - число циклов колебаний напряжений наружного слоя; N_i – число циклов колебаний на i -том уровне.

В настоящее время, наибольшее применение получили канаты с металлическим сердечником, изготавливаемые по ГОСТ 16853-88 из стальной проволоки с пределом прочности 1600-1800 МПа типа ЛК-РО способом крестовой свивки [2,3]. При данном способе, при определенном выборе технологических параметров свивки прядей из проволоки и каната из прядей, можно добиться полного устранения крутящего момента упругой отдачи [4], а следовательно свести к минимуму напряжения кручения.

Величина растягивающих напряжений в канате оценивается по растягивающей нагрузке в тяговой струне при спуско-подъемных операциях. Конструкция ручьев блоков должна обеспечивать равномерное распределение растягивающей нагрузки на витки, что обеспечивается оптимальным соотношением между радиусом канавки и диаметром каната [3]. В этом случае величина напряжений растяжения будет минимальной и согласно выражению (1),

срок службы увеличится. Циклические изгибающие напряжения, оказывают определяющее влияние на усталость металла проволок. Величина напряжений зависит от качества используемых смазочных материалов, а также методов их нанесения [5]. Смазка стальных канатов должна преследовать две цели: – уменьшение трения между трущимися поверхностями отдельных элементов каната при эксплуатации и предохранять от воздействия коррозии; – защищать канат от попадания в него посторонних элементов всех видов как твердых и жидких, так и газообразных. При отсутствии смазки в прядях, проволоки каната- δ , работают как прутки диаметром - $d_{пр} = d_k$. При таких условиях работы, модуль продольной упругости каната в целом – E_k , по данным работ [1,2], ниже модуля упругости материала проволок на 88÷61%. Тогда, например, изгибные напряжения прутка каната для талевой системы с диаметром шкивов - $D_{ш}=1000$ мм, диаметром каната - $d_k = 35$ мм и диаметром проволоки - $\delta=2,2$ мм определяются выражением:

$$\sigma_u = \frac{d_{пр} \cdot E_k}{D_{ш} + 2d_{пр}} = \frac{35 \cdot (1,8...1,2) \cdot 10^5}{1000 + 2 \cdot 35} = 5757...3958 \text{ МПа}$$

что превышает предел текучести материала проволоки и прочности. При использовании проникающей смазки, силы трения между проволоками в прядях минимальна и каждая проволока работает как при чистом изгибе. Тогда изгибающие напряжения в наружных проволоках определяются выражением:

$$\sigma_u = \frac{\delta \cdot E}{D_{ш} + 2d_k} = \frac{2,2 \cdot 2,06 \cdot 10^5}{1000 + 2 \cdot 35} = 424 \text{ МПа}$$

что меньше предела текучести и пропитанный канат работоспособен.

Выводы: 1 - расчетами доказано влияние смазки на величину циклических изгибающих напряжений в талевом канате; 2 - пропитанный смазкой канат обеспечивает минимальные изгибные напряжения, в результате прогнозируется повышение срока службы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудаков Г.М., Иванов М.Г. Работоспособность талевых канатов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. М.:ОАО«ВНИИОЭНГ», 2014. №2. С.7-10.
2. Ефимченко С. И. Расчеты ресурсов несущих элементов буровых установок. М.: ФГУП «Изд-во «Нефть и газ» РГУ им. И.М.Губкина, 2012. 328с.
3. Кошкин А.П., Трифанов Г.Д. Канаты для подъемных установок. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 107 с.
4. Мамаев Ю.Д., Даненко В.Ф. Производство и эксплуатация стальных канатов // Монография. Волгоград: ИУИЛ ВолгГТУ, 2010. 212 с.
5. Кадыков А. А. Разновидности и влияние смазки на работу талевой системы буровой установки. Международный научный журнал «Вестник науки». Тольяти 2024. № 5.(74).Т3. С1405-1411.

СИСТЕМА ПРОТИВООБЛЕДЕНЕНИЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРЕЮЩИХ КАБЕЛЕЙ

Юзабчук Д.А. (МДС-25-01)

Галимнурова О.В., к.т.н., доцент кафедры АДМ

Урманшина Н.Э., к.т.н., доцент кафедры АДМ

Архитектурно-строительный институт

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Рассмотрен метод борьбы с обледенением мостовых конструкций с использованием греющих кабелей.

Ключевые слова: мостовые конструкции, греющие кабели, система противообледенения.

Обледенение мостовых конструкций – серьезная проблема, угрожающая безопасности движения и целостности сооружений [1]. Эффективность традиционных реагентов против гололёда нивелируется совокупностью негативных факторов: экологическим загрязнением, коррозионным воздействием на конструкции и высокой ресурсоёмкостью технологии. Альтернативное решение – системы электрообогрева на основе греющих кабелей, обеспечивающие локальный подогрев критических зон моста.

Рассмотрим системы электрообогрева с применением резистивных и саморегулирующихся кабелей. Выбор кабеля зависит от функционального назначения зоны моста и условий эксплуатации [2]. Равномерная теплоотдача по всей длине – ключевое преимущество резистивных кабелей. Благодаря постоянному сопротивлению они обеспечивают стабильный обогрев зон с равномерной нагрузкой, будь то пешеходные дорожки или проезжие части. Однако они требуют точного расчета длины секции и не допускают пересечений, их обязательно используются с терморегуляторами. Благодаря динамической регулировке теплоотдачи в зависимости от температуры окружающей среды саморегулирующиеся кабели устойчивы к локальным перегревам. Их целесообразно применять в зонах с неоднородными условиями – например, в водоотводных лотках, у опорных конструкций и на деформационных швах. Кроме того, они менее требовательны к точности монтажа. Оптимальная система противообледенения подбирается индивидуально – на основе поставленных задач и результатов технико-экономического анализа.

При монтаже [3] на проезжей части греющий кабель размещают по схеме «змейка» с шагом 20–30 см равномерно распределяет тепло, глубина 3–5 см защищает кабель и сохраняет эффективность теплопередачи, а мощность 250–350 Вт/м² гарантирует таяние льда без лишних затрат. Кабель под проезжей частью требует обязательной защиты поверху арматурной сеткой для защиты кабеля. Для обогрева тротуаров кабель укладывается параллельно движению с шагом 15–25 см, и удельной мощностью обогрева 200–250 Вт/м². Также выполняется защита из слоя песка 2–3 см, с последующей укладкой

тротуарной плитки. В водоотводных лотках выполняется спиральная намотка внутри лотка с плотностью: 5–7 витков/м и удельной мощностью обогрева 30–50 Вт/м кабеля. При устройстве используют хомуты для закрепления витков к стенкам лотка.

Требования [3] задают чёткие рамки монтажа греющих кабелей. Плавные повороты без острых углов исключают механические повреждения. Термоусадочные муфты создают герметичные соединения. Сигнальная лента над кабелем служит визуальным индикатором его расположения при дорожных работах. Контроль сопротивления изоляции до и после укладки гарантирует соответствие электротехнических параметров нормам. В составе автоматизированного комплекса [4] системы греющих кабелей входят: датчики температуры и влажности - собирают данные о текущем состоянии покрытия, метеостанция - информирует о внешних условиях, программируемый контроллер - анализирует риски обледенения, а исполнительные реле выполняют команды, коммутируя питание греющих секций только при реальной необходимости. Благодаря автоматизации достигается трёхкратный эффект: экономия энергии до 60 % против постоянного подогрева, защита покрытия от термических повреждений и возможность удалённого отслеживания нагрева через GSM-модуля.

Система противообледенения с греющими кабелями – современное, экологичное и экономически выгодное решение. Внедрение данных систем наиболее оправдано на мостах, расположенных в зонах с высокой частотой переходов температуры через 0, и на территориях с природоохранным режимом, где применение химических противогололёдных средств запрещено действующими экологическими нормативами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 35.13330 «Мосты и трубы» (актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*) /Минстрой России. М.: ФГУП «НТИЦ Строительство», 2011. 342 с.
2. ГОСТ Р 50571.25-2001 «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки с нагревательными элементами» /Минстрой России. М., 2002. 121 с.
3. Технические условия ТУ 3558-001-25937788-2015 «Кабели нагревательные для систем антиобледенения» /Минстрой России. М., 2015. 72 с.
4. Справочник проектировщика. Электрические системы обогрева открытых площадок /под ред. И. В. Смирнова. СПб.: Энергопресс, 2018. 173 с.

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ

УДК 502/504:664.7:658.382.3

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ И УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЕМЯН КУКУРУЗЫ

Ади В.С.Ю., аспирант кафедры БЖДСиГХ

Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой БЖДСиГХ Азаров В.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются актуальные вопросы экологической безопасности в техносфере на примере предприятия по переработке семян кукурузы. Определены основные источники воздействия на окружающую среду, связанные с технологическими процессами. На основе результатов предлагаются меры по повышению экологической безопасности и внедрению интегрированной системы экологического менеджмента. Исследование демонстрирует, что системный подход к управлению рисками способствует снижению воздействия на окружающую среду и повышению общей безопасности промышленных объектов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, техносфера, оценка рисков, переработка кукурузы, промышленная экология, экологический менеджмент.

Современные агропромышленные предприятия, в том числе предприятия по переработке семян кукурузы, являются важными элементами техносферы, обеспечивающими продуктивность сельского хозяйства и продовольственную безопасность. В то же время их деятельность связана с рядом экологических и технологических рисков, которые могут негативно сказаться на экосистемах и здоровье человека.

Переработка семян кукурузы включает в себя несколько этапов – очистку, сушку, сортировку, химическую обработку и хранение, – каждый из которых оказывает определенное воздействие на окружающую среду. К ним относятся выбросы пыли, сточные воды, загрязненные органическими и химическими веществами, и твердые отходы. Совокупное воздействие этих факторов создает сложную систему рисков, требующую всестороннего анализа.

В недавних отраслевых публикациях подчеркивается серьезность этих опасностей. В частности, отмечается, что «зерновая пыль обладает высокой горючестью и может воспламениться или взорваться, если ее достаточное количество попадет в воздух или осядет на поверхности», и что пыль, взвешенная в воздухе «создает идеальные условия для взрывов» [1].

В то же время воздействие окружающей среды оказывает непосредственное влияние на здоровье человека. Исследования показывают, что «чрезмер-

ное воздействие пыли связано с высокой распространенностью проблем со здоровьем органов дыхания», что подтверждает тесную связь между загрязнением окружающей среды и безопасностью труда на предприятиях по переработке зерна [2].

Несмотря на растущее внимание к экологической безопасности, существующие исследования в основном сосредоточены на отдельных аспектах воздействия, таких как загрязнение воздуха или очистка сточных вод, без учета полного технологического цикла переработки семян кукурузы.

Таким образом, пробел в исследованиях заключается в отсутствии комплексного, ориентированного на процесс подхода к оценке экологических рисков, который объединял бы факторы окружающей среды и безопасности труда и позволял проводить эффективный анализ в условиях ограниченного доступа к данным.

Результаты анализа рисков указывают на то, что выбросы пыли и обращение с химическими веществами представляют наибольшую угрозу, требующую принятия первоочередных мер по смягчению последствий.

Для снижения выявленных рисков предлагаются следующие меры:

- установка высокоэффективных систем пылеулавливания и фильтрации воздуха;
- модернизация систем промышленной вентиляции;
- внедрение систем водоснабжения с замкнутым циклом;
- использование менее опасных технологий химической обработки;
- развитие практики сортировки и переработки отходов;
- регулярный мониторинг окружающей среды и переоценка рисков.

Кроме того, для обеспечения постоянного улучшения экологических показателей рекомендуется внедрять систему экологического менеджмента в соответствии с международными стандартами.

Предприятия по переработке семян кукурузы представляют собой сложные техносферные системы, характеризующиеся множеством взаимосвязанных рисков для окружающей среды и безопасности. Применение комплексного подхода к оценке рисков позволяет эффективно выявлять и расставлять приоритеты в отношении опасностей.

Предлагаемые меры способствуют снижению воздействия на окружающую среду, повышению безопасности труда и поддержке устойчивого промышленного развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Grain dust explosions steady in 2024 with fewer injuries // Feedstuffs [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.feedstuffs.com/agribusiness-news/grain-dust-explosions-steady-in-2024-with-fewer-injuries> (дата обращения: 02.04.2026);
2. Dust Exposure and Respiratory Health among Selected Factories in Ethiopia: Existing Evidence, Current Gaps and Future Directions [Электронный ресурс] / Akeza A. Asgedom // ResearchGate. 2023. Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/370528387> (дата обращения: 04.04.2026).

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ЗАМЕРОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ МАЛОГАБАРИТНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Аликов А.В.¹, аспирант

Мензелинцева Н.В.², д.т.н., проф. кафедры ЭиП

¹Волгоградский государственный технический университет

²Волгоградский государственный университет

Рассмотрена проблема использования для контроля качества атмосферы малогабаритных датчиков. Показаны их преимущества для гиперлокального мониторинга. На основании подхода Байеса проведена оценка точности замеров.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, малогабаритные датчики, сенсорные технологии, гиперлокальный мониторинг, подход Байеса

Загрязнение атмосферного воздуха урбанизированных территорий является одной из наиболее актуальных современных проблем практически для всех стран. Традиционно качество воздушной среды урбанизированной территории оценивается на основании данных регулярного мониторинга с использованием наземных станций. Получение достоверной информации о загрязнении воздуха, в том числе мелкодисперсными частицами, крайне актуально, но не всегда доступно для жителей российских городов. По данным статистики, примерно в 80 % российских регионах нет территориальных систем наблюдения за качеством воздуха, а в 75 % из них такие наблюдения проводят лишь периодически [1]. Получить же оперативную информацию о загрязнении воздуха в конкретном месте населенного пункта (особенно в условиях нестандартных ситуаций) практически невозможно, поэтому все чаще возникает необходимость в гиперлокальном мониторинге.

При гиперлокальном мониторинге загрязнения воздуха мелкодисперсными частицами используются недорогие сенсорные технологии [1-5].

Наряду с явными достоинствами (цена, размер, вес, мобильность и количество потребляемой электроэнергии) бюджетные датчики имеют ряд недостатков: достаточно короткий срок службы, существенное влияние на показания влажности воздуха, невысокую селективность, перекрестную чувствительность, вероятность «отравления», ежедневный дрейф нулевой отметки. Точность замеров ими ниже, чем у приборов, использующих традиционные методы измерения. Кроме того, нет единой оценки точности таких замеров. Эти недостатки ограничивают использование датчиков в системе мониторинга. Некоторые малогабаритные датчики в соответствии с Директивой 2008/50/ЕС [6] уже признаны индикаторами в европейских странах.

Но бюджетные датчики вызвали большой общественный интерес, так как практически любой человек может контролировать воздух в требуемой точке и делать заключение о фактическом состоянии атмосферы. Поэтому актуальность проблемы повышения качества бюджетных датчиков все время возрастает.

Проведем оценку точности замера бюджетным датчиком на основе подхода Байеса.

Предположим, что гипотеза A_1 - замер выполнен бюджетным датчиком, A_2 - замер выполнен инструментальным методом. Число замеров датчиком – m , число замеров инструментальным способом – n . Априорные вероятности можно определить как $P(A_1) = m$, $P(A_2) = n$. Допустим, что p замеров бюджетными датчиками совпали с замерами на стационарной станции, соответственно s замеров инструментальным методом совпало с данными стационарного поста. Тогда условные вероятности $P(y_1/A_1) = p$, $P(y_2/A_2) = s$.

Апостериорные вероятности для гипотез согласно формуле Байеса:

$$P(y_1/A_1) = \frac{P(y_1/A_1)P(A_1)}{\sum_{i=1}^2 P(y_i/A_i)P(A_i)}$$

$$P(y_2/A_2) = \frac{P(y_2/A_2)P(A_2)}{\sum_{i=1}^2 P(y_i/A_i)P(A_i)}$$

В процессе сбора статистической информации вероятность гипотез может как повышаться, так и понижаться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.Н., Шевченко В.В., Аликов А.В., Гаспарян А.С., Мензелинцева Н.В. Оценка точности мобильных пылемеров при измерении концентрации мелкодисперсной пыли. Вестник ВолгГАСУ, 2024, №4. С. 272-294
2. Kumar P., Morawska L., Martani C., Biskos G., Neophytou M.K.-A., Di Sabatino S., Bell M., Norford L., Britter R. The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environ. Int.* 2015;**75**:199–205. doi: 10.1016/j.
3. Piedrahita R., Xiang Y., Masson N., Ortega J., Collier A., Jiang Y., Li K., Dick R.P., Lv Q., Hannigan M., et al. The next generation of low-cost personal air quality sensors for quantitative exposure monitoring. *Atmos. Measurement Tech.* 2014;**7**:3325. doi: 10.5194/amt-7-3325-2014.
4. Karagulian F., Barbieri M., Kotsev A., Spinelle L., Gerboles M., Lagler F., Redon N., Crunaire S., Borowiak A. Review of the Performance of Low-Cost Sensors for Air Quality Monitoring. *Atmosphere*. 2019;**10**:506. doi: 10.3390/atmos10090506.
5. Lezina E., Misyurev M. Ambient air quality measurements in a large city: existing solutions, new opportunities and challenges Journal of Physics: Conference Series 2192 (2022) 012031 doi:10.1088/1742-6596/2192/1/012031.
6. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe OJ L 152, 11.6.2008, p. 1–44 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32008L0050>.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА ПРИ ТЕПЛОВОМ РАЗГОНЕ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОТНОГО СТЕЛЛАЖНОГО ХРАНЕНИЯ

Антипенко В.А. (ТБМ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБиЗЧС Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье исследованы закономерности распространения пожара при тепловом разгоне литий-ионных аккумуляторов в высотных стеллажных системах. Проанализировано влияние параметров складирования на кинетику выделения токсичных продуктов и скорость каскадной реакции. Обоснована ограниченная эффективность спринклерных систем. Сформулированы рекомендации по совершенствованию тактики пожаротушения.

Ключевые слова: тепловой разгон, литий-ионные аккумуляторы, высотное хранение, токсичные продукты, фтористый водород, пожаротушение.

Массовое внедрение литий-ионных технологий сформировало новые классы пожарной опасности на складских объектах. Особую угрозу представляют сценарии возгорания в условиях высотного стеллажного хранения, где классические методы локализации огня демонстрируют сниженную результативность [1]. Процесс теплового разгона характеризуется самоподдерживающейся экзотермической реакцией, инициирующей цепное распространение деструкции на смежные элементы [2]. Цель исследования — идентифицировать факторы, детерминирующие динамику пожара в высотных складских системах, и оценить эффективность существующих средств защиты.

Тепловой разгон активируется при достижении пороговой температуры (80–120 °С) вследствие внутренних дефектов, механических повреждений или термического воздействия [3]. Основные фазы: деградация SEI-слоя, разложение сепаратора, реакция катода с электролитом с выделением горючих газов и токсичных соединений (HF), каскадное распространение. Вертикальная конфигурация стеллажей формирует эффект «термической тяги», ускоряя трансфер пламени на верхние ярусы.

Плотность компоновки свыше 80% сокращает время распространения реакции в 2–3 раза. Высотность хранения (до 12 м) затрудняет доставку огне-тушащих веществ и способствует аккумуляции токсичных газов в подпотолочной зоне. Режим вентиляции оказывает двоякое воздействие: удаление нагретых газов снижает температуру, но интенсивный воздухообмен может подавать кислород в зону горения [4].

Дополнительным фактором риска выступает разнообразие химических составов элементов. Аккумуляторы с катодом из литий-железо-фосфата (LFP) обладают повышенной термической стабильностью по сравнению с никель-марганец-кобальтовыми (NMC) аналогами, однако при плотной упа-

ковке в стеллажах риск каскадной передачи тепла сохраняется для обоих типов. Это требует дифференцированного подхода к зонированию складских помещений в зависимости от химии хранящихся батарей.

Особую угрозу представляет генерация фтористого водорода (HF), способного вызывать тяжёлые поражения при концентрациях от 20 мг/м³. В замкнутом объёме склада концентрация HF достигает летальных значений за 5–10 минут. Отсутствие сенсоров специфических газов в типовых системах сигнализации приводит к запоздалому обнаружению инцидента.

Спринклерные системы демонстрируют ограниченную эффективность по причинам: недостаточная пенетрационная способность воды, риск коротких замыканий, эффект рецидива разгона, затруднённая доставка к очагу в высотных стеллажах. Альтернативные решения (тонкораспылённая вода, газовые составы) показывают лучшие результаты, но требуют адаптации проектных решений.

Учитывая сложность тушения развившегося пожара, приоритет смещается в сторону ранней детекции. Мониторинг концентрации летучих органических соединений и водорода позволяет выявить утечку электролита на стадии предвестников, до начала видимого дымообразования [3]. Интеграция таких сенсоров с системами управления зданием обеспечивает автоматическую изоляцию аварийной секции и предотвращение развития катастрофического сценария.

В Волгоградской области большинство новых складских терминалов оснащено высотными стеллажными системами, однако при проектировании систем защиты зачастую применяются типовые решения. Время прибытия пожарных подразделений (10–15 минут) превышает время развития каскадного разгона в плотном массиве (3–7 минут) [2], что акцентирует значимость систем раннего детектирования.

Высотное хранение литий-ионных аккумуляторов создаёт условия для ускоренного распространения пожара за счёт конвекции и аккумуляции токсичных продуктов. Плотность компоновки и высотность ярусов являются критическими параметрами динамики теплового разгона. Классические спринклерные системы не обеспечивают надёжной защиты батарейных массивов. Приоритетным направлением является внедрение многоуровневых систем раннего детектирования в комбинации со специализированными огнетушащими составами. Дальнейшие исследования целесообразно направить на экспериментальную верификацию моделей распространения пожара и разработку нормативных требований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смелков, Г. И. Проблемы пожарной безопасности режима теплового разгона в литиевых аккумуляторных батареях / Г. И. Смелков, В. А. Пехотиков, Г. В. Боков, А. А. Назаров // Пожарная безопасность. 2022. № 4(109). С. 73-79.

2. Двоенко, О. В. Основные положения о пожарной опасности литий-ионных аккумуляторных батарей / О. В. Двоенко, Д. А. Кучмасов, Н. А. Щербаков, А. И. Захаров // Техносферная безопасность. 2024. № 4(45). С. 34-47.

3. Харламенков, А. С. Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 1 / А. С. Харламенков // Пожаровзрывобезопасность. 2023. Т. 32, № 1. С. 89-96.

4. Ибрагимов, М. А. Литий-ионные батареи: основные параметры, способы контроля и особенности применения / М. А. Ибрагимов, К. Д. Зорин, А. А. Смирнов // Исследования. Инновации. Практика. 2025. № 3(16). С. 25-28.

УДК 614.84

СПЕЦИФИКА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКЛАДСКИХ ХРАНИЛИЩ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОГО РЕГИОНА)

Антипенко В.А. (ТБМ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБиЗЧС Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются проблемы возрастания аварийности на объектах логистической инфраструктуры, связанной с хранением литий-ионных энергонакопителей. Выявлены ключевые факторы, способствующие возникновению чрезвычайных ситуаций, включая механические повреждения грузов и нарушение регламентов складирования. На материалах Волгоградской области продемонстрирована корреляция между вводом новых складских мощностей и уровнем пожарной нагрузки. Сформулированы предложения по модернизации нормативной базы и внедрению превентивных систем мониторинга.

Ключевые слова: противопожарная защита, литий-ионные элементы, логистический центр, экзотермическая реакция, складская логистика, оценка угроз, региональная статистика.

Интенсивное внедрение технологий электромобильности и портативной электроники привело к существенному увеличению оборота литий-ионных аккумуляторов (Li-ion). Логистические операторы вынуждены перепрофилировать существующие складские площади под хранение данной продукции, однако инженерные системы защиты зачастую остаются унифицированными для грузов классических классов опасности. Это создает дисбаланс между реальной энергонагруженностью объектов и возможностями существующих средств пожаротушения.

Необходимость изучения данной проблематики обусловлена ростом частоты инцидентов, сопровождающихся сложностью локализации и высоким материальным ущербом. Существующие регламенты не всегда учитывают химическую природу возгораний источников тока [1]. В рамках работы проводится систематизация причин возникновения пожаров на логистических узлах для разработки более эффективных методов профилактики.

Мониторинг отчетных данных страховых структур и экстренных служб указывает на стабильное увеличение числа происшествий на объектах хране-

ния классов «А» и «В». Если в период до 2018 года возгорания батарей носили единичный характер, то в последующие годы фиксируется ежегодный прирост инцидентов на уровне 15-20%. Наиболее уязвимыми оказываются регионы с концентрацией распределительных центров электронной коммерции.

Волгоградская область служит показательным примером развития логистического потенциала в условиях рисков. Наблюдается устойчивый прирост складских площадей, особенно в сегменте современных комплексов высокой готовности. В частности, ввод в эксплуатацию крупных сортировочных узлов в Дзержинском районе города Волгограда значительно увеличил товарооборот, включая категорию электротехники. Одновременно с этим фиксируется напряженная обстановка по пожарам на складских объектах: ежегодно регистрируются случаи возгорания ангаров и металлических конструкций площадью от 800 до 1500 кв. метров в разных районах города и области.

Несмотря на отсутствие в официальных сводках отдельной графы по литиевым батареям, косвенные данные свидетельствуют о росте рисков. Специфика складских инцидентов заключается в том, что реакция может начаться в период покоя груза. Плотная стеллажная загрузка способствует передаче тепла между упаковками, запуская цепную реакцию. Ущерб часто усугубляется воздействием коррозионных продуктов горения электролита на строительные конструкции.

Основной сценарий развития аварии базируется на процессе теплового разгона. В отличие от эксплуатационных режимов, на складе инициирование реакции может произойти без внешней электрической нагрузки. Критический нагрев элемента запускает деструкцию электролита с выделением горючей газовой смеси и токсичного фтористого водорода.

Особую сложность представляет склонность к повторному воспламенению. Даже после сбивания открытого пламени внутри массива батарей сохраняются очаги высокой температуры. Стандартные водяные установки не всегда гарантируют глубокую термическую стабилизацию элементов, что диктует необходимость пересмотра тактики тушения [2].

Ретроспективный разбор происшествий позволяет сформировать перечень основных дестабилизирующих факторов:

- травмирование корпусов: в процессе механизированной погрузки возможны деформации, ведущие к нарушению целостности сепаратора; короткое замыкание может возникнуть отложено, спустя длительное время после получения травмы;
- несоблюдение регламентов хранения: размещение элементов с высоким уровнем заряда (SOC) без разделения на зоны повышает общую химическую нестабильность партии; отсутствие вентиляционных зазоров в таре ведет к перегреву;
- скрытый брак: продукция, поступающая с производственных линий, может иметь внутренние дефекты, реализующиеся в виде возгорания уже на складе получателя;

- запоздалая детекция: классические дымовые извещатели реагируют на видимые признаки горения, когда процесс теплового разгона уже стал необратимым [3].

Текущая законодательная база РФ (включая ФЗ-123 и профильные СП) не содержит детализированных предписаний именно для складов литиевых аккумуляторов. Категорирование помещений часто не отражает реальной опасности теплового разгона. Зарубежные документы содержат более жесткие требования к секционированию и огнетушащим веществам, однако их прямая имплементация в российские реалии требует адаптации. Неопределенность норм приводит к проектным решениям, которые либо недостаточны, либо экономически избыточны. Современные исследования подтверждают необходимость разработки специализированных методик тушения с учетом химического состава энергонакопителей [4].

Проведенное исследование подтверждает, что классические подходы к противопожарной защите не соответствуют современным условиям хранения литиевых энергонакопителей. На примере Волгоградской области видно, что расширение логистической сети сопровождается ростом потенциальной угрозы. Приоритетным направлением совершенствования системы безопасности является переход к предиктивным моделям: интеграция мониторинга состояния батарей (BMS) с системами сигнализации, использование газовых анализаторов для раннего выявления утечек электролита и уточнение методик риск-анализа. Требуется актуализация нормативных документов с учетом специфики химической опасности литиевых элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон Российской Федерации "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2008 г. - 304-ФЗ с изм. и допол. в ред. от 31.07.2025.

2. Кулага, Н. В. Тушение пожаров литий-ионных аккумуляторных батарей / Н. В. Кулага // Современные проблемы обеспечения безопасности : Сборник материалов XXVI Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 24–25 апреля 2024 года. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2024. С. 56-60.

3. Иванская, Н. Н. Особенности тушения пожаров литий-ионных аккумуляторов / Н. Н. Иванская, А. Н. Занчук, А. Б. Трофимов // Гражданская авиация: XXI век : Сборник материалов XVII Международной молодежной научной конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной Войне, 90-летию Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева. В 2-х частях, Ульяновск, 17–18 апреля 2025 года. – Ульяновск: Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, 2025. С. 160-161.

4. Черивханова, А. К. Особенности тушения литиевых аккумуляторов / А. К. Черивханова, П. В. Пучков // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, Иваново, 22 октября 2025 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражд-

УДК 504.75.05

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СИЛИКАТНО-ЭМАЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ (СЭП) В СИСТЕМАХ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Артюхова Л.С., аспирант кафедры ОХиТС
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. ПЛАТОВА

В статье представлен сравнительный анализ силикатно-эмалевых покрытий (СЭП) и традиционных решений для защиты трубопроводов питьевого водоснабжения. Рассматриваются экологические аспекты, коррозионная стойкость, а также приводятся расчеты скорости коррозии стали с СЭП.

Ключевые слова: экологическая безопасность, коррозионная стойкость, водоснабжение, силикатно-эмалевые покрытия, биообрастание, долговечность трубопроводов.

Инженерная экология ставит перед собой стратегическую цель – гарантировать доступ населения к питьевой воде высокого качества. Серьезным вызовом в этой области является так называемое «вторичное загрязнение», возникающее при транспортировке воды по распределительным системам. Коррозия стальных трубопроводов, являющихся традиционным решением, приводит к значительному ухудшению качества воды за счет попадания продуктов окисления железа и сокращает срок эксплуатации сетей до 15–20 лет.

Силикатно-эмалевые покрытия (СЭП) – это стеклообразный защитный слой, формирующийся на металлической основе посредством термической обработки при высоких температурах. Применение СЭП признается перспективным подходом, позволяющим объединить высокую механическую стойкость стали с химической устойчивостью стекла.

В отличие от полимерных и битумных покрытий, силикатная эмаль обладает уникальными экологическими характеристиками:

1. Химическая инертность (эмаль — это неорганический материал (силикатное стекло). Она не выделяет в воду бисфенол-А, формальдегиды или микропластик даже при длительном контакте и повышении температуры);
2. Биологическая пассивность (гладкая поверхность эмали препятствует закреплению микроорганизмов). Коэффициент шероховатости эмали ($R_z \approx 5$ мкм) в десятки раз ниже, чем у чугуна или стали, что минимизирует образование биопленок и колоний бактерий (например, *Legionella*).
3. Отсутствие «эффекта старения» (в отличие от пластиков, эмаль не подвержена деструкции под воздействием хлора, используемого для дезинфекции воды) [1-2].



Рис. 1. Силикатно-эмалевое покрытие (СЭП)

Изображения на рис. 2 демонстрируют силикатно-эмалевые покрытия, характеризующиеся разнообразными морфологическими особенностями:

- а) кристаллические включения (кварц, силикатные фазы)
- б) границы зерен и микротрещины
- в) стеклообразная аморфная структура

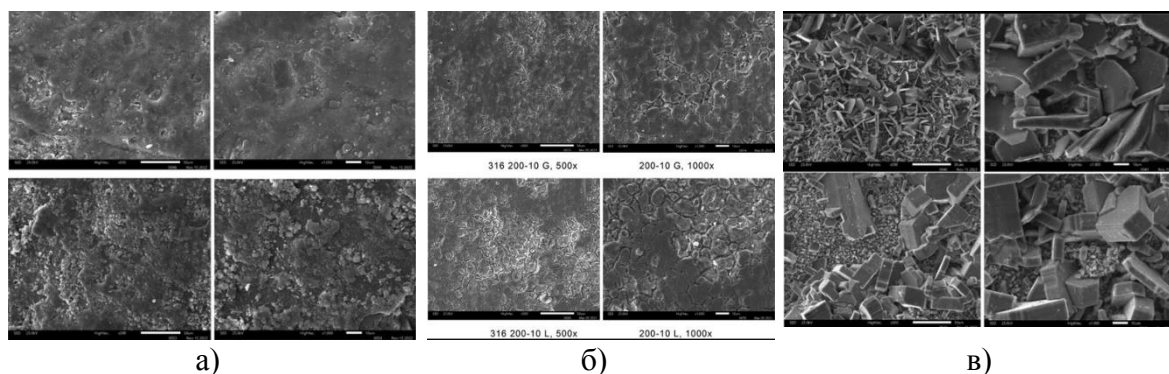


Рис. 2 Микроструктура силикатно-эмалевого покрытия

Такая микроструктура определяет высокую химическую стойкость покрытия, однако наличие кристаллических фаз может влиять на его хрупкость.

Изображение на рис. 3 демонстрирует критически важную область взаимодействия между металлической подложкой и эмалевым покрытием. В этой зоне наблюдается формирование переходного слоя, являющегося результатом диффузионного взаимодействия компонентов обоих материалов. Присутствие микропор и дефектов сцепления также характерно для данной области. Именно от состояния и характеристик этой контактной зоны напрямую зависят адгезионные свойства и общая долговечность всего покрытия.

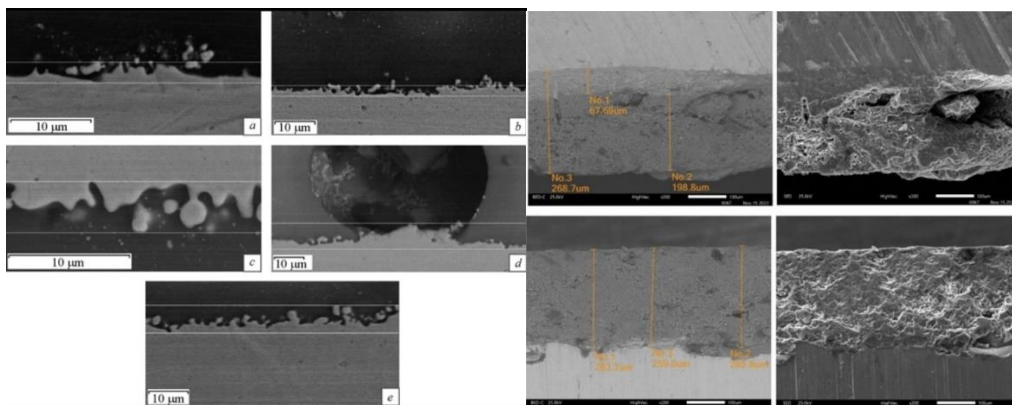


Рис. 3 Межфазная граница «сталь-эмаль»

СЭП обеспечивает полную изоляцию металла от агрессивной среды, создавая диэлектрический барьер, который исключает возможность электрохимической коррозии.

Скорость коррозии стали в агрессивной водной среде может достигать 0,1–0,5 мм/год.

Скорость коррозии металла рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{K \cdot \Delta m}{S \cdot t \cdot \rho}$$

где V – скорость коррозии (мм/год); K – коэффициент перевода; Δm — потеря массы защитного слоя (г); ρ – плотность металла (г/см³); S — площадь поверхности (см²); t – время испытания (ч); ρ – для стали 7,85 г/см³.

Провели расчет скорости коррозии стальной трубы без покрытия используя следующие данные: площадь поверхности – $S = 100$ см²; время испытания – $t = 720$ ч.; потеря массы (30 суток) – $\Delta m = 1,25$ г.

$$V = \frac{8,76 \cdot 10^4 \cdot 1,25}{100 \cdot 720 \cdot 7,85} = 0,194 \text{ мм/год}$$

Скорость коррозии стальной трубы без покрытия соответствует диапазону коррозии металлических конструкций в водной среде.

Расчет скорости коррозии трубы с СЭП. В результате испытаний образца с СЭП получена потеря массы $\Delta m = 0,07$ г.

$$V = \frac{8,76 \cdot 10^4 \cdot 0,07}{100 \cdot 720 \cdot 7,85} = 0,0108 \frac{\text{мм}}{\text{год}}$$

Определили эффективность защитного покрытия определяется по формуле:

$$\eta = \frac{V_0 - V_c}{V_0} \cdot 100\%$$

где V_0 - скорость коррозии без покрытия; V_c - скорость коррозии с покрытием.

$$\eta = \frac{0,194 - 0,0108}{0,194} \cdot 100\% = 94,2\%$$

Анализ данных по скорости коррозии выявил существенное различие между образцами стали. Скорость коррозии незащищенной стали составила 0,194 мм/год, тогда как для стали с стеклоэмалевым покрытием (СЭП) этот показатель снизился до 0,0108 мм/год. Это свидетельствует о 17-кратном уменьшении скорости коррозии благодаря применению СЭП. Полученные результаты согласуются с ранее проведенными экспериментальными исследованиями, демонстрирующими ингибирующую эффективность стеклоэмалевых покрытий на уровне около 94 %.

В заключение следует подчеркнуть, что силикатно-эмалевые покрытия (СЭП) демонстрируют высокую рациональность применения в системах питьевого водоснабжения с точки зрения экологической и экономической целесообразности. Основные преимущества СЭП включают:

1. Полное сохранение органолептических показателей воды.
2. Снижение скорости коррозии силикатно-эмалевых покрытий до 0,0108 мм/год.
3. Обеспечение более долгого срока службы инженерных сетей без необходимости проведения капитального ремонта.

Реализация проектов с применением СЭП позволяет ликвидировать проблему вторичного загрязнения воды и существенно повысить уровень экологической безопасности городской инфраструктуры [3-6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артюшкин В.Н., Авдеев В.М. Применение силикатно-эмалевых покрытий для трубопроводов // Вестник СамГТУ, 2015. С. 101-106.
2. Сиротинский А.А. Технология производства силикатно-эмалевых покрытий // Экспозиция Нефть Газ, 2007. С. 36-38.
3. Силикатно-эмалевые покрытия для трубопроводов // Инженерная практика, 2021. №10. С. 108-114.
4. Практика эксплуатации металлических конструкций в системах водоподготовки и водоотведения. Водоочистка. Режим доступа: <https://panor.ru/articles/praktika-ekspluatatsii-metallicheskih-konstruktsiy-v-sistemakh-vodopodgotovki-i-vodootvedeniya/118999.html#> (дата обращения: 30.03.2026).
5. Лазуткина О.Р., Фарафонтова Е.П., Ворошилова И.Г. Анализ микроструктуры слоя сцепления на границе сталь-силикатно-эмалевое покрытие //Стекло и керамика. 2015. №. 12. С. 23-26.
6. Климова Л.В., Головкин Д.А. Силикатно-эмалевые покрытия для внутренней защиты трубопроводов //Результаты исследований, 2020. С. 139-142.

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЛОГИСТИКИ В УСЛОВИЯХ МАСШТАБНЫХ КАТАСТРОФ

Ахмадов В. К. (ПБ-1-22)

Научный руководитель — доц. кафедры ПБ и ЗЧС Текушин Д.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Статья исследует потенциал распределённых реестров для трансформации логистических процессов в условиях катастроф. Анализируются механизмы обеспечения прозрачности, отказоустойчивости и межведомственной координации при доставке критически важных ресурсов.

Ключевые слова: блокчейн, логистика чрезвычайных ситуаций, катастрофа.

Современные катастрофы — от масштабных пожаров на промышленных объектах до техногенных аварий с выбросом опасных веществ — ставят перед службами реагирования задачу мгновенной доставки специализированного оборудования, медикаментов и гуманитарных грузов. Традиционные логистические цепочки в таких условиях демонстрируют системную уязвимость: фрагментация данных между ведомствами, отсутствие единого источника достоверной информации и высокий риск мошенничества с грузами приводят к критическим задержкам. Блокчейн-технологии предлагают принципиально иной подход к организации экстренных поставок за счёт создания неизменяемого распределённого реестра, доступного всем авторизованным участникам оперативного штаба.

Основное достоинство блокчейн-технологий при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций состоит в формировании надёжной и единой информационной среды, исключающей противоречивые или подменённые данные. Согласно исследованиям Всемирного банка, в кризисных регионах часть объёма гуманитарной помощи не достигает адресатов из-за неэффективности логистических цепочек и злоупотреблений [1]. Распределённые реестры способны стать основой для построения устойчивой к сбоям системы распределения ресурсов, обеспечивающей сквозную прозрачность операций и возможность независимой верификации каждого этапа доставки помощи.

В условиях масштабных лесных пожаров, как в Сибири 2024 году, критически важна координация авиационной и наземной техники. Предложенная система позволяет в реальном времени отслеживать:

- местоположение вертолётов с водосбросными устройствами;
- остаток топлива и техническое состояние спецтранспорта;
- распределение огнетушащих составов между фронтами пожара.

Смарт-контракты обеспечивают динамическое перераспределение материальных и технических ресурсов в режиме реального времени при смене оперативной обстановки: как только один очаг ЧС локализован, оборудова-

ние автоматически ретранслируется на новый приоритетный объект без необходимости прохождения многоуровневых согласований. Экспериментальная апробация прототипа, реализованного на платформе Hyperledger Fabric, продемонстрировала ускорение процесса принятия логистических решений на 42% относительно классических управленческих схем, основанных на ручной координации и бумажном документообороте.

Особую ценность система представляет для управления «холодовой цепью» при доставке вакцин и термолабильных медикаментов в зоны ЧС. Исследования подтверждают эффективность гибридных систем, сочетающих распределённые реестры с улучшенными алгоритмами слияния данных от температурных датчиков [2]. При пожаре в медицинском складе или химическом инциденте такая технология гарантирует, что поставляемые препараты соответствуют требованиям хранения, а любое нарушение температурного режима автоматически фиксируется в неизменяемом журнале, исключая использование некондиционных лекарств.

Тем не менее, практическое применение блокчейн-технологий в системах экстренной логистики ограничено рядом объективных технических и инфраструктурных ограничений. Наиболее значимыми из них выступают ограниченная пропускная способность сетей и высокие требования к энергоресурсам, что критично в условиях развёртывания операций в зонах бедствий. Перспективным решением представляется использование комбинированных (гибридных) архитектур: публичные цепочки могут обеспечивать прозрачность и независимый аудит распределения помощи, тогда как приватные подсети — оперативное управление ресурсами с минимальной задержкой. Дополнительным требованием является обеспечение функционирования системы в условиях нестабильной или отсутствующей связи — за счёт внедрения автономных офлайн-механизмов с автоматической репликацией данных в распределённый реестр после восстановления сетевой доступности. [3]

Не менее важен вопрос цифрового неравенства: в отдалённых районах с разрушенной инфраструктурой доступ к блокчейн-платформе может быть физически невозможен. Здесь перспективным представляется гибридный подход — комбинация офлайн-механизмов верификации с последующей синхронизацией данных при восстановлении связи. Подобная стратегия уже апробирована в системах цифрового управления пожарной безопасностью, где блокчейн фиксирует историю обслуживания оборудования, а оперативные действия пожарных бригад фиксируются через мобильные приложения с отложенной синхронизацией [4].

В заключение отметим: блокчейн выходит за рамки цифровизации, формируя основу устойчивой логистической системы для работы в условиях кризиса. Его внедрение требует межведомственной координации, модернизации инфраструктуры и подготовки кадров. Однако потенциал технологии — ускорение реагирования, снижение коррупционных рисков и обеспечение прозрачности распределения ресурсов — делает её внедрение стратегически

важным направлением для укрепления национальной безопасности России на фоне роста числа природных и техногенных катастроф.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихомиров Н. П., Сидоров А. В. Цифровизация управления чрезвычайными ситуациями: вызовы и решения // Вестник гражданской защиты. 2025. № 2. С. 45–58.
2. ГОСТ Р 57585-2017. Системы управления безопасностью. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2017. 24 с.
3. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, о цифровой валюте» // Собрание законодательства РФ. 2020. № 31. Ст. 5020.
4. Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2023 г. № 2587 «Об утверждении Концепции развития цифровой трансформации в сфере защиты населения и территорий от ЧС» // Официальный интернет-портал правовой информации. 2023. № 0001202401000012.

УДК 628.511.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТАХ

Багров В.А., аспирант кафедры БЖДСиГХ
Научный руководитель — д.т.н., проф. кафедры БЖДСиГХ Стрекалов С.Д.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье произведено исследования загрязнения воздуха рабочей зоны при сельскохозяйственных работах.

Ключевые слова: пыль, PM_{2.5}, PM₁₀, дисперсный состав, зерновая пыль, концентрация, твердые частицы.

Сельскохозяйственные работы являются источником загрязнения воздуха рабочей зоны при проведении различных технологических операций. Загрязняющие вещества, образующиеся в результате сельскохозяйственной деятельности можно классифицировать на твердые (пылевые частицы) и газообразные. Твердые частицы образуются при обработке почвы, сборе и обработке урожая, в то время как источником газообразных веществ – транспортные средства.

На основании данных, представленных в работе [1] достаточно очевидно, что наибольший вклад в развитие профессиональных заболеваний работников сельского хозяйства вносят аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (категория 3 - вредные условия труда).

Стоит выделить следующие технологические операции, являющиеся источником загрязнения воздуха рабочей зоны при проведении сельскохозяйственных работ (табл. 1) [2,3].

Таблица 1

Технологические операции – источники пылевыведения

№	Технологические операции	Загрязняющие вещества
1	Вспашка почвы плугом	Твердые частицы (PM)
2	Плоскорезная обработка почвы	Твердые частицы (PM)
3	Погрузка, растаривание удобрений	Твердые частицы (PM)
4	Внесение минеральных удобрений	Твердые частицы (PM)
5	Сушка зерна	Твердые частицы (PM)
6	Складирование зерна	Твердые частицы (PM)
7	Транспортирование зерна ленточными транспортерами	Твердые частицы (PM)
8	Дробление зерна	Твердые частицы (PM)
9	Очистка зерна	Твердые частицы (PM)
10	Выбойка (выгрузка) зерна	Твердые частицы (PM)
11	Уборка зерна	Твердые частицы (PM)
12	Сжигание биомассы	Твердые частицы (PM)

С использованием датчика частиц получены концентрации частиц (PM_{2.5}, PM₁₀) в воздухе рабочей зоны (табл. 2).

Таблица 2

Концентрация пылевых частиц (PM_{2.5}, PM₁₀) в рабочей зоне

№	Тип технологической операции	Концентрация, мкг/м ³		PM _{2.5} /PM ₁₀
		PM _{2.5}	PM ₁₀	
1	Полевые работы (кабина механизатора)	31,8	80,13	0,39
2	Перегрузка зерна (кабина механизатора)	66,75	119,2	0,56
3	Зерноочистка (оператор зерноочистки)	98,58	165,33	0,59
4	Зерноток (работники тока)	67,38	170,85	0,39
5	Зерносушилка (оператора зерносушилки)	98,46	169,08	0,58

Выводы

На основании данных дисперсного анализа отобранных проб пыли из рабочих зон (механизатора, оператора зерноочистки, работников тока, оператора зерносушилки) удалось определить, что максимальная объемная доля твердых частиц (PM_{2.5}) наблюдается при очистке и сушке зерна. В то время как максимальная объемная доля твердых частиц (PM₁₀) наблюдается в рабочей зоне механизатора при перегрузке зерна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спирин В.Ф., Новикова Т.А., Варшамов Л.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость работников сельского хозяйства // Медицина труда и промышленная экология. 2007. №11. С. 7-13.

2. Небытов В. Г., Кошечкин Ю.В., Барабанова С.Н. Влияние загрязненности пылью воздуха рабочей зоны на условия труда работников в сельском хозяйстве // Агротехника и энергообеспечение. 2015. № 3(7). С. 191-196.

3. Исследование дисперсного состава пыли при работе зерноуборочного комбайна / А.Б. Стреляева [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 3(88). С. 209-216.

УДК 331.453

ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПОЖАРНЫХ, СВЯЗАННЫХ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Белецкий А.В. (2211-1301.2)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры гражданской безопасности

Мохнатко И.Н

Мелитопольский государственный университет

Инженерно-технический институт

В статье рассматриваются основные мероприятия по обеспечению безопасных условий труда пожарных при воздействии высоких температур. Анализируются технические, организационные и медицинские меры, направленные на снижение тепловых нагрузок и предотвращение тепловых травм. Предложены рекомендации по организации безопасных условий работы в экстремальных температурных режимах, что позволяет повысить эффективность и безопасность профессиональной деятельности пожарных.

Ключевые слова: безопасность труда, пожарные, высокая температура, мероприятия, охрана труда, тепловая нагрузка, защита, профилактика.

Работа пожарных в условиях воздействия высоких температур является одной из наиболее опасных и требующих специальных мер предосторожности. Высокая температура окружающей среды и защитного снаряжения увеличивают риск тепловых травм, утомления и заболеваний, что негативно сказывается на здоровье и работоспособности пожарных. В связи с этим необходимо разработать и внедрить комплекс мероприятий, обеспечивающих безопасность и здоровье работников в условиях экстремальных температурных режимов. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения уровня охраны труда, снижения профессиональных рисков и сохранения жизни пожарных при выполнении ими служебных обязанностей.

В соответствии с положениями Трудового кодекса РФ ст. 214 и 225 ТК РФ, обязанность по обеспечению безопасных условий труда и обучению работников возлагается на работодателя [1]. Деятельность осуществляется посредством федеральных нормативно-правовых актов, а именно: приказа МЧС России от 27.06.2022 № 640 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны» [2] и приказа Минтруда России от 19.03.2021

№ 123н «Об утверждении Правил по охране труда при работах в особых температурных условиях» [3].

Разработка мероприятий основывается на анализе технических средств и оборудования, предназначенных для снижения тепловой нагрузки на пожарных. В их число входят системы климатического контроля в зонах отдыха, использование защитных экранов от источника тепла, устройства принудительного охлаждения боевой одежды, а также системы мониторинга физиологического состояния персонала. Важной составляющей является использование современных средств индивидуальной защиты - специальных костюмов, шлемов, краг и сапог с теплоизоляционными и теплоотводящими свойствами, а также применение материалов с теплоотражающими свойствами.

Изучение российского и зарубежного опыта выявило лучшие методы организации работы пожарных в условиях экстремальных температур, эффективность внедрения систем телеметрии для контроля температурных показателей пожарного в режиме реального времени, использования охлаждающих систем, а также соблюдение режимов труда и отдыха с учетом тепловых нагрузок.

К основным организационным мероприятиям, решения данной проблемы можно отнести разработку нормативов для предельно допустимой продолжительности работы пожарных в зонах высоких температурных показателей, совершенствование программ обучения и проведение практических тренировок. Следует отметить, что интенсивность тепловой нагрузки не должна превышать 4-5 часов за смену. Не менее важным является алгоритм реагирования на признаки теплового перенапряжения и последующих заболеваний, связанных с перегревом пожарного, а также организация быстрого доступа к медицинской помощи.

Медико-социальное обеспечение должно включать регулярный мониторинг состояния здоровья, через проведение медицинских осмотров, с целью выявления признаков тепловых травм у пожарных. Одной из важных составляющих, так же является обеспечение пожарных достаточным количеством питьевой воды и организация питьевого режима с использованием водно-солевых растворов.

Организация безопасной работы в зоне воздействия высоких температур должна базироваться на приоритетах безопасности и постоянном контроле физиологических показателей.

Применение и внедрение в пожарных подразделениях предложенных рекомендаций будет способствовать минимизации и снижению уровней профессиональных рисков среди личного состава и предотвратить производственный травматизм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501882> (дата обращения: 20.01.2026).

2. Приказ от 27.06.2022 №640 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны» // Официальный интернет-портал правовой информации. Режим доступа: <https://pravo.gov.ru>. (дата обращения: 17.01.2026).

3. Приказ от 19.03.2021 №123 «Об утверждении правил по охране труда при работах в особых температурных условиях, воздействии климата и микроклимата» // Официальный интернет-портал правовой информации. Режим доступа: <https://pravo.gov.ru>. (дата обращения: 11.01.2026).

УДК 502/504:34

ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ОРГАНИЗАЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ ИЛИ ГОРОДСКИХ ОКРУГОВ

Варюхина С.А. (старший научный сотрудник лаборатории «Вода России»),
Ходяшев М.Б. (к.х.н, зав. лаборатории, ведущий научный сотрудник лаборатории «Вода России»)

Филиал «Всероссийского научно-исследовательского института охраны окружающей среды» «Уральский»

Нормирование сточных вод является основой для получения КЭР, разработки ППЭЭ, определения платежной базы при расчете платы за негативное воздействие на окружающую среду. Для расчета технологических нормативов важно правильно определить технологические показатели сбросов ОНВОС. Рассмотрены ключевые моменты определения технологических показателей. Установлена взаимосвязь и взаимодополнение регламентирующих документов по разработке технологических нормативов.

Ключевые слова: нормирование, загрязняющие вещества, сточные воды, концентрация, технологический показатель, комплексное экологическое разрешение, ЦСВ.

С 2019 года в России действует новая система нормирования воздействия на окружающую среду, основанная на наилучших доступных технологиях. Отличием такой системы является определение технологических нормативов выбросов и сбросов. Технологические нормативы являются ключевым аспектом при формировании заявки на получение комплексного экологического разрешения (КЭР), расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду [1]. На все объекты I категории негативного воздействия на окружающую среду (НВОС), должны разрабатываться технологические нормативы на основе технологических показателей, не превышающих установленные на законодательном уровне технологические показатели НДТ. Технологические нормативы разрабатываются юридическими лицами, эксплуатирующими объекты I категории НВОС с учетом положений Правил разработки технологических нормативов, утвержденных приказом Минприроды России от 31.03.2025 № 156 (Приказ 156) [1, 2].

Технологические нормативы рассчитываются только в отношении тех загрязняющих веществ, для которых установлены технологические показатели

НДТ, утвержденные соответствующими нормативными документами [2]. Для организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоотведения поселений или городских округов (ЦСВ), таким документом является постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1430 (Постановление 1430) [3]. Пунктом 3 Постановления 1430 закреплено, что технологические показатели (ТП) устанавливаются в виде среднегодовых значений концентрации загрязняющих веществ.

В соответствии с пунктом 17 а) Приказа 156 «в качестве ТП для сбросов маркерного вещества действующего объекта технологического нормирования следует принимать наибольшее значение концентрации маркера в выпусках сточных вод в составе объекта технологического нормирования, определенных в соответствии с пунктом 9» этого же Приказа 156 [2].

В пункте 9 Приказа 156 указано, что «анализ объектов технологического нормирования для действующих объектов НВОС осуществляется с использованием технической документации, ...данных инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и их источников, результатов производственного экологического контроля за несколько лет, но не более пяти лет, предшествующих году, в котором производятся расчеты технологических нормативов» [2].

Неоднозначность определения ТП и фактических концентраций загрязняющих веществ приводит к неверной интерпретации сведений, содержащихся в нормативных правовых актах, что влечет за собой некорректное сравнении ТП и фактических концентраций загрязняющих веществ, и далее - неточности определения технологических нормативов.

Так происходит при сопоставлении положений Постановления 1430 и Приказа 156, на основании которого определяются технологические показатели и нормативы собственниками ЦСВ для получения КЭР.

При совместном прочтении Постановления 1430 и Приказа 156 следует, что за фактический технологический показатель сбросов ЦСВ следует принимать максимальное значение из ряда среднегодовых значений, исчисленных согласно пункту 9 Приказа 156. При этом данные производственного экологического контроля за год должны быть представлены не менее чем 12-ю пробами, на основании пункта 6 Постановления 1430.

Следует обратить внимание, что с 01.01.2025 введен в действие предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 975-2024 «Наилучшие доступные технологии. Разработка программ повышения экологической эффективности для организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоотведения поселений или городских округов. Методические рекомендации». В разделе 7.2 данного документа указано, что технологический показатель рассчитывается как максимальное среднегодовое значение концентрации загрязняющих веществ в сбросах сточных вод за последние 5 лет бесперебойной работы объекта НВОС [4].

Таким образом, руководствуясь положениями приведенных выше документов – Постановления 1430, Приказа 907 и ПНСТ 975-2024, значение тех-

нологического показателя сбросов ЦСВ рекомендуется определять как максимальное среднегодовое значение концентрации загрязняющих веществ в сбросах сточных вод за последние 5 лет бесперебойной работы объекта НВОС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 15.03.2026).

2. Приказ Минприроды России от 31.03.2025 № 156 «Об утверждении Правил разработки технологических нормативов» Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411956224/> (дата обращения: 15.03.2026).

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1430 «Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов» Режим доступа: <https://base.garant.ru/74660498/?ysclid=mj6vkhg39d43502697/> (дата обращения: 15.03.2026).

4. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 975-2024 «Наилучшие доступные технологии. Разработка программ повышения экологической эффективности для организаций, эксплуатирующих централизованные системы водоотведения поселений или городских округов. Методические рекомендации». Режим доступа: <https://base.garant.ru/410756962/> (дата обращения: 15.03.2026).

УДК 621.43

РАСШИРЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ ЗА СЧЕТ ТЕРПЕНОВ

Васильев И.П., к.т.н., доцент кафедры ДВС
Луганский государственный университет имени Владимира Даля

На основании экспериментальных данных определена возможность использования в качестве топлива терпенов. Исследования проводились на испытательном стенде, снабженного расходомером топлива, термопарой в вихревой камере, дымомером и другими измерительными приборами. Было зафиксировано возможность работы двигателя при добавке терпенов.

Ключевые слова: терпены, расход топлива, вредные выбросы.

Применение топлива растительного происхождения представляет значительный интерес, особенно если рассматривать терпеновые соединения, к которым относится скипидар. В ходе проведенных исследований было установлено, что скипидар полностью растворяется в смесях с различными видами растительных масел, образуя однородный состав без расслоения. Для проверки возможности использования скипидара в качестве добавки к растительным маслам и дизельному топливу были подготовлены экспериментальные топливные композиции следующего объема: 5 % скипидара, 10 % под-

солнечного масла, и по 5 % соевого, кукурузного и горчичного масел, а также 70 % дизельного топлива. Кроме того, была исследована смесь, состоящая из 70 % дизельного топлива (ДТ) и 30 % скипидара (Ск). Проведённые моторные испытания показали, что двигатель стабильно функционирует на указанных составах топлива [1]. Показатели топливной экономичности при работе дизеля на разработанных смесях практически соответствуют значениям, полученным при использовании традиционного дизельного топлива. Это подтверждает целесообразность применения скипидара в качестве присадки к дизельному топливу (рис. 1).

Экономичность дизеля при работе на смеси находится на уровне экономичности, при работе на дизельном топливе, что подтверждает возможность использования скипидара в качестве присадки. Температура ОГ находилась практически без изменения. Выбросы CO_2 при использовании смеси Ск: ДТ были выше на 26 %, чем при использовании ДТ. Но это не является сдерживающим фактором поскольку использование скипидара как присадки часть CO_2 находится в кругообороте и не увеличивает содержание CO_2 в атмосфере. В этой смеси 30 % топлива является возобновляемым.

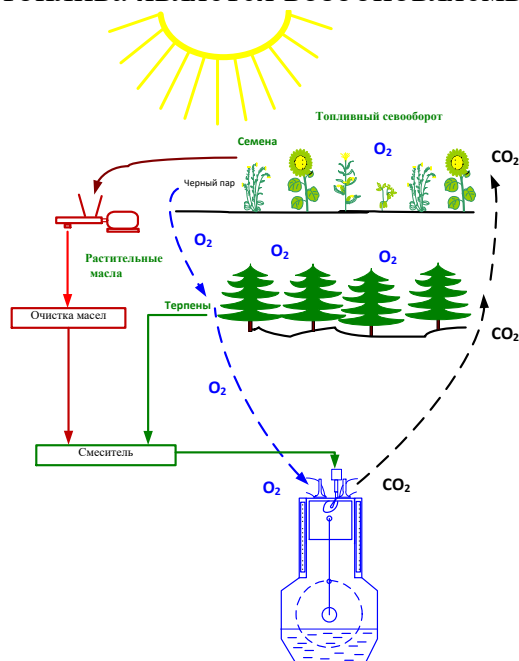


Рис. 1. Использование терпенов как добавки к топливам

Выводы: В настоящее время весьма актуальным является поиск биовеществ, пригодных для использования как добавок к топливам. Среди таких веществ растительного происхождения следует отметить терпены, которые получают из хвойных пород деревьев. При этом следует отметить, что если получение топлив из биомассы является сложным и дорогостоящим процессом, но получение терпенов, в частности, скипидара является отработанным процессом, который используется уже многие годы

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 1571–82. Скипидар живичный. Технические условия. – Взамен ГОСТ 1571–76; Введ. 01.07.83. М.: Изд-во стандартов, 1990. 13 с.

УДК 614.8

АНАЛИЗ ТЕХНОСФЕРНЫХ РИСКОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ УРАНА

Вишнякова А.Е. (ФОМ-150601)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры БЖД Хоменко А.О.
Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Рассмотрены основные риски при добыче урана подземным способом.

Ключевые слова: добыча урана, производственные риски, опасность.

Уран 235, являясь основным топливом для атомных электростанций, становится важным сырьевым компонентом. Его добыча подземным способом обусловлена геологическими особенностями месторождений и является наиболее эффективным методом извлечения ценного ресурса. Однако этот процесс сопряжен с комплексом специфических вызовов и потенциальных угроз, требующих глубокого анализа и системного подхода к управлению.

Центральное место при добыче урана подземным способом занимают радиационные риски. Уран при попадании внутрь организма поражает все органы и ткани, но в наибольшей степени страдают почки, печень и желудочно-кишечный тракт [1]. Кроме урана основной вклад в дозу облучения вносят объемная активность короткоживущих дочерних продуктов распада радона в воздухе, мощность дозы внешнего гамма-излучения, объемная активность долгоживущих альфа-излучающих радионуклидов в производственной пыли [2]. Степень радиационного риска напрямую зависит от концентрации урана в руде и времени нахождения персонала в забое.

Также для анализа безопасности добычи урана подземным способом необходимо учитывать геомеханические и горнотехнические риски. Подземная добыча связана с нарушениями в массивах горных пород, поэтому в сложных горно-геологических условиях на глубине процесс сопровождается повышенным горным давлением. Этот риск проявляется в обрушении участка массива, внезапном выбросе горных пород, горном и горно-тектоническом ударе, а также сейсмических толчках. Кроме того, на урановых рудниках используется большое количество тяжелой техники и механизмов, вследствие чего присутствуют промышленные риски, связанные с эксплуатацией. Находясь в условиях повышенного шума и вибрации от бурового оборудования, а также ограниченной видимости, создаются предпосылки для профессиональных заболеваний и механического травматизма горных рабочих. Многочисленные исследования показывают, что шум и вибрация, являясь общебиоло-

гическими раздражителями, влияют на все органы и системы организма приводя к развитию шумовибрационной патологии, зависящей от уровней и видов шума и вибрации [3].

При добыче урана присутствуют экологические риски. Они связаны с непрерывно выкачиваемыми из подземных горизонтов шахт шахтных вод, загрязнённых радионуклидами и тяжелыми металлами [4]. Если шахтные воды без очистки попадают в водные экосистемы, то это может привести к биоаккумуляции опасных веществ в организмах и развитию мутагенеза. Кроме того, в производственном цикле используются агрессивные химические вещества, контакт с которыми может вызвать химические ожоги у работников или загрязнение окружающей среды. Также, присутствующие в атмосфере радиоактивные факторы из-за загрязнения пылью, аэрозолями, излучениями породы, характеризуются эквивалентной равновесной объемной активностью радона и удельной активностью долгоживущих и короткоживущих нуклидов. Объемная активность радона в воздухе оказывает вредное влияние на человека и объекты окружающей среды.

В заключении хотелось бы отметить, что несмотря на стратегическую роль атомной энергетики, подземная добыча урана остается одним из наиболее опасных процессов в горнодобывающей отрасли. Наиболее негативное влияние оказывают радиационные риски поражения биологических объектов от радона и его дочерних продуктов, гамма-излучения и альфа-радионуклидов в пыли. Также значительными уровнями рисков характеризуются: геомеханические опасности, включающие горные удары и обрушения; техногенные риски от шума и вибрации горнодобывающего оборудования; экологические и химические угрозы, связанные с отходами и агрессивными реагентами. Анализ перечисленных рисков подчеркивает необходимость системного подхода к оценке их уровней. Это позволит эффективно управлять техногенными рисками, обеспечивая не только соблюдение стандартов безопасности, но и укрепление позиций атомной отрасли как основы низкоуглеродной экономики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедова Н.М., Ризаев А.А., Ибодуллаева С. Воздействие урана на организм человека // *Universum: технические науки*. 2023. №2. С. 23-24.
2. Проскурякова Н.Л., Симаков А.В., Абрамов Ю.В., Марковец В.В., Лысенко С.В., Алфёрова Т.М. Гигиеническая оценка условий труда персонала при подземной добыче урана // *Медицина труда и промышленная экология*. 2021. №9. С. 601-604.
3. Хоменко А.О., Якшина Н.В., Мушников В.С., Ильин С.М., Самарская Н.А., Чекмарева М.А. Влияние виброакустических факторов на безопасность и здоровье работников промышленных предприятий // *Экономика труда*. 2022. №12. С. 2175-2196.
4. Филонов А.В., Романенко В.О. Экологические проблемы предприятий горнорудной промышленности // *Успехи современного естествознания*. 2016. №3. С. 210-213.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Власова О.С.¹, к.т.н., доц. кафедры Пб и ЗЧС

Хохлачев М.О. (ПрИн-266)¹,

Клименти Н.Ю.², к.т.н., доц. доц. кафедры «Пожарная тактика»

¹Волгоградский государственный технический университет

²Академия государственной противопожарной службы Министерства по чрезвычайным ситуациям России

В рамках данного исследования проведена сопоставительная оценка современных программных комплексов, предназначенных для повышения уровня защищенности опасных производственных объектов (ОПО). В контексте активной цифровизации промышленного сектора и ужесточения нормативных требований классические методы контроля уступают место технологиям, базирующимся на искусственном интеллекте, промышленном интернете вещей (IIoT) и предиктивных моделях. Выполнена систематизация программных продуктов по ключевым функциям. На основе ряда критериев определены сильные и слабые стороны каждого подхода.

Ключевые слова: промышленная безопасность, опасные производственные объекты, интеллектуальные системы, компьютерное зрение, предиктивная аналитика, цифровая трансформация, охрана труда.

Обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах (ОПО) является стратегическим приоритетом развития современного промышленного комплекса. Существующие практики контроля, базирующиеся на периодических инспекционных мероприятиях и документационном учете, характеризуются недостаточной оперативностью для идентификации рисков и снижения частоты аварийных сценариев в режиме реального времени [1].

Современный этап развития глобальной экономики характеризуется беспрецедентной интенсификацией процессов цифровой трансформации промышленного производства в том числе и в области обеспечения безопасности.

Целью настоящего исследования является проведение сравнительного анализа существующих классов интеллектуального программного обеспечения (ПО) для безопасности ОПО и определение наиболее эффективных архитектурных решений [2].

В рамках текущего исследования выделены три базовых класса программных продуктов, применяемых для обеспечения безопасности на опасных производствах:

- **системы видеоаналитики на базе технологий компьютерного зрения** — это программное обеспечение, которое анализирует видеопоток с камер в реальном времени или из архивных записей с целью выявления определённых событий или объектов. Алгоритмы программы позволяют получить и

обработать информацию об изменениях изображений, лиц, образов, нарушениях технологического процесса, отсутствия средств индивидуальной защиты, дефектах оборудования, визуализации фиксации задымления или открытого горения и др. При этом обобщается информация как с нескольких камер на территории предприятия.

- **ИИТ-платформы и системы предиктивной аналитики** — это системы для сбора, хранения, анализа и визуализации данных в рамках промышленного интернета вещей [3]. Системы предиктивной аналитики в контексте ИИТ позволяют мониторить и прогнозировать потенциальные неисправности по данным датчиков (вибрации, температуры, нагрузкам) и формировать рекомендации по обслуживанию. Данная система предупреждает инженеров о необходимости техобслуживания до того, как случится дорогостоящая поломка.

- **интегрированные системы управления охраной труда и промышленной безопасностью (EHS-системы)**. Представляют собой программные среды для автоматизации управления документацией, допусками к работам, инструктажами и процедурами расследования инцидентов, обладающие интерфейсами для мобильной коммуникации с персоналом.

Методология сравнительного анализа заключается в выборе критериальной базы, которая оценивает: верификацию угроз в реальном временном масштабе, вероятность возникновения ложных срабатываний, совместимость с действующими системами и системами контроля и управления доступом, соотношение совокупной стоимости владения (t_{co}) и объема предотвращенного потенциального ущерба.

Результаты сравнительного исследования приведены в табл. 1.

Проведенный анализ систем видеоаналитики показал, что ключевым преимуществом является возможность автоматизированного мониторинга соблюдения норм охраны труда, возникновения аварий в реальном времени. Тем не менее, выявлены ограничения: снижение эффективности при недостаточном освещении, запыленности среды. Кроме того, функционал таких систем редко включает анализ технического состояния оборудования.

Таблица 1

Сравнительная характеристика интеллектуальных систем безопасности ОПО

Критерий	Системы видеоаналитики (CV)	ИИТ-платформы (Предиктика)	Интегрированные EHS-системы
Основная функция	Контроль поведения людей и визуальных угроз	Мониторинг состояния оборудования	Управление процессами и документацией
Режим работы	Реальное время (онлайн)	Реальное время + Прогноз	Преимущественно постфактум
Точность детекции	85–95% (зависит от освещения)	90–98% (при калибровке датчиков)	Зависит от ввода данных
Интеграция	Средняя (требует мощных серверов)	Высокая (стандартные протоколы)	Высокая (API для ERP)
Влияние на безопасность	Снижение травматизма	Предотвращение техногенных аварий	Снижение организационных рисков

Стоимость внедрения	Средняя	Высокая	Низкая/Средняя
Недостатки	Ложные срабатывания, приватность	Высокие требования к сенсорике	Человеческий фактор при вводе

Анализ IoT-платформ показал, что указанные системы демонстрируют высокую результативность в предотвращении крупных техногенных катастроф (разгерметизация, перегрев, критическая вибрация). Основным лимитирующим фактором является высокая стоимость оснащения объекта сенсорикой и необходимость модернизации устаревшего оборудования.

Цифровизация документооборота способствует минимизации рисков административных санкций и утери данных. Однако данные системы носят преимущественно учетный характер и оказывают ограниченное влияние на предотвращение аварий в реальном времени.

Проведенный анализ демонстрирует, что изолированное применение какого-либо одного класса программного обеспечения не обеспечивает комплексной безопасности ОПО. Системы видеоаналитики не обладают функционалом выявления скрытых дефектов оборудования, в то время как IoT-датчики не фиксируют нарушения правил нахождения персонала в опасных зонах.

Наиболее перспективным вектором развития представляется создание гибридных интеллектуальных платформ. Подобные архитектуры консолидируют потоки данных от видеокамер и промышленных сенсоров в рамках единой модели данных. Например, при активации датчика загазованности система автоматически осуществляет ориентацию камер в зону инцидента, верифицирует присутствие людей и инициирует блокировку доступа через систему контроля и управления доступом.

Существенным аспектом для отечественных предприятий является вопрос технологического суверенитета. Многие ранее эксплуатируемые западные платформы в текущих геополитических условиях недоступны или не поддерживаются. Стимулирование отечественных ИТ-разработок создаёт благоприятные условия для внедрения российских программных решений, однако на практике многие из них требуют доработки в части алгоритмов машинного обучения, поскольку не всегда в полной мере учитывают отраслевую специфику. Это определяет необходимость адаптации существующих моделей под конкретные прикладные задачи.

Другой значимой проблемой является формирование избыточного потока сигналов, который в литературе обозначается термином «цифровой шум». Когда система генерирует слишком много предупреждений, включая мало-значимые события, это снижает способность операторов своевременно реагировать на реальные угрозы. По этой причине важным функциональным требованием к современному программному обеспечению становится наличие механизма интеллектуальной фильтрации, способного автоматически

ранжировать события по уровню опасности и выделять наиболее критичные инциденты

Анализ показывает, что наилучшие результаты достигаются при использовании комплексного подхода, основанного на объединении данных из различных источников в рамках единой платформы управления безопасностью. В этой связи перспективным направлением исследований представляется разработка стандартизированных интерфейсов взаимодействия между разнородными системами, а также совершенствование методов искусственного интеллекта, направленных на снижение доли ложных срабатываний в условиях нестабильной промышленной среды. Такой подход позволит повысить как точность определения угроз, так и общую надёжность системы защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 58.0.01-2022. Цифровизация промышленности. Основные термины и определения: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.06.2022 № 545-ст: дата введения 2023-01-01. Москва: Стандартинформ, 2022.

2. Иванов, А. В. Цифровая трансформация промышленной безопасности / А. В. Иванов // Вестник безопасности труда. 2023. № 4. С. 12–18.

3. Москаленко, Т. А. Архитектуры промышленного интернета вещей // Вестник СУНЦ ГУ МЧС России. 2020. № 1. С. 49–56.

УДК 504.06:004.8

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ОПТИМИЗАЦИЯ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРОГРАММЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ 2025

Гайдук Т.Д. (23ИЗ01)

Научный руководитель — к.х.н., доц. кафедры ХИЭС Мухаметшина Р.М.
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Институт строительных технологий и инженерно-экологических систем

Рассмотрено применение искусственного интеллекта (ИИ) в экологическом мониторинге для оптимизации отчетности по программе производственного экологического контроля (ПЭК) в 2025 году. Проанализированы преимущества ИИ в обработке данных, автоматизации отчетов и соответствии новым требованиям законодательства.

Ключевые слова: экологический мониторинг, ПЭК, искусственный интеллект, автоматизация, цифровизация, выбросы.

2025 год характеризуется усилением экологического регулирования в России. Изменения в ФЗ № 7-ФЗ и Приказ Минприроды России № 262 от 12.05.2025, вступивший в силу с 1 сентября 2025 года, включают учет побочных продуктов производства и обязательное внедрение систем автоматиче-

ского контроля (САК) для объектов I и II категорий негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) [1]. Это стимулирует использование ИИ для обработки данных и автоматизации отчетности.

ИИ позволяет оптимизировать экологический мониторинг за счет анализа больших объемов данных с датчиков, спутников и дронов, прогнозирования превышений нормативов и упрощения подготовки отчетов для Росприроднадзора. Алгоритмы машинного обучения выявляют закономерности в данных, предсказывая потенциальные нарушения. Например, на предприятии «Нижнекамскнефтехим» внедрение ИИ-системы для анализа выбросов сократило количество превышений на 20% за счет раннего обнаружения аномалий. Системы автоматического контроля (САК), интегрированные с ИИ, обеспечивают непрерывный мониторинг источников выбросов. Согласно Постановлению Правительства РФ № 1990 от 2025 года, такие системы обязательны для объектов I категории НВОС [2]. ИИ автоматизирует заполнение таблиц 3.2, 3.3 (инвентаризация источников выбросов) и 5.1 (сведения о побочных продуктах) программы ПЭК, снижая нагрузку на персонал и минимизируя ошибки. На рис. 1 показана структура процесса обработки данных и формирования отчетности.

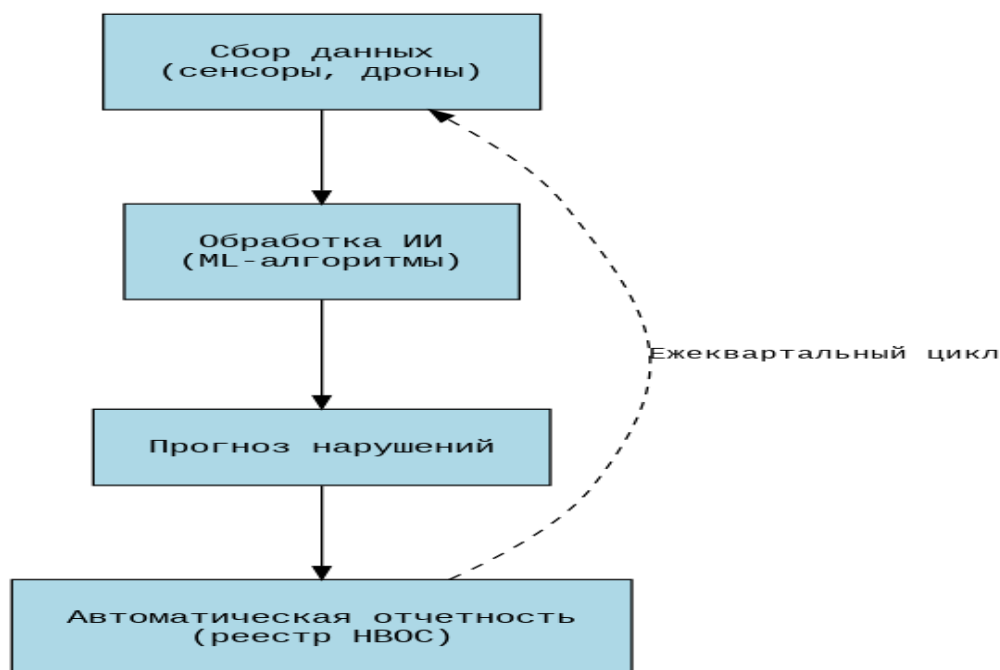


Рис. 1. Схема интеграции ИИ в процесс экологического мониторинга

Дополнительно ИИ применяется для обработки данных дистанционного зондирования с использованием дронов с мультиспектральными камерами, что позволяет выявлять несанкционированные свалки и загрязнения на больших территориях. Развитие концепции «цифрового экодвойника» – модели, синхронизированной с реальными показателями – обеспечивает путь к полностью автоматизированному экологическому аудиту [3].

На ПАО «Казаньоргсинтез» внедрение ИИ-системы для анализа данных с САК позволило сократить время подготовки отчетов на 30% и выявить 15% дополнительных источников загрязнения. Однако внедрение ИИ сталкивается с вызовами: высокая стоимость оборудования, необходимость аккредитации лабораторий и обучение персонала. Для решения этих проблем предлагается использование облачных ИИ-платформ, снижающих затраты на инфраструктуру. Адаптивные сверточные нейронные сети уже применяются в интеллектуальных системах мониторинга экопараметров [4].

Таким образом, применение ИИ в экологическом мониторинге оптимизирует выполнение требований ПЭК 2025, обеспечивая автоматизацию отчетности, точность данных и соответствие законодательству. Интеграция ИИ с САК и дистанционным зондированием станет стандартом для российской промышленности, способствуя устойчивому развитию и переходу к «зеленой» экономике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Минприроды России № 262 от 12.05.2025 «О внесении изменений в требования к содержанию программы ПЭК». М., 2025. 15 с.
2. Постановление Правительства РФ № 1990 от 2025 г. «Об утверждении требований к системам автоматического контроля». М., 2025. 10 с.
3. Степанов И.О., Крайнов Д.В. Применение цифрового двойника для мониторинга микроклимата в помещении // Известия КГАСУ. 2024. № 2(68). С. 26–36.
4. Ванюшев А.А., Мокшин В.В., Мавлиев Л.Ф. Адаптивные сверточные нейронные сети в интеллектуальных системах // Известия КГАСУ. 2025. № 2(72). С. 277–290.

УДК 331.461

ВЫЯВЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ ПРЕДИКТОРОВ РЕАЛИЗАЦИИ ОПАСНЫХ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДВУХЭТАПНОГО КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Герасименко Н.М., ведущий специалист по охране труда и охране окружающей среды
ООО «ЭКСПЛОН»

Рогозин Ю.О., начальник отдела охраны труда ООО «Газпром Трансгаз Сургут»
Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой промышленной безопасности и
охраны окружающей среды Глебова Е.В.

Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина

В статье исследована связь индивидуально-личностных свойств работников и реализации опасных событий (производственный травматизм и профессиональные заболевания). Использование двухэтапного кластерного анализа позволило выделить два устойчивых кластера, различающиеся по факту наличия травмы и качественной выраженности ответственности и эмоциональной устойчивости работников.

Ключевые слова: травматизм, профессиональное заболевание, индивидуально-личностные свойства, двухэтапный кластерный анализ, проактивное управление.

Трансформация систем управления охраной труда от реактивной модели к проактивной, основанной на глубоком анализе индивидуальных факторов (индивидуально-личностных свойств и характеристик), требует постоянного совершенствования. Целью настоящего исследования является анализ связи индивидуальных факторов и реализованных опасных событий (производственный травматизм, профессиональное заболевание).

Для реализации поставленной цели разработан специальный опросник, который измеряет качественную выраженность ответственности и эмоциональной устойчивости как показателей индивидуально-личностных свойств, обуславливающих поведение работника в текущий момент времени (свойств личности [1] и свойств нервной системы (темперамент) [2]). Дистанционно с использованием Яндекс Формы проведен анонимный опрос среди работников рабочих профессий основного и вспомогательного производств газотранспортного предприятия ($n=554$).

Для исследования связи индивидуальных факторов и реализованных опасных событий применен двухэтапный кластерный анализ. В качестве входных переменных использованы три показателя: степень ответственности, эмоциональная устойчивость и факт наличия травмы / профессионального заболевания.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена в программном комплексе IBM SPSS Statistics 23 [3]. Критический уровень значимости p при проверке нулевых гипотез принимался равным 0,05.

Опросник характеризуется высокой внутренней согласованностью утверждений [4]: величина альфа Кронбаха составляет 0,909.

Силуэтная мера сцепления и разделения (0,5) свидетельствует о достаточной четкости структуры кластеров и хорошем качестве кластеризации. Анализ показал, что исследуемая выборка разделена на два устойчивых кластера: «Нулевой травматизм» ($n=363$, 65,5 %) и «Травматизм» ($n=191$, 34,5 %). Ключевой переменной для формирования кластеров является «Травма». В кластер «Нулевой травматизм» вошли все работники, не получившие травму и/или профессиональное заболевание на предприятии. Исследование структуры данного кластера показало, что 39,1 % ($n=142$) работников от общего состава кластера (самая большая группа) характеризуются выраженной ответственностью и 28,9% ($n=105$) – высокой эмоциональной устойчивостью. Дополнительно проведенный анализ таблиц сопряженности подтвердил важность исследуемых индивидуально-личностных свойств работников: в кластере «Нулевой травматизм» сосредоточено 84,0 % от общего числа работников с выраженной ответственностью и 94,6 % – от общего числа работников с высокой эмоциональной устойчивостью.

В кластер «Травматизм» вошли все работники, получившие травму и/или профессиональное заболевание на предприятии. В данном кластере выявлена иная тенденция распределения работников: почти половина работников

(48,2%) относится к группе с недостаточной ответственностью и 37,7% – к группе с крайне низкой эмоциональной устойчивостью.

Использование рангового *U*-критерия Манна-Уитни подтвердило статистически значимые различия между кластерами по показателям степени ответственности и эмоциональной устойчивости ($p < 0,001$).

Таким образом, переменные «Степень ответственности» и «Эмоциональная устойчивость» обладают высокой дифференцирующей способностью. Кластеры значимо различаются не только по факту наличия травмы, но и по качественной выраженности индивидуально-личностных свойств работников. Полученные данные обосновывают необходимость проведения профессионального отбора при приеме на работу с учетом как квалификационных компетенций (знания, навыки, умения), так и индивидуально-личностных свойств работников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мерлин В.С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. М.: Педагогика, 1986. 253 с.
2. Небылицын В.Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий. М.: Наука, 1976. 336. с.
3. Бююль А., Цёфель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановления скрытых закономерностей. СПб.: ООО «ДиаСофтЮП»; 2005. 608 с.
4. Аванесов В.С. Тесты в социологическом исследовании. М.: Наука; 1982. 200 с.

УДК 628.16

МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕДУЦИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФОРМА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Геращенко А.А.¹, к.т.н., доц. кафедры ВиВ

Игнаткина Д.О.¹, к.т.н., доц. кафедры ВиВ

Федий Н.В.², учитель русского языка

Геращенко В.К.², учащийся 10 «А» класса

¹Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

²Муниципальное общеобразовательное учреждение г. Волгограда «Гимназия № 17»
(г. Волгоград, Россия)

Рассмотрены ключевые методы, подходы и технологии, применяемые для снижения концентрации хлороформа на этапах водоподготовки.

Ключевые слова: питьевая вода, органические вещества, прекурсоры, тригалометан, хлороформ, предельно – допустимая концентрация (ПДК), аммонизация, дезинфектант.

Образование хлороформа при хлорировании питьевой воды является объектом пристального внимания, как в России, так и на международном уровне.

Хлороформ (трихлорметан, CHCl_3) представляет собой побочный продукт дезинфекции питьевой воды, образующийся в результате реакции между хлором и природными органическими веществами. Являясь потенциальным канцерогеном, хлороформ требует строгого контроля его содержания в питьевой воде в соответствии с международными нормами (например, ВОЗ, ЕРА).

Основным документом, определяющим гигиенические нормативы содержания хлороформа в питьевой воде на территории Российской Федерации, является ГОСТ Р 57164-2022 "Вода питьевая. Метод измерения массовой концентрации тригалометанов методом газовой хроматографии" или предшествующие ему санитарные нормы, например, СанПиН 1.2.3685-21. Согласно действующим требованиям, предельно допустимая концентрация (ПДК) хлороформа в питьевой воде составляет 20 мкг/л. Это значение было установлено на основании токсикологических исследований, учитывающих потенциальные канцерогенные риски при длительном употреблении воды с повышенным содержанием данного вещества.

Установленная ПДК служит ориентиром для служб водоснабжения и органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Соблюдение данного норматива предполагает, что качество водопроводной воды находится в безопасных пределах, и риски для здоровья населения минимизированы. Контроль содержания хлороформа осуществляется на различных этапах водоподготовки и в распределительной сети.

Таблица 1

Методы применяемые для снижения хлороформа в питьевой воде

Метод	Суть метода	Эффект
Инфильтрация	Использование водоприемников инфильтрационного типа	20-40%
Пневмозавеса	Подача воздуха в распределительную систему перед водозабором	6-11%
Микрофильтрация	Использование микрофильтров на первом этапе очистки	25-35%
Углевание	Дозирование ПАУ в обрабатываемую воду	10-40%
Аэрация	Аэрация воды воздухом в объемах 2-9 на 1 воды Аммонизация воды перед	30-80%
Преаммонизация	Аммонизация воды перед хлорированием для исключения образования свободного хлора	60-80%
Сорбция	Фильтрация через фильтры с гранулированным активированным углем	До 90%

Существующие технологии водоочистки, за исключением этапов угольной адсорбции и преаммонизации, предполагают внедрение радикально нового оборудования и сооружений, или расширение имеющейся инфраструктуры. Такой подход влечет за собой экспоненциальный рост, как первоначальных инвестиций, так и текущих операционных расходов. При этом, вышеупомянутые альтернативные методы, несмотря на свои экономические из-

держки, характеризуются ограниченной эффективностью в части минимизации концентрации хлороформа [1].

Рассматриваемые технологии предполагают глубокую модернизацию существующих процессов, направленную на оптимизацию коагуляции и фильтрации на водопроводных станциях. Особое внимание уделяется имплементации активированного угля, особенно на объектах, характеризующихся высоким исходным содержанием органических примесей.

По водопроводным очистным сооружениям ООО «Концессии водоснабжения» средняя концентрация хлороформа за 2021 год (до начала применения метода аммонизации) составила от 0,141 мг/л до 0,18 мг/л.

Проведенный литературный обзор и систематизация данных в рамках сравнительной таблицы 1 позволили определить, что эффективность выбранного технологического решения по сокращению содержания хлороформа в питьевой воде находится в диапазоне 60-80 %.

Принимая во внимание, что согласно графику (Рис.1) была зафиксирована средняя фактическая концентрация хлороформа, составляющая 0,18 мг/л, применение данного технологического решения позволяет достичь следующего снижения: при эффективности 60% снижение до 0,072 мг/л, при максимальной эффективности 80% снижение до 0,036 мг/л.

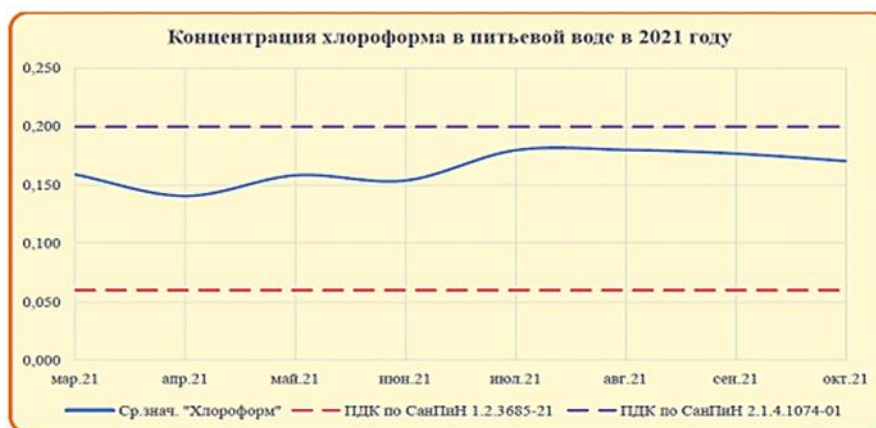


Рис. 1. График изменения средней концентрации «Хлороформа» за 2021 г.

Таким образом, диапазон потенциального снижения содержания хлороформа составляет от 0,036 до 0,072 мг/л. Полученные расчетные значения находятся в пределах допустимых норм, установленных СанПиН 2.1.3684-21 (Предельно допустимые концентрации (ПДК) для хлороформа в питьевой воде). Это свидетельствует об адекватности и целесообразности выбранной технологии для обеспечения требуемого качества питьевой воды.

Технологическое решение, примененное для снижения содержания хлороформа в питьевой воде, демонстрирует высокую эффективность в диапазоне 60-80%. Это позволяет привести концентрацию хлороформа к безопасным уровням, соответствующим действующим санитарным нормам Российской Федерации, что подтверждает его практическую применимость [2].

Анализ международных передовых практик выявляет многоаспектный подход, ориентированный на превентивное снижение образования инициирующего тригалометана и его последующего удаления. Данная стратегия охватывает, как деактивацию органических прекурсоров, так и тонкую настройку процессов дезинфекции, дополненную специализированными технологиями удаления уже сформированного продукта.

Приоритетным направлением в этой парадигме является нивелирование органогенных субстратов-предшественников. Для достижения этой цели успешно применяются физико-химические методы, в частности, коагуляционная и флокуляционная сепарация, адсорбционные технологии с использованием высокоселективных материалов, а также мембранные процессы, обеспечивающие тонкую очистку воды.

Наряду с этим, мировым опытом накоплен ценный багаж знаний по оптимизации стадии хлорирования. Он включает в себя высокоточные расчеты дозировки дезинфицирующего агента и продолжительности контактного времени, а также активное применение альтернативных дезинфектантов, таких как озонирование, ультрафиолетовое облучение и хлораминирование. Выбор данных методов в ряде сценариев демонстрирует значительное сокращение образования хлороформа [3].

Сопоставительный анализ российских и международных наработок подтверждает консенсус в отношении методологической базы снижения образования хлороформа, акцентирующей внимание на работе с его предшественниками и оптимизации дезинфекционных протоколов. Международная практика отличается более широким внедрением инновационных мембранных технологий и разнообразным спектром альтернативных дезинфектантов. Российская же практика, напротив, фокусируется на совершенствовании устойчивых, верифицированных методов, стремясь к достижению их максимальной операционной эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игнаткина Д.О., Геращенко А.А., Войтюк А.А., Потоловский Р.В., Дорочинская А.В., Тарасов М.В. Системный подход к выбору и внедрению современных технологий интенсификации работы водопроводных очистных сооружений // Вестник. - Волгоград: Волгоград. гос. архит.-строит. ун-т., 2024. С. 188-198.
2. Игнаткина Д.О., Юрьев Ю.Ю., Бikuнова М.В., Текушин Д.В., Власова О.С., Гудеева Д.С. Практический опыт дооснащения действующих водопроводных очистных учреждений нормативных требований к качеству питьевой воды // Вестник. - Волгоград: Волгоград. гос. архит.-строит. ун-т., 2025. С. 127-139.
3. Сколубович, Ю.Л., Войтов Е.Л., Никитин А.М. Повышение эффективности водопроводных станций // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. №2. С. 123-129.

РЕСУРСНЫЙ ИЗНОС ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ: УГРОЗА И МАСШТАБ ПРОБЛЕМЫ

Геращенко А.А.¹, к.т.н., доц. кафедры ВиВ

Игнаткина Д.О.¹, к.т.н., доц. кафедры ВиВ

Федий Н.В.², учитель русского языка

Геращенко В.К.², учащийся 10 «А» класса

¹Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

²Муниципальное общеобразовательное учреждение г. Волгограда «Гимназия № 17»

(г. Волгоград, Россия)

Показана динамика деградации коммунальной инфраструктуры систем водоснабжения и водоотведения, определяемая физическим и моральным износом, и её количественные эквиваленты.

Ключевые слова: центр стратегических разработок (ЦСР), коммунальная инфраструктура, системы водоснабжения и водоотведения (ВиВ), гидравлическое сопротивление, износ, потери.

Изношенность инфраструктуры водоснабжения и водоотведения достигла критического уровня, что закономерно влечет за собой увеличение доли сетей, требующих скорейшей реновации. Точные количественные оценки этой проблематики затруднены из-за разнородности методологических подходов и отсутствия унифицированной методики расчета показателя износа в рамках государственной статистической отчетности.

Данные Росстата, отражающие процент водопроводных и канализационных сетей, нуждающихся в замене, демонстрируют существенные расхождения между регионами России (до 3-5 раз и более). Отсутствие детализации в формах федерального статистического наблюдения относительно критериев отнесения сетей к категории «требующих замены» препятствует корректному сбору и агрегированию информации с предприятий коммунального комплекса, что, в свою очередь, искажает картину состояния отрасли на уровне субъектов федерации и страны в целом.

Проведенный анализ выявил, что официальные статистические данные Росстата в системе водоснабжения и водоотведения в среднем по России за 2023 год демонстрируют более оптимистичную картину по сравнению с результатами опроса центра стратегических разработок (ЦСР). Наиболее остро проблема стоит перед водоканалами, обслуживающими населенные пункты с численностью жителей до 100 тысяч человек (рис.1) [1].

Изучение альтернативных данных, полученных в ходе опроса ЦСР среди предприятий водоснабжения и водоотведения, выявило иную траекторию динамики ключевых показателей за минувшее десятилетие.

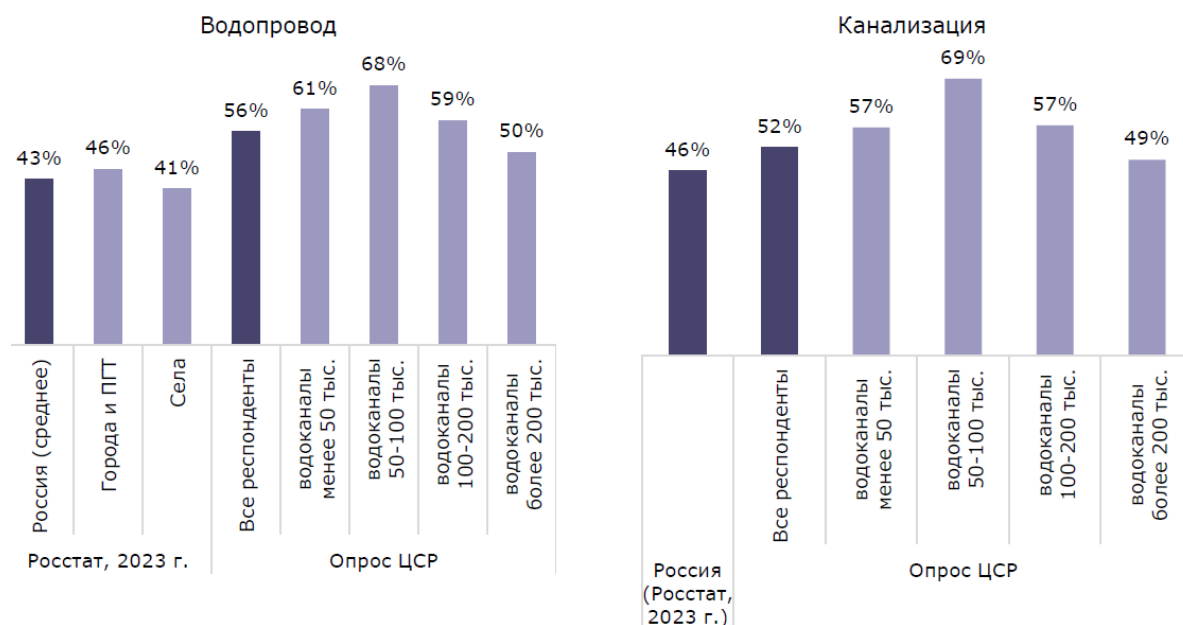


Рис. 1. Доля изношенных трубопроводных и распределительных сетей водоснабжения и водоотведения в России

В сегменте канализационных и водопроводных систем зафиксирован рост доли сетей, требующих замены, за период 2013–2022 годов увеличился более чем на 2 – 10 % соответственно. При корректировке ответов с учетом протяженности обслуживаемых сетей, данный показатель. Эти эмпирические данные сигнализируют о существенном ухудшении состояния водопроводных сетей (рис.2) [1].

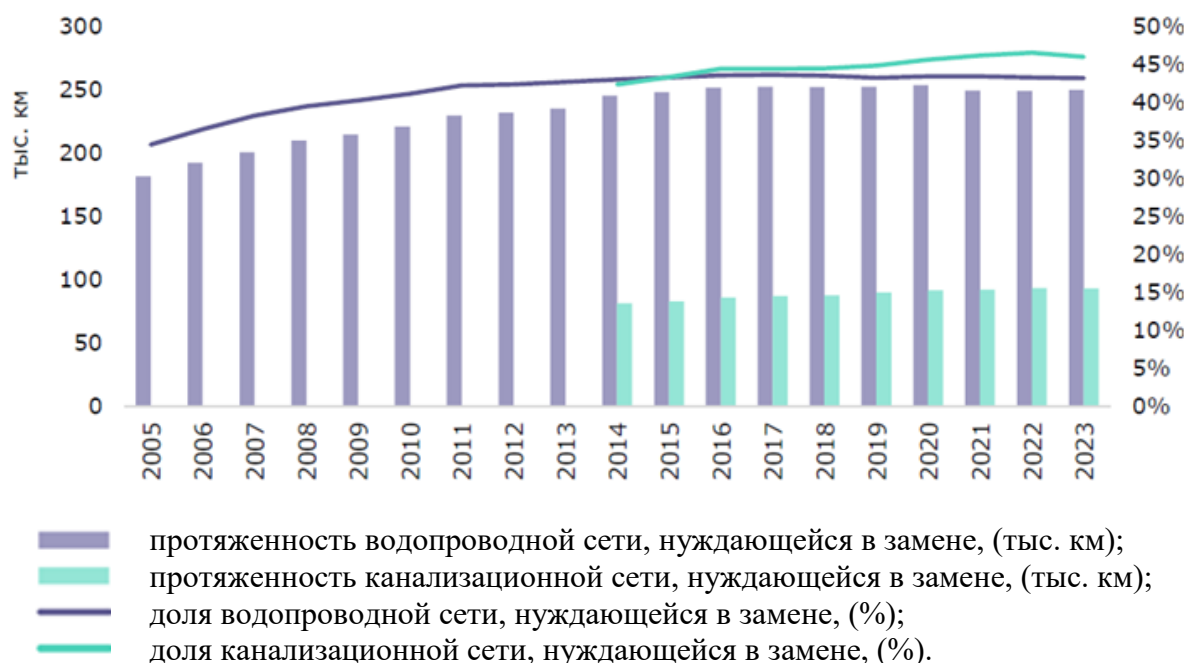


Рис. 2. Протяженность изношенной водопроводной и канализационной сети в России

На сегодняшний день, по различным источникам, доля изношенных (на 70% и более) трубопроводных сетей водоснабжения составляет от 40% до

65% от общей протяженности. Аналогичный показатель для систем водоотведения может достигать 50-75%.

Как следствие коррозии и отложений, диаметры труб эффективного действия сокращаются, что приводит к увеличению энергозатрат на перекачку воды.

Частота возникновения утечек, разрывов, засоров и других инцидентов прямо коррелирует с уровнем износа. Ежегодный прирост аварийности может достигать 5-15% в регионах с наиболее критическим состоянием сетей [2].

Потери воды в сетях водоснабжения из-за утечек могут достигать 20-30% и более от общего объема подаваемой воды.

Прогрессирующий процесс деградации основных фондов систем водоснабжения и водоотведения, характеризует современное состояние коммунальной инфраструктуры. Эффективность функционирования данной критически важной отрасли напрямую влияет на эпидемиологическую безопасность, социально-экономическое развитие и качество жизни населения. Поэтому важен комплексный анализ причин, масштабов и потенциальных последствий износа инфраструктуры ВиВ, а также оценка угроз, связанных с дальнейшим накоплением этой проблемы.

Деградация систем водоснабжения и водоотведения является многофакторным процессом, обусловленным физическим и моральным износом.

К физическому износу относится: коррозия материалов трубопроводных сетей, абразивный износ, эрозия, что приводит к снижению их несущей способности, увеличению гидравлического сопротивления и протечек. Срок службы большинства материалов, использовавшихся в прошлом (сталь, чугун), ограничен и часто превышен.

К моральному износу относится: появление новых, более эффективных и долговечных материалов, таких, как полимерные композиты, высокопрочный чугун с шаровидным графитом, а также технологии бестраншейной прокладки, современные системы мониторинга, которые делают устаревшее оборудование и сети менее конкурентоспособными и экономически нецелесообразными к эксплуатации [2].

Хронический дефицит финансирования приводит к накоплению и отсрочке необходимых мероприятий по обновлению основных средств.

Повышенное давление в сети, термические расширения, сжатия, вибрации, сейсмические нагрузки, а также агрессивные свойства транспортируемых сред, особенно в системах водоотведения, способствуют ускоренному старению материалов. Просадка грунтов, подвижность земной коры, деструктивное воздействие грунтовых вод, а также ошибки проектирования и строительства, могут снижать ресурс компонента в разы.

Уровень износа инфраструктуры систем водоснабжения и водоотведения варьируется в зависимости от региона, типа сети и материала. Однако, по данным отраслевой статистики и экспертных оценок, наблюдается тревожная тенденция доли сетей, нуждающихся в замене, увеличение удельного гид-

равлического сопротивления, роста числа аварийных ситуаций, увеличения объемов потерь воды.

Накопление проблемы износа создаёт комплекс угроз, которые могут иметь серьёзные негативные последствия, такие, как эпидемиологические риски, экономические потери, потери транспортируемой среды, прерывание водоснабжения, а также экологические проблемы, социальная напряженность, снижение инвестиционной привлекательности регионов [3].

Износ инфраструктуры водоснабжения и водоотведения представляет собой системную угрозу, требующую неотложного внимания. Количественная оценка масштабов проблемы, выявление ключевых факторов деградации и прогнозирование негативных последствий позволяют говорить о необходимости радикального пересмотра подходов к финансированию, планированию и реализации мероприятий по капитальному ремонту, реконструкции и модернизации сетей водоснабжения и водоотведения. Игнорирование данного вызова приведет к невосполнимым экономическим, экологическим и социальным потерям в долгосрочной перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сфера водоснабжения и водоотведения в России: текущее состояние и пути развития // Сфера водоснабжения. Режим доступа: <https://www.csr.ru/upload/iblock/f1e/e6706jxusj9j3tja2yhtcvstdt7as6ewm.pdf> (дата обращения: 03.04.2026).
2. Мухорин А.А., Сидоров А.Д. Проблемы системы водоснабжения и водоотведения в г. Санкт-Петербурге // Молодой ученый. 2017. №15. С. 61-61.
3. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года // Энерго-стратегия. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/ministry/energy-strategy> (дата обращения: 03.04.2026).

УДК 614.841

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Гуляева С.В. (ТБм-2-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Пожары в медицинских организациях относятся к категории событий с высоким социальным ущербом вследствие наличия маломобильных пациентов, сложной инженерной инфраструктуры и специфических пожарных нагрузок. Цель работы — анализ актуальных проблем тушения пожаров в учреждениях здравоохранения и разработка практических рекомендаций по повышению эффективности локализации и ликвидации возгораний. Рассматриваются особенности эвакуации, функционирование систем противопожарной защиты и организационные аспекты обеспечения безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, медицинские организации, тушение пожаров, эвакуация пациентов, дымозащита, автоматическое пожаротушение.

Объекты здравоохранения характеризуются круглосуточным пребыванием людей, в том числе пациентов с ограниченной подвижностью. Специфика функционального назначения зданий определяет особые требования к обеспечению пожарной безопасности. При возникновении пожара первоочередной задачей становится не только тушение очага, но и обеспечение безопасной поэтапной эвакуации пациентов и персонала.

К числу факторов, осложняющих тушение пожара, относятся наличие кислородных систем, высокая насыщенность электрооборудованием, применение полимерных отделочных материалов, а также ограниченная мобильность пациентов. Особую опасность представляет быстрое распространение дыма, который блокирует пути эвакуации и создает угрозу для людей с заболеваниями дыхательной системы [1].

Среди основных проблем выделяются: несоответствие планов эвакуации реальным условиям, недостаточная интеграция систем пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, эксплуатационные нарушения, недостаточная подготовка персонала к действиям в чрезвычайной ситуации, а также сложность эвакуации пациентов в связи с неспособностью самостоятельно передвигаться. Дополнительные трудности возникают при необходимости одновременного спасения пациентов и локализации очага возгорания.

Повышение эффективности возможно за счет модернизации систем обнаружения и оповещения, обеспечения работоспособности противопожарных преград, внедрения автоматических установок пожаротушения в критически важных помещениях, а также регулярного проведения тренировок персонала. Особое значение имеет сценарное планирование и отработка действий в первые минуты после обнаружения пожара [2].

Для наиболее эффективной эвакуации пациентов необходимо предусмотреть носилки, специальные незадымляемые помещения и шлюзы с избыточным подпором воздуха. Эвакуация должна проводиться совместно с медицинским персоналом, который знает особенности состояния больных.

Ширина эвакуационных выходов и лестничных маршей в больницах должна быть не менее 1,2–1,6 м в зависимости от числа людей на этаже. Двери эвакуационных выходов должны открываться изнутри без ключа, а на путях эвакуации запрещается загромождать проходы мебелью и оборудованием [3].

Тушение пожаров на объектах здравоохранения требует комплексного подхода, сочетающего инженерные решения и организационные меры. Своевременное обнаружение возгорания, эффективное управление дымом и подготовленность персонала являются ключевыми факторами минимизации последствий пожара. Совершенствование нормативной базы и практики экс-

плутации объектов здравоохранения позволит существенно повысить уровень их пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила пожарной безопасности для учреждений здравоохранения от 30.08.1991 № ППБО 07-91 // Официальный интернет-портал правовой информации. - с изм. и допол. в ред. от 05.05.2017.
2. Рожина Е. Н. Метод и средства защиты людей при пожаре на объектах медицинских учреждений // StudNet. 2022. С. 172-184,
3. СП 158.13330.2014. Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования. Введ. 01.06.2014. М.: Минстрой России, 2014. 74 с.

УДК 504.064.2

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Гуршева К.И. (23И301)

Научный руководитель — к.х.н., доц. кафедры ХИЭС Осипова В.Ю.
Казанский Государственный Архитектурно-Строительный Университет
Институт строительных технологий и инженерно-экологических систем

В статье рассмотрена проблема загрязнения атмосферы выбросами оксидов серы, азота и сероводорода, образующимися при сжигании попутного нефтяного газа, а также проведен сравнительный анализ полезного использования попутного нефтяного газа.

Ключевые слова: газотурбинная электростанция, попутный нефтяной газ, сероводород, факельные установки.

На многих крупных предприятиях химической, нефтехимической и нефтяной отраслей промышленности эксплуатируются факельные установки, которые предназначены для сжигания, образующихся при пуске оборудования и в процессе производства некондиционных газов. На предприятиях нефтегазовых промыслов данные газы представлены нефтяным попутным газом.

Вопрос сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) в настоящее время является актуальным во всем мире, поскольку он обладает высоким энергопотенциалом, является сырьем для химических отраслей, а при сжигании данного газа в атмосферу попадает миллионы тонн оксидов азота, диоксидов серы, оксидов углерода, сероводорода и сажи.

Мировой опыт показывает, что полезное использование попутного нефтяного газа включает несколько вариантов, которые могут быть сгруппированы в два основных направления:

1. Сбор и переработка газа на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) с извлечением широкой фракции легких углеводородов и получением сухого отбензиненного газа;

2. Использование газа в качестве сырья для технологических нужд промыслов в районах добычи, что включает в себя:

- выработку электроэнергии на газотурбинной электростанции (ГТЭС);
- химическую переработку;
- газохимические процессы (процесс Фишера-Тропша);
- применение для технологических нужд промысла (сайклинг-процесс, газлифт).

Сравнительный анализ технологий утилизации ПНГ показал, что современные технологии предварительной подготовки газа позволяют полностью использовать ПНГ в качестве основного вида топлива для получения электроэнергии на ГТЭС, которая в дальнейшем используется для нужд месторождения и подачи в местные электросети [1].

Для снижения концентрации кислых компонентов выбран абсорбционный метод, который широко применяется в промышленности для извлечения сернистых компонентов, а также имеет готовые блочно-модульные решения.

Некондиционные газы, идущие с главных технологических линий в факельную систему с помощью запорных вентилей направляются на очистку в аминовую установку, где они проходят через сепаратор-разделитель, в котором происходит отделение капельной жидкости, и подаются в нижнюю часть абсорбера. Поднимаясь вверх по колонне, газ контактирует с раствором амины, который подается сверху аппарата, где он очищается и после повторной сепарации и проверки на остаточное содержание кислых компонентов газ идет на ГТЭС. Одновременно осуществляется регенерация насыщенного абсорбента с последующей его очисткой от механических примесей в угольных фильтрах.

Газотурбинная электростанция представляет собой сложный комплекс силовых агрегатов, генерирующих электричество и тепловую энергию. В качестве основного привода электрогенератора используется газовая турбина, которая приводится в действие газозоодушнoй смесью, подаваемой под высоким давлением [2].

Современная ГТЭС является высокотехнологичным сооружением, с системой распределения и фильтрации попутного нефтяного газа, которая позволяет свести к минимуму поломку ответственных деталей и узлов. Автоматика и электроника позволяют персоналу станции эффективно контролировать все процессы, происходящие как в самом генераторе, так и во всех вспомогательных сооружениях.

Положительный опыт строительства и эксплуатации электростанций, работающих на попутном нефтяном газе имеется в ПАО «Сургутнефтегаз», на данный момент в компании эксплуатируются 19 ГТЭС. Более 35% от потребляемой объектами общества электроэнергии вырабатывается собственными генерирующими мощностями. Суммарная установленная мощность 64 энергоблоков газотурбинных электростанций компании составляет 631 МВт. С начала работы ГТЭС в ПАО «Сургутнефтегазе» выработано уже более 20 млрд кВтч электроэнергии.

Таким образом, для покрытия потребности в электроэнергии при добыче нефти на месторождениях в отдаленных от центров энергоснабжения районах начали применять газотурбинные установки, с помощью которых решают проблемы как энергоснабжения, так и утилизации попутного нефтяного газа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмелёв П. Попутная прибыль. Использование попутного нефтяного газа: мировой опыт / Шмелёв П.// Сибирская нефть. 2018. №5 (152). С. 16-23.
2. Власова Г.В. Оборудование Процессов Переработки Нефти И Газа / Власова Г.В. М.: Москва, Издательство «Ленанд». 2018. 223 с.

УДК 628.3

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Добринская А.А., к.т.н., доц. кафедры ВиВ,
Прокопов А.М. (ВиВ-1-22), Самофалов Д.В. (СМ-4-24)
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются основные источники загрязнения водоёмов сточными водами, их химический и биологический состав, а также влияние на экосистемы и здоровье человека. Особое внимание уделено современным проблемам очистки сточных вод и перспективным технологиям. Проанализированы последствия антропогенного воздействия и предложены меры по снижению загрязнения.

Ключевые слова: сточные воды, загрязнение, водоёмы, очистка воды, эвтрофикация, экология

Поверхностные воды — воды, которые текут (водотоки) или собираются на поверхности земли (водоёмы). Различаются морские, озёрные, речные, болотные и другие воды. Поверхностные воды постоянно или временно находятся в поверхностных водных объектах [1].

Загрязнение водоёмов сточными водами является одной из наиболее актуальных экологических проблем современности. Когда в водоём поступают недостаточно очищенные сточные воды, нарушается естественное равновесие между биологическими и химическими процессами. Рост промышленности, урбанизация и развитие сельского хозяйства приводят к увеличению объёмов сточных вод, поступающих в природные водные объекты [1].

Массовое загрязнение и отравление воды приводит к следующему [2]:

1. Происходит массовая гибель малых рек.
2. Возникает опасность, что запасы пресной пригодной для употребления воды сократятся не только количественно.
3. Снижается количество пригодных к употреблению подземных вод.

4. Снижается возможность рек к самоочищению.
5. Уменьшаются рыбные ресурсы.
6. Возникают эпидемиологические очаги инфекционных заболеваний, передающихся посредством воды.

Сочетание разных типов загрязнения значительно усложняет выбор очистных технологий, поэтому оценка состояния водного объекта должна проводиться поэтапно, с учётом каждого источника воздействия. На первом этапе обычно наблюдается повышение мутности воды и снижение её прозрачности [3]. По мере развития загрязнения изменяются концентрации растворённого кислорода, органического углерода и биогенных элементов. При недостатке кислорода активизируются анаэробные процессы, в результате которых могут образовываться сероводород и метан. Подобные изменения ухудшают условия существования рыб, беспозвоночных организмов и водной растительности. Со временем видовое разнообразие в загрязнённых водоёмах сокращается, а более устойчивые организмы начинают преобладать, что свидетельствует о нарушении экологического равновесия экосистемы.

Избыточное поступление азота и фосфора вызывает эвтрофикацию и развитие сине-зелёных водорослей. Цветение воды сопровождается ухудшением органолептических характеристик, усилением запаха и повышением вероятности токсического воздействия [4]. Некоторые цианобактерии способны образовывать токсины, опасные для животных и человека.

Таблица 1

Основные типы загрязнения поверхностных вод и методы их устранения

№ п/п	Источник	Типичные загрязнители	Методы устранения
1.	Коммунально-бытовые сточные воды	органические, минеральные и биологические вещества	механическая и биологическая очистка, обеззараживание
2.	Промышленные сточные воды	металлы, фенолы, кислоты, щёлочи	нейтрализация, сорбция, мембранная доочистка
3.	Сельскохозяйственные стоки	азот, фосфор, взвеси, остатки удобрений	регулирование удобрений, пруды-накопители
4.	Ливневые стоки	нефтепродукты, пыль, микропластик	локальные очистные сооружения, отстойники

Загрязнение водных объектов оказывает значимое негативное влияние на санитарно-эпидемиологическое состояние окружающей среды. Наличие патогенных микроорганизмов повышает риск возникновения инфекционных заболеваний, тогда как химические загрязнители могут вызывать интоксикации и иные неблагоприятные последствия для здоровья населения.

Поэтому предотвращение загрязнения водных объектов сточными водами и охрана поверхностных вод от сбросов остаются одними из важнейших задач современного общества. Их успешное решение возможно только при комплексном применении эффективных технологий очистки сточных вод и современного оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадёра Е.В. Загрязнение поверхностных вод в России / Е.В. Бадёра, Е.О. Реховская. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2020. № 23 (313). С. 473-475.
2. Какова ситуация с загрязнением воды в России? Причины экологического неблагополучия и методы его разрешения. Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20210822134136/https://greenologia.ru/ekoroblemu/gidrosfera/zagryaznenie-v-rossii.html> (дата обращения: 30.03.2026).
3. Применение природного минерала на стадии доочистки сточных вод - способ повышения качества окружающей среды / А.В. Москвичева, С.С. Москвичев, Е.В. Федулова, А.А. Сахарова // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды : Материалы XVII Международной научной конференции, Москва, 11–18 сентября 2019 года / Составитель А.Н. Гвоздков. Москва: Волгоградский государственный медицинский университет, 2019. С. 40-46.
4. Определение условий, влияющих на процесс взаимодействия загрязнителей и водных растений / Е.В. Москвичева, Н.А. Сахарова, А.А. Сахарова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. № 44-1(63). С. 63-73.

УДК: 614.842:004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (VR) ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА ПРИ ЭВАКУАЦИИ

Добрынин И.И. (ПБ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. каф. ПБиЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье анализируются ограничения традиционных методов подготовки персонала к эвакуации и рассматриваются преимущества применения VR-тренажёров. Приведены результаты эксперимента, подтверждающего сокращение времени реакции и снижение уровня паники у сотрудников после прохождения VR-обучения.

Ключевые слова: виртуальная реальность, эвакуация, пожарная безопасность

Классическая система тренировок по эвакуации страдает от высокого уровня непостоянности и неправильности проведения. Плановые учения, как правило, проводятся по заранее известному сценарию, в удобное время и при идеальных погодных условиях. Персонал воспринимает такие мероприятия как рутинную обязанность, не испытывая необходимого уровня стресса. От-

сутствует имитация реальных поражающих факторов: задымления, снижения видимости, звукового сопровождения и ощущения опасности. В результате формируется «мышечная память» на спокойную ходьбу, а не на экстренное реагирование. Отсутствие индивидуальной обратной связи и невозможность моделирования разнообразных сценариев (задымление, обрушение путей эвакуации, отказ лифтов) дополнительно снижают эффективность таких мероприятий [1].

Переживая виртуальную чрезвычайную ситуацию, мозг человека фиксирует эмоциональный отклик, но в безопасных условиях. При возникновении реальной угрозы ситуация воспринимается как уже знакомая, что снижает уровень кортизола и позволяет сохранить способность к принятию решений. Виртуальное погружение помогает преодолеть страх темноты и замкнутого пространства, который часто возникает при реальном задымлении.

VR - технологии позволяют создать реалистичную среду для отработки эвакуационных действий без риска для жизни. На рынке представлены следующие решения:

1. Тренажёры виртуальной реальности с готовыми сценариями, которые имитируют различные типы зданий (офисы, склады, торговые центры), а также включают типичные чрезвычайные ситуации (пожар, задымление, землетрясение) и дают обратную связь по действиям пользователя.

2. Интерактивные платформы, позволяющие моделировать план конкретного здания, настраивают параметры ЧС (интенсивность пожара, видимость), отслеживают метрики (время реакции, маршрут эвакуации).

3. Многопользовательские VR симуляторы, помогающие тренировать командные действия и отрабатывать координацию между службами безопасности и сотрудниками [2].

В рамках исследования был проведен эксперимент, направленный на сравнительную оценку времени реакции группы после VR тренинга и инструктажа по ЧС. Целью эксперимента было оценить влияние тренинга виртуальной реальности на скорость реакции персонала в условиях, приближённых к ЧС. Участниками были 20 студентов и преподавателей, разделённых на две группы по 10 человек. 1 группе был проведен стандартный инструктаж по эвакуации в течение 30 минут. Группе 2 проведена тренировка в VR тренажёре в течение 30 минут, сценарий пожара в офисном здании. Через 24 часа обе группы прошли проверку в смоделированной ЧС: звуковой сигнал тревоги, имитация задымления, необходимость покинуть здание по эвакуационным путям. По окончании эксперимента был проведен анализ и сделаны выводы о необходимости внедрения системы виртуальной реальности в практическое применение. На рисунке 1 ниже отражено: А) среднее время реакции, Б) среднее время эвакуации, В) показатели реакции людей.

Результаты эксперимента показали, что внедрение VR-тренировок необходимо для улучшения времени реакции и времени эвакуации людей при пожаре или ЧС.

Для успешного внедрения системы виртуальной реальности в систему охраны труда рекомендуется придерживаться гибридной модели обучения. Виртуальная реальность не должна полностью заменять теоретическую подготовку, а должна дополнять ее, учитывая все сложности. Сначала теория, затем отработка в VR, в конце - реальные учения для закрепления. Регулярность прохождения VR-сценариев должно быть не разовым, а периодическим (например, раз в квартал) для поддержания навыков. Также сценарии должны обновляться в соответствии с изменениями в планировке здания или технологических процессах. Аналитические данные необходимо использовать, собираемые тренажером, для индивидуальной работы с сотрудниками, показавшими худшие результаты. Внедрение таких систем требует первоначальных инвестиций в оборудование, однако снижение рисков травматизма и гибели людей многократно окупает затраты в долгосрочной перспективе [3].

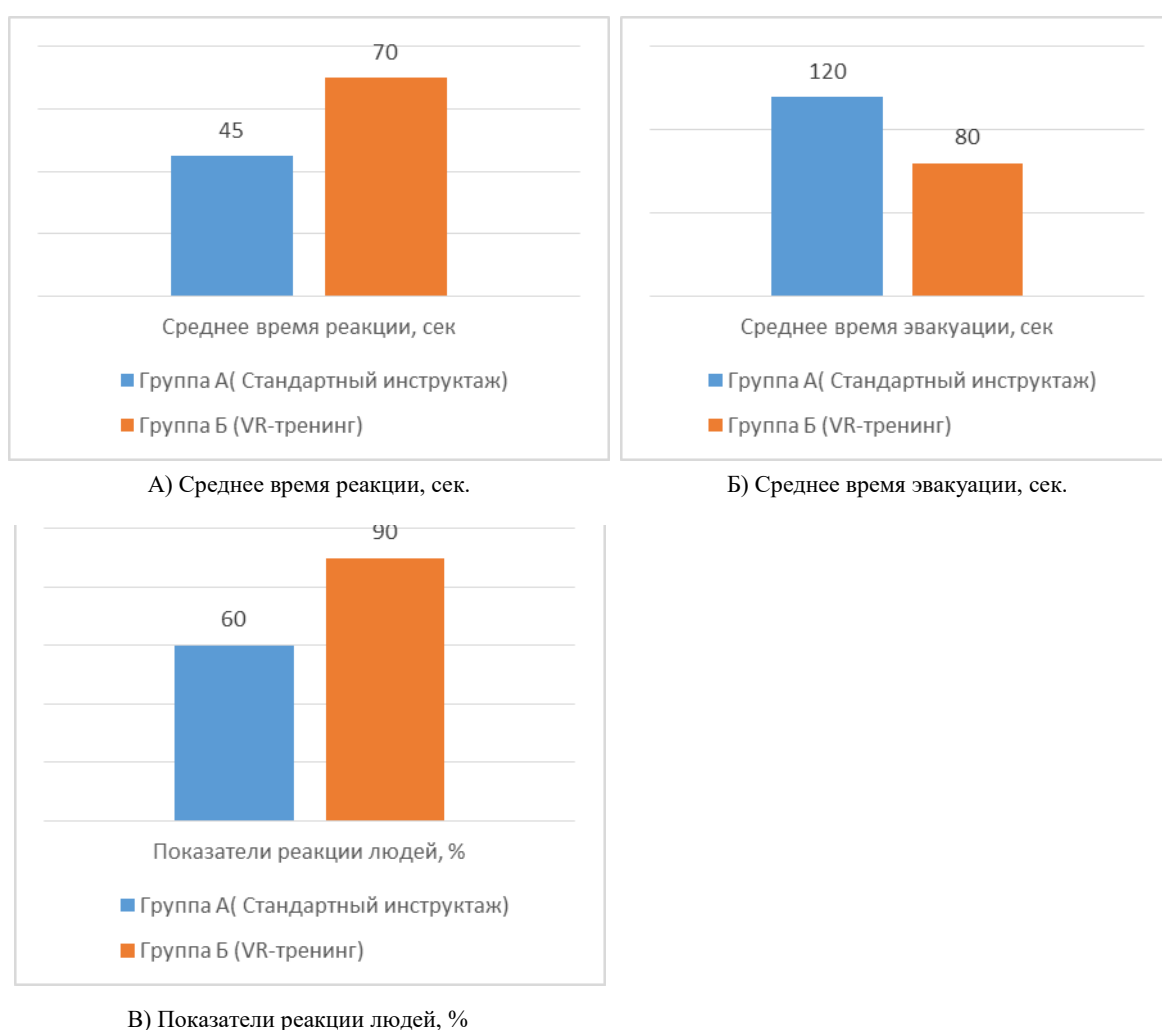


Рис. 1. Результаты эксперимента по внедрению VR-тренировок

Использование технологий виртуальной реальности для тренировки действий при эвакуации является закономерным этапом развития систем безопасности. Данный метод позволяет преодолеть формализм традиционных учений, сократить время реакции персонала и снизить уровень паники в кри-

тических ситуациях. Комплексный подход, сочетающий теорию, VR-практику и реальные учения, способен значительно повысить уровень защищенности на предприятиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимофеева С.С. VR-технологии и производственная безопасность / С. С. Тимофеева, М. А. Максимова, В. А. Храмовских // Безопасность труда в промышленности. 2025. № 2. С. 90-96.
2. Хабиров, Т. Р. Обучение действиям при чрезвычайных ситуациях / Т. Р. Хабиров, Р. В. Кошкарarov, А. В. Квашнин // Педагогическое образование. 2025. Т. 6, № 5. С. 154-158.
3. Иванов В.Е. Технология виртуальной реальности при моделировании ЧС / В. Е. Иванов, В. П. Зарубин, Д. Н. Вокуев // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1, № 1(7). С. 249-251.

УДК 504.064.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКЕАНА ТВЁРДЫМИ ОТХОДАМИ

Дружинина В.С. (ТБ-1-23), Добринская А.А., к.т.н., доц. кафедры ВиВ,
Зимницкая А.О. (ТБ-1-24), Иванова Ю.П., к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье представлен анализ антропогенного загрязнения морских экосистем твёрдыми отходами. Рассматриваются ключевые типы загрязнителей, их источники и механизмы воздействия. Обоснованы последствия для биоразнообразия и здоровья человека, а также предложены направления минимизации негативного воздействия.

Ключевые слова: загрязнение, микропластик, химические отходы, биологическое загрязнение, радиоактивные вещества, экосистемы, биоразнообразие, источники загрязнения.

Загрязнение Мирового океана мусором — одна из самых острых экологических проблем современности. Ежегодно в океан попадают миллионы тонн отходов, что приводит к разрушению морских экосистем, снижению биоразнообразия и угрозе для здоровья человека [1]. Особое место среди загрязнителей занимает пластик, который не разлагается, а лишь распадается на микрочастицы, проникая в пищевые цепочки и распространяясь по всей планете [2].

Выделяют несколько ключевых категорий загрязнителей, отличающихся по происхождению и характеру воздействия:

1. Пластиковое загрязнение. Пластик составляет значительную часть морского мусора. Он не разлагается, а только распадается на микропластик, который попадает в организмы морских обитателей — от планктона до крупных рыб и млекопитающих. Микропластик способен адсорбировать токсины и переносить их по пищевой цепочке, что создаёт угрозу не только для жи-

вотных, но и для человека, употребляющего морепродукты [3]. Крупные скопления пластика, становятся «островами» для микроорганизмов, в том числе патогенных, что нарушает экологический баланс и способствует распространению инфекций [4].

2. Химическое загрязнение. Тяжёлые металлы, пестициды, удобрения и бытовая химия попадают в океан со сточными водами и атмосферными осадками.

3. Биологическое загрязнение. Органические отходы и инвазивные виды микроорганизмов нарушают экосистемный баланс, вызывая эпидемии среди морских обитателей [5].

4. Радиоактивное загрязнение. Радиоактивные изотопы, попадая в океан, могут накапливаться в пищевых цепях и представлять долгосрочную угрозу для биосферы.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика загрязнителей.

Таблица 1

Сравнительная характеристика загрязнителей

Тип загрязнения	Источник	Основной механизм воздействия
Пластик	Бытовые отходы	Механическое и токсическое воздействие
Химические вещества	Сельское хозяйство, промышленность	Токсичность, накопление
Биологическое	Сточные воды	Инфекционное воздействие
Радиоактивное	Техногенные источники	Ионизирующее излучение

Загрязнение приводит к комплексным нарушениям:

- гибель организмов вследствие интоксикации и механических повреждений;
- разрушение коралловых рифов;
- изменение миграционных путей;
- снижение продуктивности экосистем.

Загрязнение океана мусором отражается на здоровье людей через:

- употребление загрязнённых морепродуктов;
- сокращение рыбных запасов и продовольственную безопасность;
- распространение патогенов через воду и морепродукты;
- экономические потери в туризме и рыболовстве.

Для снижения воздействия мусора на морские экосистемы необходимы:

- развитие технологий очистки и переработки пластика;
- модернизация очистных сооружений;
- экологическое просвещение;
- изменение потребительских привычек.

Антропогенное загрязнение Мирового океана представляет собой многофакторную угрозу, затрагивающую как природные экосистемы, так и здоровье человека. Наиболее значимым компонентом является пластик, формирующий долговременные экологические риски. Только комплексные меры на

международном, национальном и личном уровнях способны замедлить процесс загрязнения и сохранить здоровье океана для будущих поколений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдоница Н. С., Соболев Н. А. Воздействие прибрежного мусора на биологические ресурсы арктических морей // *АиС*. 2022. № 47. С. 260–267.
2. Малькова Ю. В., Кот Е. М., Горбунова О. С., Пильникова И. Ф., Петрякова С. В. Проблемы загрязнения водных объектов России // *Образование и право*. 2023. № 11. С. 535–540.
3. Колончин К. В., Педченко А. П., Беляев В. А. Исследования содержания микропластика в воде и промысловых рыбах: от научного поиска к масштабному мониторингу // *Труды ВНИРО*. 2023. С. 162–173.
4. Суворова А. А. Микропластик в океане: обзор проблемы и актуальные направления исследований // *Экология гидросферы*. 2021. № 1 (6). С. 1–7.
5. Распространение микропластика в окружающей среде / А. А. Добринская, В. В. Севастьянов, В. Д. Самарцев, Е. Л. Ханова // *Современные вопросы безопасности : сборник трудов III Вузовской научно-технической конференции молодых исследователей*, Волгоград, 18–19 февраля 2025 года. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. – С. 79-80.

УДК 628.147.2

ПРОБЛЕМЫ УТЕЧЕК ВОДЫ В ГОРОДСКИХ СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ

Душкин В.Д. (ВиВ-1-23), Жогленко Е.В. (ТГВ-1-23)
Научный руководитель — к.п.н., доц. кафедры ИГСМ Ермилова Н.Ю.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются основные причины утечек воды в городских системах водоснабжения, их влияние на эффективность эксплуатации инженерных сетей, а также современные методы выявления и снижения потерь воды. Особое внимание уделено техническим и организационным мерам повышения надежности систем водоснабжения.

Ключевые слова: водоснабжение, утечки воды, инженерные сети, потери воды, диагностика трубопроводов, эксплуатация систем

Современные системы водоснабжения являются важнейшим элементом городской инфраструктуры. Их надежная эксплуатация обеспечивает бесперебойное снабжение населения и промышленных объектов водой. Однако значительной проблемой остаются утечки воды, приводящие к существенным потерям ресурса и увеличению эксплуатационных затрат [1]. Утечки воды в системах водоснабжения возникают по ряду причин. К основным причинам относятся:

- физический износ трубопроводов вследствие длительной эксплуатации;

- коррозионные процессы, особенно характерные для металлических труб;
- нарушение герметичности соединений;
- гидравлические удары и перепады давления в системе;
- ошибки при проектировании и монтаже инженерных сетей.

В старых городских системах доля изношенных труб может превышать 50%, что существенно увеличивает вероятность аварий и утечек [1]. Потери воды в инженерных сетях оказывают негативное влияние на экономику и экологию городов. Основные последствия утечек воды:

- увеличение затрат на водоподготовку и транспортировку;
- снижение эффективности работы системы водоснабжения;
- риск повреждения дорожного покрытия и зданий [2];
- ухудшение экологической обстановки;
- снижение надежности водоснабжения потребителей.

В ряде случаев потери воды могут достигать 20–30% от общего объема подачи, что является критическим показателем для эксплуатации систем [3].

Современные технологии позволяют эффективно обнаруживать утечки воды на ранних стадиях. К наиболее распространённым методам обнаружения утечек относятся:

- акустический контроль трубопроводов [2];
- применение корреляторов для определения места утечки [2];
- использование датчиков давления и расхода воды;
- дистанционный мониторинг с применением цифровых систем;
- тепловизионный контроль [2].

Комплексное применение данных методов позволяет значительно повысить точность диагностики и сократить время обнаружения повреждений [3].

Для уменьшения утечек и повышения надежности систем водоснабжения применяются следующие меры:

- замена изношенных трубопроводов на современные материалы (полиэтилен, полипропилен) [1];
- оптимизация режимов давления в сети;
- регулярное техническое обслуживание и профилактика;
- внедрение автоматизированных систем управления [4];
- использование интеллектуальных систем мониторинга [2].

Особое значение имеет переход к цифровым технологиям управления инженерными сетями, что позволяет оперативно реагировать на аварийные ситуации [4].

Проблема утечек воды в городских системах водоснабжения является актуальной задачей в области эксплуатации инженерных сетей. Ее решение требует комплексного подхода, включающего модернизацию инфраструктуры, применение современных методов диагностики и внедрение модернизированных систем управления. Снижение потерь воды позволяет повысить

эффективность работы систем водоснабжения, сократить затраты и улучшить экологическую ситуацию в городах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов И.И. Водоснабжение и водоотведение. М.: Стройиздат, 2020.
2. Сидоров В.В. Диагностика трубопроводных систем. М.: АСВ, 2021.
3. Петров А.А. Эксплуатация инженерных сетей. СПб.: Питер, 2019.
4. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

УДК 628.33

ВЛИЯНИЕ ГОРЮЧЕСТИ И ВЗРЫВООПАСНОСТИ ПЫЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ермошина А.А. (ТБм-1-25)

Калюжиа Е.А., к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассмотрены свойства пыли, которые способны образовывать с воздухом взрывоопасную смесь и способны к воспламенению. Будучи приведенными в пылевидное состояние, становятся не только пожароопасными, но и взрывоопасным.

Ключевые слова: пыль, взрывоопасность, горючесть.

Каждая производственная деятельность сопровождается образованием различных видов отходов, к одним из которых относят производственную пыль.

Производственная пыль по своим свойствам может быть опасна. К таким свойствам можно отнести дисперсность, горючесть и взрываемость.

Если высокие концентрации пыли могут привести к ряду негативных воздействий, таких как: заболевания людей, например, респираторные, аллергические и т.д.; изменение состояние климата; нарушению работы оборудования и состояния строительных конструкций. То такое свойство как горючесть и взрываемость может привести к серьезным последствиям, так как может обхватывающих большие территории.

Согласно ГОСТ 12.1.041-83 ССБТ «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования»: горючая пыль — это дисперсная система, состоящая из твердых частиц размером менее 850 мкм, находящихся во взвешенном или осевшем состоянии в газовой среде, способная к самостоятельному горению в воздухе нормального состава. К данным видам пыли относится пыль органического происхождения, например, мучная, сахарная, древесная, а также некоторые металлические виды пыли, например, пыль алюминия или магния [1].

По «Правилам устройства электроустановок» пыль относится к взрывоопасной если её нижний концентрационный предел воспламенения (НКПВ) не превышает 65 г/м^3 [2].

Такую пыль можно разделить на четыре класса:

1 класс, пыль повышенной взрывоопасности с НКПВ менее 15 г/м^3 ;

2 класс, взрывоопасная пыль с НКПВ от 16 до 65 г/м^3 ;

3 класс, пыль повышенной пожарной опасности, с НКПВ больше 65 г/м^3 , в осажденном состоянии имеющая температуру самовоспламенения до 250°C ;

4 класс, пожароопасная с НКПВ больше 65 г/м^3 , температура самовоспламенения в осевшем состоянии более 250°C [3].

Помимо указанных ранее вредных факторов, возникающих из-за повышенной концентрации пыли, горючая и взрывоопасная пыль известна именно из-за своей возможности воспламеняться, приводя к возникновению пожаров или взрывов. Существует множество примеров, когда из-за повышенной концентрации данного вида пыли на производстве возникали взрывы с последующим пожаром, приводящем к материальным потерям, травмам у работников, а иногда и к летальным последствиям.

Данные последствия негативно влияют и на экологическую среду. Помимо загрязнения атмосферного воздуха большими концентрациями пыли, её взрыв и последующие пожары приводят к ещё большему количеству выбросов загрязняющих вредных веществ в ходе возникших процессов горения. Данный процесс негативно влияет и на почву, загрязняя её в ходе оседания пыли и других веществ, возникших при взрыве и горении. Как результатом загрязнения почвы является загрязнение грунтовых и поверхностных вод.

В заключении хотелось бы отметить, что необходимость уделять внимание скоплению пыли, особенно горючей и взрывоопасной, важно на всех предприятиях. Для данных видов пыли нужны свои особенные подходы и устройства для их улавливания и очистки, которые смогут предотвратить возникновение взрыва и пожара. Это поможет сохранить жизни людей и уменьшит возможные риски загрязнения окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.1.041-83 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования. Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/13199/> (дата обращения: 30.03.2026).

2. Правила устройства электроустановок. Режим доступа: <https://sudact.ru/law/pravila-ustroistva-elektroustanovok-pue-shestoe-izdanie-utv/> (дата обращения: 30.03.2026).

3. Штокман Е.А. Очистка воздуха от пыли на предприятиях пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1989. 312 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Жогленко Е.В. (ТГВ-1-23), Душкин В.Д. (ВиВ-1-23)

Научный руководитель — к.п.н., доц. кафедры ИГСМ Ермилова Н.Ю.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассмотрены тенденции и инновации в сфере вентиляции и кондиционирования, применяемые для повышения энергоэффективности, гибкости и экономичности систем.

Ключевые слова: геотермальные тепловые насосы, холодный потолок, рекуператор, абсорбционный чиллер.

Современное проектирование систем вентиляции претерпевает значительные технологические изменения, охватывающие все этапы — от начальной концепции до многолетней эксплуатации. Традиционный взгляд на вентиляцию как на пассивную инженерную систему с неизменными параметрами уходит в прошлое. Его место занимает концепция «активного микроклимата», где системы становятся гибкими, интеллектуальными и неразрывно связанными с цифровыми технологиями здания.

Интеллектуальные системы управления: одним из ключевых достижений в этой области является разработка и внедрение интеллектуальных систем управления вентиляционными системами. Благодаря использованию датчиков уровня CO₂ и влажности, многие системы вентиляции теперь самостоятельно могут настраивать интенсивность вентиляции в зависимости от реальных потребностей людей, находящихся в помещении. Теперь оптимальное количество воздуха в помещении обеспечивается именно благодаря автоматической регулировке воздуха [1].

Геотермальные тепловые насосы: геотермальные тепловые насосы (рис. 1) используют постоянную температуру земли для обогрева и охлаждения зданий. Они прокачивают теплоноситель через подземные трубы, охлаждая или нагревая его. Такие системы экологичны и энергоэффективны, а также отличаются длительным сроком службы [2].

Холодный потолок: в потолок или стену монтируются маты, состоящие из капиллярных трубок диаметром 4,3 мм, по ним циркулирует холодная вода (рис. 2), поддерживающая требуемую разницу температур и обеспечивающая прохладу в помещении. Близкое расположение трубок и их параллельное подключение позволяют равномерно распределять температуру по охлаждаемой поверхности. Тёплый воздух, поднимаясь благодаря естественным конвективным потокам, охлаждается при контакте с потолком, становится тяжелее и опускается вниз без сквозняков, равномерно распределяясь по всей поверхности [3].

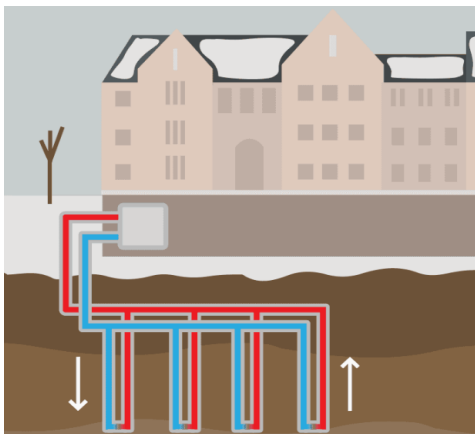


Рис. 1. Геотермальные тепловые насосы



Рис. 2. Холодный потолок

Рекуператоры: инновационные устройства (рис. 3), которые повышают энергоэффективность зданий, улучшают качество воздуха и создают комфортный микроклимат. Они используют тепло или холод из отработанного воздуха для подогрева или охлаждения поступающего свежего воздуха, что снижает затраты на отопление, кондиционирование и уменьшает воздействие на окружающую среду.

Абсорбционный чиллер: холодильная система, в которой вместо электричества для охлаждения используется горячая вода, нагретая до 130 градусов Цельсия, или пар (рис. 4). В качестве абсорбента в таких системах применяются различные растворы, такие как бромид лития. Таким образом, абсорбционные чиллеры работают на вторичных источниках энергии, что делает их очень экономичными. Например, для охлаждения с производительностью в 1 МВт достаточно всего 15 кВт энергии. В условиях постоянного роста цен на энергоносители это дает абсорбционным системам значительное преимущество перед конкурентами [4].

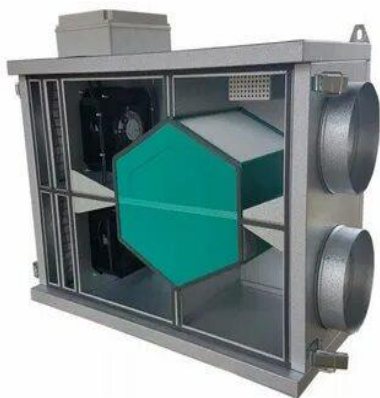


Рис. 3. Рекуператор



Рис. 4. Абсорбционный чиллер

В заключение, следует отметить, что системы вентиляции и кондиционирования прошли путь от вспомогательных инженерных подсистем до одних из ключевых элементов. Благодаря различным инновационным решениям и стремительному развитию этих отраслей, системы вентиляции и кондиционирования становятся все более экономически эффективными, экологичными и повышают комфортность и привлекательность здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инновационные технологии в системах вентиляции и кондиционирования. Режим доступа: <https://windcool.ru/info/articles/ventilyatsiya/innovatsionnye-tekhnologii-v-sistemakh-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya/?sess=17750443939145844> (Дата обращения: 08.04.2026).
2. Геотермальный насос для отопления и горячего водоснабжения. Режим доступа: <https://e-solarpower.ru/stati/geotermalnyy-nasos-dlya-otopleniya-i-goryachego-vodosnabzheniya/?ysclid=mnq19zz73817855355>. (Дата обращения: 08.04.2026).
3. Холодный потолок. Режим доступа: <https://climate-technology.ru/konditsionirovanie/holodnyi-potolok-v-dome> (Дата обращения: 08.04.2026).
4. АБХМ – принцип работы абсорбционных чиллеров. Режим доступа: <https://www.xiron.ru/content/view/32016/28/> (Дата обращения: 08.04.2026).

УДК 502.064

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА: СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД

Зайцева М.С. (ТБм-1-24),
Жукова Н.С., к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Проанализированы основные действия при работе с системой мониторинга окружающей природной среды.

Ключевые слова: мониторинг, окружающая среда, загрязнение, вредные вещества.

В рамках данной работы проводился анализ возможности структурирования действий при работе с системой мониторинга.

На первом, подготовительном этапе блок-схемы (рис. 1), необходимо провести всесторонний анализ информации, имеющийся о потенциальном объекте мониторинга в проектной, исполнительной, эксплуатационной документации. В частности, рассмотрения требуют:

- проверку действующих систем наблюдения;
- анализ документации;
- изучение экологических стандартов.

Далее все собранные материалы должны быть проанализированы на предмет полноты и достоверности с целью получения точных данных для дальнейшей работы. В случае если данных недостаточно или информация неактуальна, необходимо дополнить или изменить на корректные данные о предмете мониторинга. Необходимы данные действия для корректной оценки состояния объекта мониторинга.

Если информации о состоянии объекта достаточно, то необходимо перейти к следующему этапу – выбору подсистемного мониторинга.

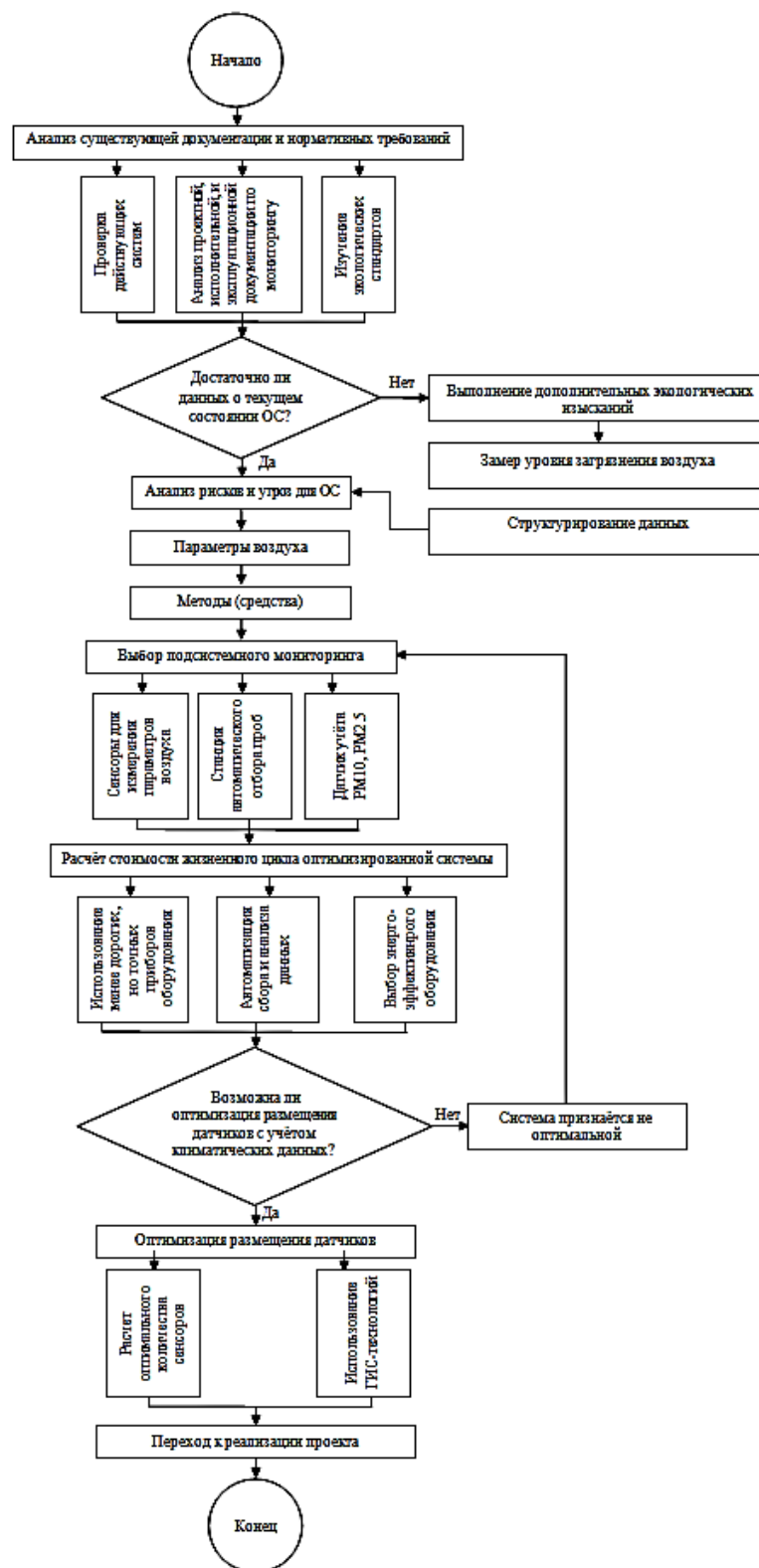


Рис. 1 – Блок-схема экологического мониторинга

В части мониторинга атмосферного воздуха необходимо учитывать датчики учета PM_{10} и $PM_{2.5}$, станции автоматического отбора проб, а также сенсоры для измерения параметров воздуха.

Далее выполняются расчеты стоимости жизненного цикла оптимизированной системы. При этом расчеты должны учитывать:

- выбор энергоэффективного оборудования;
- использование менее дорогих, но точных приборов и оборудования.

После необходимо рассмотреть оптимизацию размещения датчиков, а именно расчет оптимального количества сенсоров и использование ГИС-технологий.

Последний пункт блок-схемы включает переход к реализации проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никулина Д.П. Совершенствование системы комплексного мониторинга технического состояния площадных объектов магистральных газопроводов: специальность 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Никулина Дарья Павловна; Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина. Москва, 2022. 169 с.

УДК 614.715

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ПЫЛЕНИЕ СОЛЕОТВАЛОВ И ПОВЕДЕНИЕ ЧАСТИЦ PM_{2.5} И PM₁₀

Ивко А.Н. (ТБМ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ Калюжина Е.А.
Волгоградский государственный технический университет Институт архитектуры и строительства

Рассмотрено влияние влажности на пыление солеотвалов и поведение частиц PM_{2.5} и PM₁₀. Показано, что увлажнение снижает сдувание пыли, способствует укрупнению частиц и повышает устойчивость поверхностного слоя. Отмечено, что контроль влажности может использоваться как мера снижения пыления.

Ключевые слова: солеотвалы, пыление, влажность, мелкодисперсная пыль, PM_{2.5}, PM₁₀, сдувание, агломерация, поверхностный слой.

Солеотвалы калийных предприятий являются одним из потенциальных источников неорганизованного пыления. Поверхностный слой таких объектов формируется солеотходами с примесью глинистых и других минеральных компонентов, поэтому при высыхании и ветровом воздействии он способен становиться источником мелкодисперсной пыли. Наибольший экологический интерес при этом представляют фракции PM₁₀ и PM_{2.5}, поскольку именно они легче вовлекаются в перенос и имеют наибольшее значение при оценке качества атмосферного воздуха и риска для здоровья населения [1,2].

Ключевым фактором, определяющим интенсивность пыления солеотвалов, является влажность поверхностного слоя. В сухом состоянии частицы

слабее связаны между собой и легче сдуваются воздушным потоком. При увлажнении возрастает сцепление между частицами, увеличивается устойчивость поверхности к ветровому воздействию и снижается вероятность вторичного подъёма пыли. Для техногенных массивов и открытых горных объектов влажность материала и скорость ветра рассматриваются как одни из основных факторов, определяющих пылеобразование и пылеперенос [3,4].

Кроме того, влага влияет не только на само сдувание пыли, но и на состояние поверхностного слоя солеотвала. При увлажнении мелкие частицы начинают слипаться, становятся крупнее и плотнее располагаются на поверхности. Из-за этого они хуже подхватываются ветром, а сама поверхность становится более устойчивой к пылению. Для калийсодержащих пылевидных материалов отмечено, что в присутствии влаги увеличивается размер агломератов и уменьшается доля мелкой фракции, наиболее склонной к переносу [2,5].

Таким образом, влажность следует рассматривать как один из базовых параметров, определяющих экологическую опасность солеотвалов. Она влияет одновременно на сдувание, укрупнение и уплотнение частиц. С практической точки зрения это означает, что контроль влажностного режима поверхности, локальное орошение и формирование устойчивого защитного слоя могут рассматриваться как приоритетные меры снижения выбросов PM_{2.5} и PM₁₀ [2,4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM_{2.5} и PM₁₀) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 2. С. 142–147.
2. Шилов А.В., Русаков М.И. Опыт и перспективы размещения глинисто-солевых шламов на солеотвалах калийных рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 10. С. 212–218.
3. Шувалов Ю.В., Бульбашев А.П., Ильченкова С.А., Гаспарьян Н.А., Никулин А.Н. Снижение интенсивности пылеобразования и пылепереноса с поверхности техногенных массивов. 2004.
4. Гаспарьян Н.А. Пылеподавление на основе использования фазовых переходов влаги при ведении открытых горных работ: автореф. дис. канд. техн. наук. СПб., 2008. 20 с.
5. Черепанова М.В., Пойлов В.З., Потапов И.С. Особенности процесса агломерации пылевидного хлорида калия в кипящем слое // Фундаментальные исследования. 2012. № 3, ч. 2. С. 452–456.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВОЛГОГРАДА

Карижский Д.И., аспирант кафедры ЭиП
Научный руководитель — к.г.н., доц., зав. кафедрой ЭиП Холоденко А.В.
Волгоградский государственный университет

В статье представлен анализ факторов формирования шумовой нагрузки для г. Волгограда. В настоящее время в научных исследованиях всё чаще используется комплексный подход к анализу шумового загрязнения городской среды. Он предполагает не только фиксацию уровней шума, но и выявление факторов, определяющих структуру акустического поля города. Такой подход позволяет определить вклад различных источников в формирование шумовой нагрузки и выявить ключевые механизмы её формирования.

Ключевые слова: город, шумовое воздействие, источники шума.

Проведённый анализ картографической модели пространственного распределения эквивалентных и максимальных разовых уровней шума на территории г. Волгограда, полученной на основе натурных измерений, показывает, что формирование акустической среды города определяется совокупным воздействием нескольких групп факторов: транспортные, морфологические, планировочные и локально-техногенные.

Транспортные факторы. Транспортная система является основным элементом, формирующим акустическую среду городской территории. Результаты анализа картографических моделей распределения шума показывают, что наибольшие значения как эквивалентных, так и максимальных разовых уровней фиксируются вдоль основных транспортных магистралей и в районах концентрации транспортных потоков.

Автомобильный транспорт формирует устойчивый акустический фон городской среды [1]. При высокой интенсивности движения уровень звукового давления сохраняется на повышенных значениях на протяжении длительного времени. Особенно выраженное воздействие наблюдается на участках продольных магистралей, регулируемых перекрёстков и транспортных развязок, где происходит чередование разгонов и торможений транспортных средств [2]. Существенное влияние оказывает структура транспортного потока. Наличие значительной доли большегрузного транспорта приводит к формированию повышенных пиковых значений шума. Влияние трамвайного сообщения формирует дополнительный линейный акустический фон вдоль улично-дорожной сети, особенно на участках совмещения с автомобильным движением. Железнодорожный транспорт, в свою очередь, создаёт кратковременные импульсные всплески уровня шума, возникающие в моменты прохождения подвижного состава. Особое положение занимает воздушный транспорт. Несмотря на относительно небольшую пространственную протяжённость зон его воздействия, пролёты воздушных судов способны форми-

ровать значительные кратковременные превышения уровней звукового давления.

К группе морфологических факторов относятся особенности природного рельефа территории, способные усиливать или ослаблять воздействие транспортного шума. Рельеф оказывает влияние прежде всего на режим движения транспортных средств. На участках подъёмов двигатели автомобилей, особенно большегрузных, функционируют в режиме повышенной мощности, что сопровождается увеличением уровня звукового давления. В результате на возвышенных участках магистралей формируются зоны повышенной шумовой нагрузки.

Планировочные факторы городской среды. Характер распространения звуковых волн в значительной степени определяется структурой городской застройки. Плотность размещения зданий, их высота и расстояние между фасадами оказывают влияние на условия отражения и рассеивания звуковых волн. В условиях плотной многоэтажной застройки наблюдается эффект частичного отражения и накопления шума. Звуковые волны, отражаясь от фасадов зданий, формируют своеобразные «акустические коридоры», в пределах которых уровень звукового давления может сохраняться на повышенных значениях. В противоположность этому открытые пространства, а также территории с разреженной застройкой способствуют более быстрому рассеиванию звуковых волн. Именно поэтому в районах индивидуальной жилой застройки и на периферийных участках города акустическая обстановка, как правило, характеризуется более низкими значениями.

Локально-техногенные факторы. К данной группе относятся источники шума, не формирующие устойчивого фонового воздействия, но способные создавать кратковременные локальные превышения уровней звукового давления. К таким факторам относятся строительные работы, функционирование отдельных производственных объектов, а также эксплуатация специальной техники. Их влияние, как правило, ограничено территорией непосредственного размещения и не распространяется на значительные участки городской среды.

Практическое значение подобной модели заключается, прежде всего, в возможности использования полученных результатов при разработке мероприятий по управлению акустической средой города. Знание структуры факторов шумового воздействия позволяет определить направления первоочередных мер по снижению шумовой нагрузки и повысить эффективность градостроительных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кондауров Р.А. 2023. Изучение влияния режимов функционирования улично-дорожной сети на акустическое состояние примамистральных территорий // Региональные геосистемы, 2023. №1 (Т. 47). С. 145–155.

2. Назаров К.Р., Садовникова Н.П., Куликов М.А., Трудов Я.А., Ковалев Т.П. Факторы формирования и развития акустической среды общественных пространств городских улиц // Строительство: наука и образование. 2024. Т. 14. Вып. 4. С. 80–97.

УДК 504.067

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ УГЛЯ В ПОРТАХ РОССИИ

Клейн Е.А. (СА-231), Журавлев Г.К. (СА-231)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТМиПТМ Щербакова О.В.

Сибирский государственный университет водного транспорта

В статье рассматривается важная проблема – снижение угольной пыли при проведении перегрузочных работ в портах России. Авторами исследуются современные методы пылепоглощения, с учетом требований Росприроднадзора.

Ключевые слова: угольная пыль, системы пылепоглощения в портах России, перегрузка угля в порту.

Одна из наиболее сложных экологических проблем, на протяжении многих лет в портах России, остаётся перевалка разнообразных навалочных грузов, в первую очередь угля. Открытый способ проведения перегрузочных операций неизбежно приводит к образованию и распространению угольной пыли, которая затрагивает не только воздух, но и прилегающие территории к порту и его акваторию. В последние годы наблюдается активный рост объёма перегрузки угля, поэтому, надзорные органы существенно ужесточили требования к экологической безопасности и усилили контроль при перегрузке [1].

Существует конфликт между портами и Росприроднадзором, из-за новой трактовки. Согласно тезису регулятора: если угольная пыль в процессе перевалки осела на поверхность воды в акватории, то это не просто атмосферный выброс, а «целенаправленное размещение отходов в водном объекте». В результате такого подхода оседание пыли считается сбросом отходов, и ущерб рассчитывается по методике, применяемой к несанкционированным свалкам или сброса твёрдых бытовых отходов. В итоге порты вынуждены платить дважды: сначала за выбросы в атмосферу, а после получают многомиллиардные иски за оседание выбросов [1].

В свою очередь стивидорные компании активно принимают участие в решении этой проблемы. После общественного резонанса по поводу перевалки угля в Находке, государство выработало новую стратегию регулирования данной отрасли и утвердило Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 46-2019. Согласно которому все стивидоры обязаны применять технологии, включённые в справочник при строительстве и эксплуатации угольных терминалов. На

данный момент одним из лидеров внедрения экологических технологий является АО «Портовый Альянс» [2].

На терминалах Мурманского морского торгового порта (ММТП) в конце марта 2025 года запустили в работу системы пылеподавления. Были разработаны современные цифровые модели систем пылеподавления, включающие в себя около 200 объектов. К моменту разработки в ММТП уже были установлены высокие стены – до 6 м, а по периметру порта построен экран высотой 20 м и протяжённостью более 1.5 км. Данная конструкция снижает скорость ветра, что способствует меньшему разносу пыли по территории [3, 4].

На терминале «Дальтрансуголь» строится второй этап ветрозащитного экрана, который планируют завершить в 2026 году. Высота экрана 19-25 м, а общая длина более 2 км. Эффективность такой защиты достигает около 60% при перегрузке и 80-90% при отсутствии активных работ [2].

Особое внимание уделяется модернизации водяных пушек. Исследования показали, что эта система пылеподавления должна иметь форсунки большего размера и вырабатывать капли воды размером 220-250 мкм. В таком случае мелкие частицы угля будут лучше улавливаться и смачиваться. Предполагается, что эти изменения сделают эффективность водных пушек на 50% больше действующей. Кроме того, на этапе погрузки в вагоны грузоотправители обрабатывают уголь специальными эмульсиями [2, 3].

Одним из перспективных и важных направлений является применение растворов со специальными реагентами, связывающими пыль при низких температурах. Такая технология эффективна на всех этапах транспортировки - от загрузки угля в вагоны до перегрузки в порту [2].

В настоящее время, невозможно полностью добиться исключения пыления. Угольная пыль остаётся неотъемлемой частью процесса открытой перевалки грузов. Полностью закрытые терминалы в российских условиях экономически нецелесообразны из-за больших объёмов перевалки, взрывоопасности и пожароопасности пыли.

Таким образом, возможно решить проблему, если чётко разграничить понятия атмосферного выброса и умышленного выброса отходов, а также используя комплексное улучшение доступных технологий. Такой подход поможет минимизировать экологические риски без ущерба для портовой отрасли России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ассоциация морских торговых портов. // Vgudok: медиаплатформа. 2026. 10 марта. Режим доступа: <https://www.morport.com/rus/publications/porty-i-ekologi-prosyat-drug-drugapne-pylit> (Дата обращения: 9.04.2026).

2. Панкратьев, Е. Новые стандарты угольной перевалки / Е. Панкратьев // PortNews: информационное агентство. 2025. 13 мая. Режим доступа: <https://portnews.ru/comments/3561/> (Дата обращения: 11.04.2026).

3. ММТП к концу марта 2025 года запустит в работу дополнительные системы пылеподавления // PortNews: информационное агентство. 2025. 5 февраля. Режим доступа: <https://portnews.ru/news/373164/> (Дата обращения: 11.04.2026).

4. Мишарина, К. Научный подход: как работает система пылеподавления в морском порту / К. Мишарина // РБК Тренды. 2025. 21 марта. Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/cmrm/67da82739a79477b1a342a8c> (Дата обращения: 11.04.2026).

УДК: 159.9:614.84

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ В УСЛОВИЯХ ПАНИКИ

Колотева А.А. (ПБ-1-22)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ПБ и ЗЧС Губриенко О.А.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье анализируются механизмы формирования панического поведения в условиях пожара с позиций психофизиологии стресса. Рассматриваются когнитивные искажения, физиологические реакции и социальные факторы, влияющие на эффективность эвакуации.

Ключевые слова: паника, стрессовая реакция, пожар, эвакуация

Пожар представляет собой одну из наиболее опасных экстремальных ситуаций, где выживание напрямую зависит от скорости реакции человека. Статистика свидетельствует о том, что в 70% крупных пожаров в общественных местах основная масса жертв гибнет не от огня или дыма, а в результате давки и травм, вызванных паническим поведением толпы. Паника как массовое психическое состояние возникает при одновременном воздействии угрозы жизни, информационного дефицита и социального заражения страхом. Понимание психофизиологических механизмов, лежащих в основе панического поведения, имеет критическое значение для разработки эффективных систем эвакуации и психологической подготовки населения. Правильная организация действий по спасению людей до прибытия пожарной охраны напрямую зависит от качества проведения практических занятий и учебных тренировок, направленных на предупреждение возникновения паники и других негативных последствий беспорядочного поведения сотрудников при любых чрезвычайных ситуациях [1].

Чрезвычайная ситуация представляет опасность для жизни и здоровья человека, неблагоприятна для функционирования его психики. Факторы, порождающие психическую напряженность, могут в одних случаях оказывать положительное активизирующее влияние на человека, а в других - отрицательное воздействие, вызывающее панику, стресс.

Особую роль играет феномен «туннельного зрения» — сужение поля восприятия до 10–15° вместо нормальных 180°. В условиях задымления это приводит к тому, что человек перестаёт замечать эвакуационные знаки, расположенные в периферийной зоне зрения, и ориентируется исключительно на источник света или движение толпы. Экспериментальные исследования в

противодымных камерах показали, что 68 % испытуемых игнорировали указатели «Выход», находящиеся вне центральной линии взгляда [2].

В условиях неопределенности, характерной для начальной фазы пожара (когда запах дыма или тревожные крики соседей ещё не подтверждены официальным оповещением), люди склонны ориентироваться на поведение окружающих. Этот феномен, известный как гердинстинкт, представляет собой не проявление слабости, а эволюционно закреплённую стратегию снижения риска в условиях недостатка информации. В толпе индивидuum перестаёт анализировать угрозу самостоятельно и начинает копировать действия других, полагая, что коллективное поведение повышает шансы на выживание.

Однако в замкнутом пространстве данный механизм приобретает опасные свойства. Если первые покинувшие помещение люди выбирают неоптимальный маршрут, например, основной вход вместо запасного выхода, за ними последует большинство присутствующих, даже если альтернативные пути свободны. Исследования симуляций эвакуации показывают, что до 70% людей в толпе следуют за первыми 10% лидеров движения, не проверяя рациональность выбранного маршрута. Особенно опасна ситуация, когда толпа сталкивается с препятствием (закрытая дверь, узкий проём): давление сзади продолжает нарастать, в то время как передние ряды физически не могут продвинуться вперёд [3]. Возникает так называемая «толпа-жидкость», где плотность людей достигает 5–8 человек на квадратный метр, и любое падение одного участника приводит к цепной реакции травмирования.

Анализ пожара в гостинице «Интурист» выявил характерную закономерность, при срабатывании пожарной сигнализации 52 % постояльцев продолжали собирать личные вещи в течение 3–7 минут, несмотря на наличие дыма в коридорах. Физиологической основой данного поведения стало замедление реакции префронтальной коры вследствие гипоксии на фоне стресса — при концентрации угарного газа 0,1 % время принятия решения увеличивается в 2,3 раза.

Контрастный пример демонстрирует пожар в небоскрёбе «Гренфелл Тауэр», несмотря на масштаб катастрофы, жильцы верхних этажей, прошедшие регулярные тренировки по эвакуации, демонстрировали в 3,1 раза более низкий уровень панических реакций по шкале оценки стресса. Тренировка сформировала условный рефлекс, позволяющий частично обходить когнитивные искажения за счёт активации базальных ганглиев, структур мозга, отвечающих за автоматизированные действия [4].

Люди, спасшиеся в экстремальной ситуации, долгое время испытывают те или иные патологические изменения в психической сфере. Среди психопатологических изменений после травм, аварий у людей чаще всего встречаются депрессивные состояния, психогенный ступор, общее психомоторное возбуждение, неадекватность, эйфория, ночные кошмары во сне, раздражительность, чувство вины, потеря желания жить и прочие проявления.

Паническое поведение при пожаре представляет собой системный ответ организма, объединяющий физиологические реакции стресса и когнитивные

нарушения. В психологическом плане паника очень заразительна, так как связана с проявлением “стадного инстинкта”. Необходимо знать, что заранее принятые меры предосторожности не могут полностью гарантировать возможности возникновения паники, но могут ее существенно уменьшить, поэтому принятие таких мер обязательно. Ключевыми факторами дезорганизации действий являются гормональный шок, сужение восприятия в толпе. Повышение выживаемости требует не только технического совершенствования систем оповещения, но и психологической подготовки населения: регулярные тренировки формируют автоматизированные поведенческие паттерны, устойчивые к воздействию стресса. Перспективным направлением является разработка «стрессоустойчивых» эвакуационных схем с учётом закономерностей восприятия в условиях паники — увеличенные знаки в центральной зоне зрения, тактильные указатели на полу, цветовые коды, воспринимаемые даже при туннельном зрении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев В.Л. Пожарная психология: учебное пособие. Москва: Академия ГПС МЧС России; 2018. 248 с.
2. Штарк М. Б., Грачёв В. В. Острые стрессовые реакции в чрезвычайных ситуациях: диагностика и коррекция. — СПб.: Питер, 2022. 256 с.
3. Леач Дж. Психология выживания: как люди ведут себя в экстремальных ситуациях. — М.: Альпина нон-фикшн, 2018. — 320 с.
4. Мавсон А. Р. Паника и поведение человека в пожарных ситуациях: переосмысление мифов // Пожарная безопасность. 2021. Т. 15, № 2. С. 112–125.

УДК 614.842.4:159.9

ПСИХОЛОГИЯ ПАНИКИ: АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ТОЛПЫ ПРИ ПОЖАРЕ В ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ

Кормишин А.В. (ПБ-1-24)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ПБ и ЗЧС Заикин Е.А.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются психологические особенности поведения людей при возникновении пожаров в торгово-развлекательных центрах. Особое внимание уделяется анализу громких инцидентов и факторам, способствующим возникновению паники среди посетителей. На основе анализа реальных происшествий выявлены ключевые причины увеличения числа пострадавших и предложены меры по совершенствованию систем оповещения и управления эвакуацией.

Ключевые слова: паника, толпа, пожар, торговый центр, эвакуация, чрезвычайная ситуация.

Паника представляет собой эмоциональное состояние сильного страха, сопровождаемое снижением способности человека к рациональной оценке

происходящей ситуации [1]. В условиях пожара и ограниченного пространства паника может быстро распространяться среди людей, находящихся в здании, формируя эффект эмоционального заражения.

В научной литературе выделяют управляемую и неуправляемую панику. Управляемая паника наблюдается в тех случаях, когда посетители получают чёткие инструкции и следуют указаниям персонала. Неуправляемая паника возникает при отсутствии информации или дезорганизации действий сотрудников объекта [2].

Одним из наиболее известных трагических происшествий стал пожар в торговом центре “Зимняя вишня” в городе Кемерово в 2018 году. В результате происшествия погибло 60 человек, включая большое количество детей [3]. Другими резонансными случаями стали пожары: в торговом центре “Адмирал” в Казани в 2015 году, где погибло 19 человек; в торговом центре “Пассаж” в Ухте в 2005 году погибло 25 человек; в торговом центре «Дисконт-центр» в городе Раменское в 2017 году погибло 3 человека.

Сравнения числа погибших в рассматриваемых инцидентах представлено на графике 1.

Анализ числа погибших показывает, что наибольшее число жертв наблюдается в случаях, сопровождающихся паникой и нарушениями организации эвакуации. На пожаре в ТЦ “Зимняя вишня” большое количество погибших и пострадавших обусловлено основными факторами, представленными на графике 2 [4].



График 1 – Число погибших при крупных пожарах в торгово-развлекательных центрах

Значительная часть трагических последствий связана с организационными проблемами и психологическими факторами поведения людей. В случае пожара персонал торгового центра несет ответственность за безопасную и оперативную эвакуацию всех находящихся в здании. Это критически важно, поскольку большое скопление людей увеличивает риск серьезных последствий при неправильных действиях. Паника усугубляет ситуацию, приводя к типичным ошибкам, таким как:

- Замедленная реакция
- Беспорядочное движение
- Следование за толпой
- Скопление и давка людей
- Попытка воспользоваться лифтами
- Игнорирование инструкций и сигналов

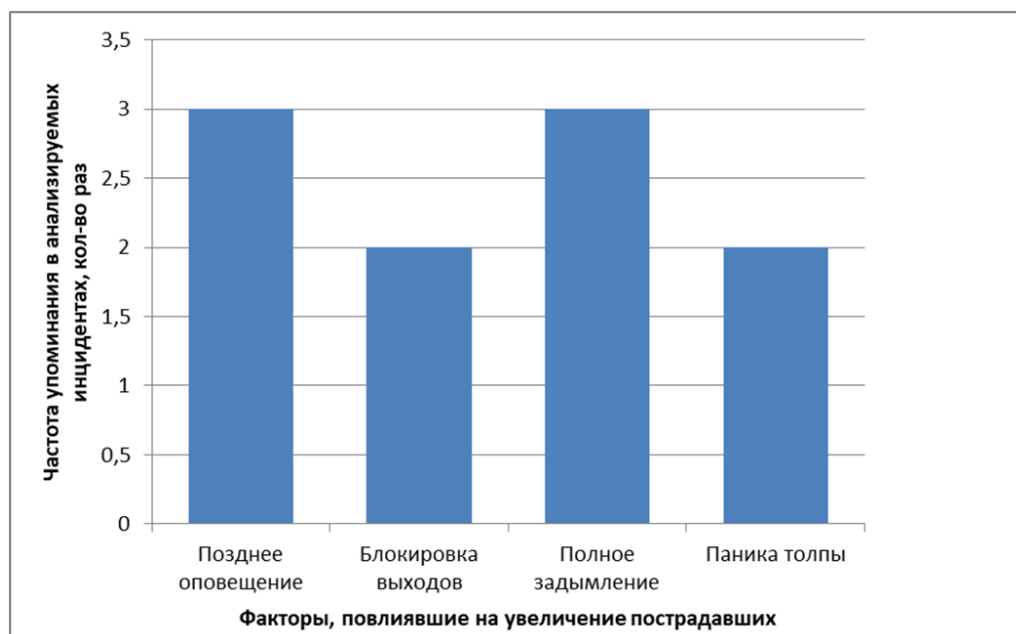


График 2 – Факторы, повлиявшие на увеличение числа жертв при пожарах

Эффективная система голосового оповещения является ключевым средством предотвращения паники. Четкие указания помогают посетителям быстрее найти безопасные выходы, что существенно снижает риски.

Исход развития чрезвычайной ситуации напрямую зависит от поведения людей. Опыт показывает, что для предотвращения паники и минимизации жертв необходимы своевременное информирование, компетентные действия персонала и надежные системы оповещения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлова Е.В. Психология экстремальных ситуаций и состояний: Учебно-методическое пособие. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. 198 с.
2. Лоуренс Гонсалес Психология поведения в экстремальных ситуациях. - 1-е изд. - Москва: МИФ, 2014. 336 с.
3. Материалы расследования пожара в ТЦ «Зимняя вишня». Режим доступа: <https://tass.ru/proisshestiya/6253389> (дата обращения: 04.04.2026).
4. Пожарно-спасательные подразделения до конца выполнили свой долг в ТРЦ «Зимняя вишня». Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1419860> (дата обращения: 04.04.2026).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ ПРИ ТУШЕНИИ БЫТОВЫХ ПОЖАРОВ С РАЗРАБОТКОЙ АЛГОРИТМА ВЫБОРА

Кравченко Д.О. (ПБ-1-22)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБиЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассмотрено экспериментальное исследование эффективности первичных средств пожаротушения в условиях, моделирующих бытовые пожары классов А, В, Е. Установлено, что максимальное значение критерия для пожаров класса А характерно для ОВП (0,85), для класса В — для ОУ (0,92), для класса Е — для ОУ (0,95). ОП демонстрирует минимальные значения критерия (0,35–0,55) вследствие высокой доли ущерба от загорания.

Ключевые слова: бытовой пожар, первичные средства пожаротушения (ПСП), интегральный критерий эффективности, вторичный ущерб, огнетушащее вещество (ОТВ), алгоритм выбора, пожарная безопасность жилья.

Введение

Согласно официальной статистике МЧС России, на жилой сектор приходится около 70% всех пожаров и более 80% случаев гибели людей от их последствий. При этом эффективность противопожарной защиты в быту зачастую ограничивается не только отсутствием средств тушения, но и их некорректным выбором. Широко распространенные типы огнетушителей — порошковые (ОП), углекислотные (ОУ) и воздушно-пенные (ОВП) — принципиально различаются по физико-химическому механизму действия: ингибирование цепных реакций (ОП), разбавление кислородной среды и охлаждение (ОУ), изоляция и охлаждение (ОВП).

Целью работы являлось не только сравнительное экспериментальное изучение их тактико-технических параметров, но и разработка обоснованного практического инструментария для выбора оптимального средства тушения в конкретных условиях жилого помещения [1, 2].

Материалы и методы

Исследование проводилось на учебно-испытательном полигоне с использованием сертифицированных огнетушителей: ОП-4(з), ОУ-4, ОВП-5(з). Моделировались стандартные очаги пожара: класса А (штабель из древесных брусьев), класса В (поддон с ЛВЖ площадью 0,15 м²), класса Е (макет электроустановки под напряжением 220 В с горением изоляции). Для каждого опыта фиксировались время свободного развития горения (30 с), время подачи ОТВ до полной ликвидации пламени ($t_{\text{туш}}$), масса израсходованного ОТВ ($m_{\text{отв}}$). Качественно оценивался вторичный ущерб (D) по 5-балльной шкале по факторам: загрязнение поверхностей, токсичность аэрозоля, коррозионная активность, опасность для оператора (обморожение, удушье). На основе по-

лученных данных предложен интегральный критерий эффективности ($K_{эфф}$), позволяющий сопоставить средства тушения с различным механизмом действия:

$$K_{эфф} = (S_{норм} \div (t_{туш} \times m_{отв})) \times (1 - \sum \beta_i \times D_i) \quad (1)$$

где $S_{норм}$ — нормативная площадь тушения для данного класса очага, м²; β_i — весовой коэффициент i -го фактора вторичного ущерба ($\sum \beta_i = 1$).

Результаты и обсуждение

Результаты серии экспериментов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные результаты испытаний огнетушителей

Класс пожара	Тип огнетушителя	$t_{туш}$, с	$m_{отв}$, кг	D, балл	$K_{эфф}$
А (древесина)	ОП-4	45±5	3,2	5	0,35
	ОУ-4	120±10	4,0	2*	0,41
	ОВП-5	35±3	3,5	1	0,85
В (ЛВЖ)	ОП-4	15±3	1,6	4	0,55
	ОУ-4	10±2	1,2	1	0,92
	ОВП-5	25±4	3,0	2	0,62
Е (электрооборудование)	ОП-4	12±2	1,4	5	0,48
	ОУ-4	8±2	1,0	1	0,95
	ОВП-5	—	—	—	—

Примечание: для ОУ при тушении класса А риск повторного воспламенения оценен в 2 балла.

Наибольшая скорость тушения очага класса А достигнута с использованием ОВП, что обусловлено эффектом охлаждения и изоляции. ОУ показал наихудший результат из-за неспособности эффективно предотвратить тление. Для класса В лидером по времени тушения стал ОУ, действующий за счет быстрого вытеснения кислорода. ОП показал приемлемые временные показатели, однако во всех случаях сопровождался значительным вторичным ущербом ($D=4-5$ баллов), связанным с трудноудаляемым загрязнением и образованием токсичной взвеси в воздухе помещения [3].

Анализ значений $K_{эфф}$ наглядно демонстрирует отсутствие универсального решения. ОУ является оптимальным для локализованных очагов с участием электрооборудования и ЛВЖ, ОВП — для твердых горючих материалов, а ОП, несмотря на формальную универсальность, имеет существенные ограничения для применения в жилых помещениях [4, 5].

Разработка практических рекомендаций

На основе полученных зависимостей сформулированы рекомендации по оснащению типовых помещений (табл. 2) и разработан алгоритм выбора (рис. 1), представляющий собой последовательную блок-схему принятия решения.

Ключевыми шагами алгоритма являются: идентификация доминирующего класса пожарной нагрузки, оценка наличия электрооборудования под напряжением, учет требований к чистоте и безопасности среды для людей.

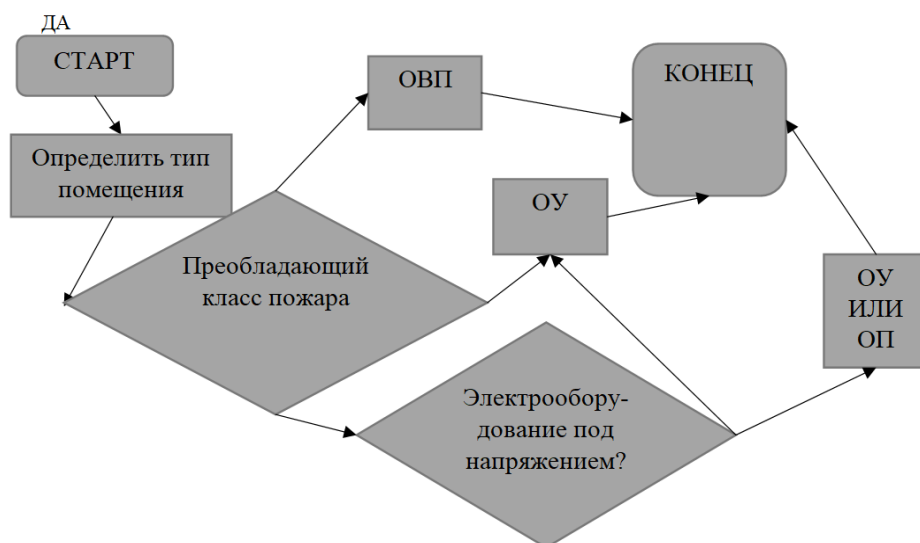


Рис. 1. Алгоритм выбора типа первичного средства пожаротушения для жилого помещения

Таблица 2

Рекомендации по выбору типа огнетушителя для жилых помещений

Помещение	Преобладающий риск	Приоритетный тип	Резервный/доп. тип	Критичные ограничения и примечания
Кухня	А (пища), В (масло), Е	ОВП (на 5 л)	ОУ (на 2 л)	Для ОУ — объем помещения > 15 м³ (риск удушья). ОВП-5 оптимален для тления (А) и жиров (В). ОП-4 не рекомендован (сильное загрязнение).
Гостиная, спальня	А (мебель, текстиль)	ОВП (на 5 л)	—	ОВП-5 идеален для твердых тлеющих материалов. ОУ-4 имеет низкую эффективность для класса А. ОП-4 не рекомендуется из-за загрязнения.
Электрощитовая, кабинет	Е	ОУ (на 2-4 л)	ОП (только если оборудование обесточено)	ОВП-5 ЗАПРЕЩЕН для электрооборудования (проводит ток). ОУ-4 наиболее эффективен и не оставляет следов. ОП-4 сильно загрязняет технику.
Гараж, мастерская	В (ГСМ), А	ОУ (на 4 л)	ОП (на 4 кг)	ОУ-4 лучший для ЛВЖ, не портит детали. ОП-4 универсален, но требует вентиляции после применения. ОВП-5 не подходит для большого риска класса В.
Детская	А (игрушки)	ОВП (на 5 л)	—	ОВП-5 наименее токсичен. ИСКЛЮЧИТЬ: ОП-4 (токсичный порошок) и ОУ-4 (риск удушья от CO₂).

Заключение

1. Экспериментально подтверждена высокая специализация современных огнетушителей: ОВП наиболее эффективен для пожаров класса А ($K_{эфф} = 0,85$), ОУ — для классов В и Е ($K_{эфф} = 0,92-0,95$).

2. Предложенный интегральный критерий $K_{эфф}$ позволяет количественно учесть не только скорость тушения, но и сопутствующий материальный ущерб, что критически важно для бытовых условий.

3. Разработанные таблица рекомендаций и алгоритм выбора представляют собой готовый практический инструмент для проектировщиков, служб эксплуатации и сознательных жильцов. Внедрение данного подхода позволит перейти от формального выполнения норм по количеству огнетушителей к обеспечению целевой и эффективной противопожарной защиты жилого фонда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 01.03.2026).

2. СП 9.13130.2022 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации. Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/sp-9131302009-svod-pravil-tekhnika-pozharnaja-ognetushiteli/> (дата обращения: 01.03.2026).

3. NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers. 2023 Edition. Режим доступа: <https://archive.org/details/gov.law.nfpa.10.2002/nfpa.10.2002/> (дата обращения: 03.03.2026).

4. Грушевский К.П., Лысенко Е.М. Методология оценки эффективности первичных средств пожаротушения в ограниченном пространстве // Пожаровзрывобезопасность. 2024. Т. 33. № 2. С. 45–56.

5. Смирнов А.В., Колесников Д.Ю. Сравнительный анализ вторичных последствий применения порошковых и углекислотных огнетушителей в административных зданиях // Вестник гражданских инженеров. 2023. № 5(88). С. 112–118.

УДК 331.452 544.454.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙ ПРИ СУШКЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ

Курябов И.Е.¹ (ученик 10 кл.)

Букина И.А.¹, учитель

Шушпанов А.Н.², к.т.н., доц. кафедры ТБ

¹МБОУ СОШ № 9 г.о. Ступино Московской области

²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

В работе проведена оценка термической стабильности двух антибиотиков схожего строения молекулы (циclosерин, теризидон) и сравнительного образца – миорелаксанта иным строением (баклофен). Ключевые параметры для моделирования процесса развития теплового взрыва при сушке фармацевтических субстанций получены из данных термического анализа ТГ-ДТА. Установлено, что при относительно незначительном нарушении технологического процесса (повышение температуры сушки на 10–20 °C) все веще-

ства способны к разложению с аварийным разрушением процесс-фильтра или сушилки. Приведены рекомендации по безопасным максимальным температурам ведения процесса.

Ключевые слова: безопасность процессов, взрыв, пожар, процесс-фильтр, сушка, фармацевтическая промышленность

Современные фармацевтические предприятия руководствуются качеством продукции, эффективностью менеджмента и объемами наработки, порой упуская из внимания безопасность ведения процессов. Отправной точкой работы стала авария [1] на одном из крупнейших фармпредприятий России в апреле 2022 г. Инцидент произошел на финальной стадии производства активной субстанции препарата теризидон – сушки в процесс-фильтре. Основная гипотеза – для ускорения процесса увеличена температура теплоносителя в стенках аппарата, что привело к затруднению отвода тепла, образованию застойных зон, началу неуправляемого роста температуры, и далее – к термическому разложению субстанции, росту давления, разрушению аппарата, взрыву, пожару, и, как следствие, разрушению цеха и значительному экономическому ущербу.

В работе были исследовано поведение при неизотермическом термоанализе схожих по химическому строению фармпрепаратов – теризидона и циклосерина (изоксазолидиновая группа), а также миорелаксанта баклофена, в качестве сравнительного образца, имеющего совершенно иное строение. Полученные данные применялись для моделирования условий теплового взрыва, теория, значительный вклад в развитие которой внес Б.Н. Кондриков [2]. Работа выполнена в рамках проекта «Менделеевские классы».

Начальные данные получали дифференциальным термическим анализом и термогравиметрией (ТГ-ДТА) на дериватографе типа С при нагревании до 600 °С со скоростями от 2,5 до 10 °С/мин в атмосфере воздуха. Результаты для циклосерина и баклофена приведены на рис. 1 и 2 соответственно. Данные по теризидону были опубликованы ранее в работе [1].

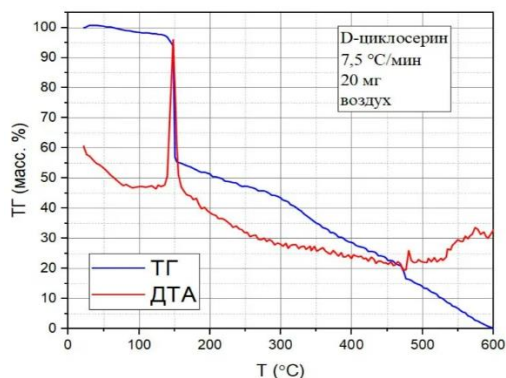


Рис. 1. ТГ-ДТА кривые циклосерина

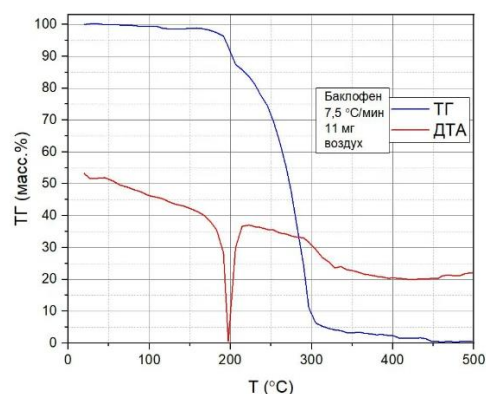


Рис. 2. ТГ-ДТА кривые баклофена

Циклосерин в ходе эксперимента экзотермически разлагался с взрывоподобной потерей массы до 40 %, в то время как баклофен показывал полную потерю массы в ходе сочетанного процесса испарения и разложения. Оба ти-

па поведения могут вызывать разрушение аппаратов из-за избыточного давления.

При ухудшении теплоотвода в аппарате рост температуры определяется только скоростью тепловыделения за счет экзотермической реакции разложения веществ. Время достижения максимального разогрева определяется периодом индукции адиабатического теплового взрыва от начальной температуры. Для теризидона данная зависимость приведена на рис. 3, а для циклосерина и баклофена – на рис. 4.

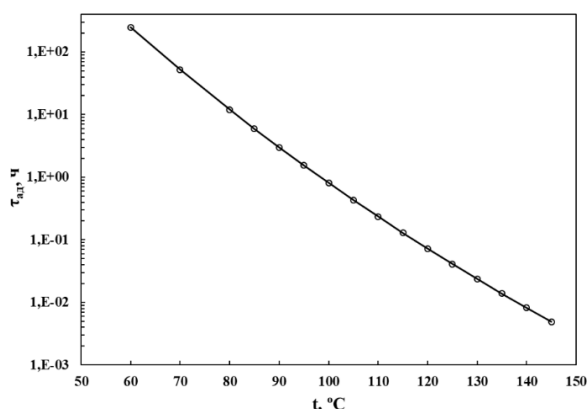


Рис. 3. Зависимость периода индукции от начальной температуры для теризидона

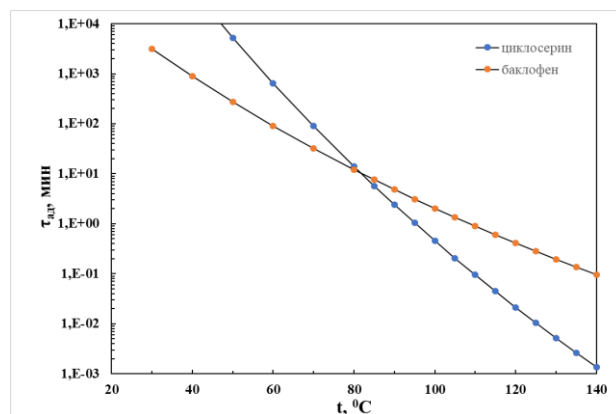


Рис. 4. Зависимость периода индукции от начальной температуры для циклосерина и баклофена

Итого для изученных веществ рекомендована сушка в диапазоне температур 50–60 °С, тогда время безопасного ведения процесса превышает время рабочей смены и в случае неудовлетворительных результатов сушки она может быть продолжена следующей сменой работников фармпроизводства в условиях соблюдения правил безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование причин и последствий взрыва на фармацевтическом производстве / А.Н. Шушпанов, А.Я. Васин, В.М. Райкова // Химическая промышленность сегодня. 2024. Т. 4. С. 48-54.
2. Кондриков, Б. Н. Воспламенение и горение нитросоединений / Москва : МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1985. 80 с.

УДК 551.583

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ, ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Лушников А.Р. (ИМ-621)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ТБ Некрутенко В.В.
Луганский государственный университет им. В. Даля

В статье изложены возможные последствия и климатические изменения на планете, как закономерный результат глобального потепления.

Ключевые слова: климатические изменения, глобальное потепление, чрезвычайные ситуации, жизнедеятельность, энергетические ресурсы.

Биологическая жизнь на Земле возможна благодаря наличию положительных температур в экосистеме планеты, что способствует возобновлению столь необходимых для жизнедеятельности флоры и фауны, ресурсов. Это жизненно необходимое условие. В конце прошлого века ученый мир, а сегодня уже многие жители планеты заговорили о надвигающейся катастрофе именуемой – глобальное потепление. Наблюдается неуклонное уменьшение массы льда в традиционных местах его накопления, повышение уровня Мирового океана, затопление прибрежных зон во многих местах нашей планеты, изменение климата (бури, ураганы, тайфуны, ливни, засухи, повышение средней температуры воздуха и т.п.) [1]. Все эти изменения приписываются исключительно деятельности человека. Так ли это?

Для выяснения этих вопросов необходимо определиться с основополагающими факторами. Во-первых, начнем с того, что Вселенная имеет четко определенную атомарную систему построения. Во-вторых, все происходящие сегодня природные процессы являются абсолютно идентичными тем, которые происходили сотни и миллионы лет назад с тем отличием, что в эти процессы внедрялись революционные элементы развития, последствия которых наблюдаются по всей планете (вечная мерзлота, глубинные разрушения структуры земной коры).

Думается, что ледниковые периоды наступали в результате мгновенного отбора тепла из приземного пространства сразу по всей поверхности. На что уходило это тепло? Единственным ресурсом, которого не было, и не могло быть на нашей планете в начале ее формирования – это вода.

Тепло было необходимо, чтобы соединить две молекулы водорода и одну молекулу кислорода. Вода первейшее образование на Земле, и она несет всю информацию обо всех изменениях и этапах развития нашей планеты.

Начинался цикл потепления, таял лед, заполняя водой все понижения на Земле.

Поверхность Земли прогревалась и это приводило к ее расширению, а учитывая размеры тектонических плит, линейные изменения исчислялись сотнями метров.

Последнее потепление самое продолжительное по времени развития. Если в первых циклах потепления преобладающим источником тепла была внутренняя энергия Земли, а Солнечная энергия носила вспомогательную функцию, то в настоящее время эти источники поменялись местами — преимущество в процессе потепления перешло к Солнечной энергии, а энергия Земли, из-за довольно мощного остывшего слоя, несет вспомогательную функцию, но здесь свою лепту начал вносить человек, использующий в больших количествах топливно-энергетические ресурсы [2].

Глобальное потепление неминуемо, его остановить невозможно.

Как оно будет развиваться, и к чему может привести?

Видимо потепление на Земле будет протекать в естественной последовательности, со стабильным повышением средней многолетней температуры. Климатические зоны постепенно будут перемещаться в южном и северном направлениях с уменьшением, а в дальнейшем и исчезновением вечной мерзлоты, вечных ледников, тундры, умеренной зоны и т.д., повысится уровень воды в Мировом океане на 4-5 метров, а часть, освободившейся от таяния ледников, воды пополнит и повысит грунтовые воды, неизбежны подтопления и затопления прибрежных и пониженных территорий, обильные осадки обводнят пустынные территории и они порадуют буйством зелени, исчезнет зима и снег, как атрибут поры года, уменьшится количество солнечных дней, будет усиливаться парниковый эффект, будут возникать все новые и новые, не известные доселе, болезни [3]. Бури, ураганы, тайфуны, землетрясения, оползни станут постоянной и частой угрозой для жизнедеятельности людей. Если ледниковый и послеледниковый периоды на Земле – это созидательные периоды (полезные ископаемые, горы, моря и океаны), то длительный период потепления это период разрушения (деятельность человека, все более частые землетрясения, оползни, ветровая и водная эрозия).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тетельмин В.В. Биосфера и человек: Глобальное потепление: учебное пособие / В.В.Тетельмин, Т.И. Пишмаков Ст.-Петербург: Изд-во Ленанд, 2020. 336 с.
2. Шерстюков Б.Г. Глобальное потепление и его возможные причины / Гидрометеорология и экология: журнал. С-Пб, 2023. Вып. 70. 37 с.
3. Стоккер Т.Ф., Д. Цинь; Дж.-К. Платтнер. - IPCC, 2013. (Часть вклада Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата). Режим доступа: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=2141458> (дата обращения: 18.03.2026).

УДК 614.8:574.2

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

Лушников А.Р. (ИМ-621)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ТБ Некрутенко В.В.
Луганский государственный университет им. В. Даля

В статье изложены теоретические основы определения техногенного риска с учетом аналитических зависимостей и функциональной модели развития риска.

Ключевые слова: риск, опасность, ущерб, безопасность, чрезвычайная ситуация, промышленная система.

При решении комплексных вопросов безопасности в разных странах широко применяется методология риска, основу которой составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий. Используя количественные показатели риска, можно «измерять» потенциальную опасность и

сравнивать опасности различной природы. В качестве показателей опасности понимают индивидуальный или социальный риск гибели людей (или причинения определенного ущерба) [1].

Риск выражает возможную опасность, вероятность нежелательного события. Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнение или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличения затрат на безопасность.

Основной задачей является раскрытие и обоснование понятия "техногенного риска", его определение и его развитие на промышленных объектах. В соответствии с ГОСТ Р.12.0.010-2009 риск – это сочетание (произведение) вероятности (или частоты) нанесения ущерба и тяжести этого ущерба [2].

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками.

Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различать индивидуальный, техногенный, экологический, социальный и экономический риск. Каждый вид его обуславливают характерные источники и факторы риска.

Техногенный риск – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений [3]:

$$R_T = \frac{\Delta T(t)}{T(f)} \cdot D, \quad (1)$$

где R_T – технический риск; ΔT – число аварий в единицу времени t на идентичных технических системах и объектах; T – число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска f ; D – ожидаемый размер ущерба, который может нанести реализованная авария.

Источники технического риска: низкий уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ: опытное производство новой техники; серийный выпуск небезопасной техники: нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем [4].

На процесс зарождения и развития риска оказывает свое влияние многообразие факторов и условий, характерных для промышленной системы: отказы в работе узлов и оборудования вследствие их конструктивных недостатков, плохого технического изготовления или нарушения правил технического обслуживания; отклонения от нормальных условий эксплуатации; ошибки персонала; внешние воздействия и пр.

Риск возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

- существование фактора риска (источника опасности);
- присутствие данного фактора риска в определенной, опасной (или вредной) для объектов воздействия дозе;
- подверженность (чувствительность) объектов воздействия к факторам опасностей.

Риск является неизбежным, сопутствующим фактором промышленной деятельности. Риск объективен, для него характерны неожиданность, внезапность наступления, что предполагает прогноз риска, его анализ, оценку и управление – ряд действий по недопущению факторов риска или ослаблению воздействия опасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гафнер В.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие. Екатеринбург.: 2021. 484 с.
2. ГОСТ Р.12.0.010-2009 ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков. Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/258/4293814090.pdf> (дата обращения: 18.03.2026).
3. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. 232 с.
4. Надежность технических систем и техногенный риск / Под ред. Фалеева М.И. / учебное пособие. М.: ЗАО ФИД "Деловой экспресс", 2002. 368 с.

УДК 628.511.1, 502.3

МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ ГИГРОСКОПИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ДАТЧИКОВ ЧАСТИЦ

Лясин Р.А., аспирант кафедры БЖДСиГХ

Научный руководитель — к.т.н., ст. преподаватель кафедры СМиСТ Лупиногин В.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье на основании литературного обзора представлены методы коррекции показаний недорогих датчиков частиц по гигроскопическому эффекту.

Ключевые слова: датчик частиц, гигроскопический эффект, пыль, PM2.5, PM10.

Относительная влажность в значительной степени может влиять на показания недорогих оптических счетчиков частиц [1-3]. Существует два пути воздействия высокой относительной влажности на показания оптических датчиков, определенные в работах [2,3], воздействие непосредственно на частицы аэрозоля (гигроскопический рост) и образование водяного пара.

Воздействие высокой относительной влажности на частицы при значениях влажности характерной для выцветания смеси (MIXPO), которая включает в свой состав химические соединения: хлорид натрия (NaCl), диоксида кремния (SiO₂), С (элементарный углерод), сульфат аммония NH₄SO₄ и (другие

органические и неорганические соединения) приводит к увеличению диаметра частиц (гигроскопический рост) [4,3].

Во втором случае водяной пар, возникающий при образовании туманов, воздействует непосредственно на частицы, возникают новые водяные частицы, которые в значительной степени приводят к завышению показаний.

В работах [1, 5] предложен новый метод корректировки показаний недорогих оптических счетчиков частиц по спектру количественного сдвига частиц. Кроме того, автором выдвинуто предположение о использовании улучшенного алгоритма к-Кёлера для определения по гигроскопического росту частиц преобладающего химического элемента.

Представленный метод коррекции описывается следующими уравнениями [5, 1]:

$$g(RH) = \frac{D_{wet}(RH)}{D_{dry}} \quad (1)$$

где: D_{ry} – диаметр сухой частицы; D_{wet} – диаметр частицы в данный момент времени.

Существует метод корректировки воздействия относительной влажности, основанный на объемной концентрации частиц с использованием уравнений [131]:

$$C = 1 + \frac{\frac{k}{1,65}}{-1 + \frac{1}{a_w}} \quad (2)$$

$$PM(Corrected) = \frac{PM(Raw)}{C} \quad (3)$$

где: a_w – активность воды определяемая из соотношения $RH/100$; k – статистически полученное значение в диапазоне 0,38-0,41; $PM(Raw)$ – концентрация пылевых частиц без обработки; C – концентрация пылевых частиц после обработки.

Метод коррекции, используемый в работе [6] показывает себя достаточно плохо в определенные периоды измерения [5, 1], когда распределение концентрации частиц достаточно не структурировано, что подчеркивает ограничение представленного метода. В дальнейшем для корректировки показаний недорогих оптических счетчиков частиц целесообразно использовать метод, основанный на спектре количественного сдвига частиц [5, 1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Di Antonio, A.; Popoola, O.; Ouyang, B.; Saffell, J.; Jones, R. Developing a relative humidity correction for low-cost sensors measuring ambient particulate matter. *Sensors* (Switzerland) 2018, 18.
2. Budde, Matthias & Schwarz, Almuth & Müller, Thomas & Laquai, Bernd & Streibl, Norbert & Schindler, Gregor & Riedel, Till & Dittler, Achim & Beigl, Michael. (2018). Potential

and Limitations of the Low-Cost SDS011 Particle Sensor for Monitoring Urban Air Quality. 10.14644/dust.2018.002.

3. Jayaratne, Rohan & Liu, Xiaoting & Phong, Thai & Dunbabin, Matthew & Morawska, Lidia. (2018). The influence of humidity on the performance of a low-cost air particle mass sensor and the effect of atmospheric fog. *Atmospheric Measurement Techniques*. 11. 4883-4890. 10.5194/amt-11-4883-2018.

4. Hinds WC. *Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*.: Wiley; 1999.

5. Di Antonio, A. Development of novel methodologies for utilising low-cost sensors for ambient Particulate Matter measurement / A. Di Antonio // University of Cambridge. – 2020.

6. Crilley, L.R.; Shaw, M.; Pound, R.; Kramer, L.J.; Price, R.; Young, S.; Lewis, A.C.; Pope, F.D. Evaluation of a low-cost optical particle counter (Alphasense OPC-N2) for ambient air monitoring. *Atmos. Meas. Tech.* 2018, 11, 709–720. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version].

УДК 628.512

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЦИОННО–ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ РЕСПИРАТОРОВ ТИПА «СНЕЖОК-ГП-В» ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Маринина О.Н., к.т.н., доц. кафедры ИГСИМ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Приводится анализ свойств материала для перегородок респираторов.

Ключевые слова: сварочный аэрозоль, твердые составляющие сварочного аэрозоля (ТССА), фтористый водород, газообразные составляющие сварочного аэрозоля.

Проведя анализ сварочного аэрозоля в цехах завода ЖБИ, определили диапазон измеряемых аэрозольных частиц, которые оказались равными от 0,1 до 250 мкм. Также провели измерение отдельных концентраций твердых составляющих сварочного аэрозоля (ТССА) размером от 0,1 до 2,5 мкм; от 2,5 до 10 мкм и т.д. Процент от общей отобранной пыли составил фракция мелкодисперсной пыли более 95%. Данный анализ показал, что для защиты органов дыхания от сварочного аэрозоля при проведении сварочных работ используются респираторы, эффективность которых в основном определяются применяемыми фильтрующими материалами, которые различны по своим структуре и свойствам. Исходными данными для обоснования выбора структуры пористого фильтрующего материала являются сведения об объеме выбросов, компонентном составе газовой фазы, а также дисперсном составе и свойствах пыли.

Исходя из проведенного анализа дисперсного состава аэрозоля, и учитывая, что в состав выбросов входят фтористый водород, фториды, диоксид серы, улавливание которых происходит по различным механизмам, наиболее целесообразно использовать смешанные ионообменные сорбенты в виде нетканых материалов [1,2,3]. В качестве сорбционно-фильтрующих материа-

лов в респираторах наиболее часто используют иглопробивные. Они вырабатываются путем перепутывания волокон холста с помощью игл специальной конструкции. Для улавливания сварочного аэрозоля применяется иглопробивной материал, состоящий из двух слоев: 1 слой из анионообменных поликапроамидных модифицированных волокон; 2 слой – гидрофильное модифицированное хлопкоподобное вискозное волокно [1,2,3]. Соотношение слоев по массе соответственно составляет 1:(0,7-0,3). В качестве анионообменного волокна используется волокно на основе привитого сополимера поликапроамида и полидиметиламиноэтилметокрилат (КМ-А1) [1].

В табл. 1 приведены показатели структуры разработанных фильтрующих материалов.

Таблица 1

Показатели структуры фильтрующих иглопробивных материалов

№ варианта	Содержание анионообменного волокна, %	Поверхностная плотность, г/м ²	Неровнота по массе, %	Толщина, мм	Объемная плотность, г/м ³	Общая пористость, %
1	2	3	4	5	6	7
1	210	300±10	4,3	4,6	0,094	92,0
2	180	300±10	4,2	4,6	0,100	91,7
3	150	300±10	4,2	4,7	0,096	91,5
4	120	300±10	4,2	4,7	0,096	91,5
5	90	300±10	4,2	4,7	0,096	91,5

Общую пористость рассчитывали по формуле (1):

$$P = 1 - \frac{\sigma}{\rho}, \quad (1)$$

где σ – объемная плотность материала, г/м³; ρ – удельная плотность волокна, г/м³.

Для фильтрующих материалов наиболее важное значение имеют показатели прочности (разрывная нагрузка и удлинение при разрыве), так как в процессе изготовления, эксплуатации и ресорбции материалы подвергаются достаточно высоким физико-механическим воздействиям. Целесообразно также оценить жесткость при изгибе, так как в процессе изготовления фильтрующих элементов респираторов материалу надо придать объемную форму.

Разрывную нагрузку и удлинение при разрыве определяли по стандартным методикам [1] на разрывной машине РТ-250-М на полосках размером (50х200) мм при зажимной длине образца 100 мм и предварительной нагрузке 1 кН. Удлинение ε , % рассчитывали по формуле (2):

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_p \cdot 100}{L}, \quad (2)$$

где ε_p – абсолютное удлинение при разрыве, мм; L – зажимная длина образца, мм.

Жесткость полотен при изгибе определяли по методу кольца на приборе ПЖУ-12М конструкции ВНИИПИК [1]. Свойства материалов приведены в табл. 2

Таблица 2

Свойства сорбционно-фильтрующих материалов

№ вари-анта	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Жесткость при изгибе, сН	
	по длине	по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине
1	120	140	4	5	6,5	6,7
1	115	100	60	67	7,8	8,2
2	101	98	62	63	9,4	9,5
3	100	90	62	65	10,2	10
4	96	90	62	63	11	10,8
5	100	98	62	65	6,4	6,2

Анализ данных табл. 2 показал, что разработанные материалы обладают высокой прочностью.

Необходимо отметить, что разработанный материал имеет более высокую прочность на истирание, чем известные промышленные гранулированные иониты. Так, прочность на истирание катионита ГМФ составляет 68% разработанного сорбента 80% [1, 3], а значит, данный материал можно рекомендовать для фильтрующих элементов респираторов типа «Снежок ГП-В», как наиболее прочный и обладающий большим временем защиты органов дыхания сварщика при выполнении работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маринина О.Н. Совершенствование индивидуальных средств защиты органов дыхания сварщиков арматурных цехов завода ЖБИ. Диссертация на соискание ученой степени, Волгоград, 2012.
2. Мензелинцева Н.В., Маринина О.Н. Исследование защитных свойств респираторов типа «Снежок-ГП-В» при проведении сварочных работ [Текст] // Вестник Волгогр. гос. арх.-строит. ун-та; Сер: Строительство и архитектура. Волгоград: ВолгГАСУ, 2011. Вып. 24(43). С. 77-81
3. Маринина О.Н. «О дисперсном составе аэрозоля в воздухе рабочей зоны арматурного цеха завода ЖБИ», Сборник материалов и научных трудов инженеров-экологов, 2013. Вып. 5. С. 64-66.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ ПОТОКОВ В ЖИЛОЙ ЗОНЕ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Машакарян А.С., аспирант кафедры БЖДСиГХ
Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой БЖДСиГХ Азаров В. Н.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Выполнено моделирование воздействия ветровых потоков на окружающую застройку территории жилой зоны. Выполнена геометрическая модель жилой зоны, состоящая из зданий различной этажности и конфигурации. Определены и проанализированы пути распространения ветровых потоков с учетом влияния на них окружающей застройки.

Ключевые слова: ветровые потоки, моделирование, ветровое воздействие, городская среда, воздушный бассейн.

Моделирование с помощью численных методов является одним из способов определения воздействия ветровых потоков на физические объекты [1-5]. В соответствии с необходимым уровнем точности для решения поставленной задачи при помощи программы автоматизированного проектирования была создана геометрическая модель исследуемой зоны, представленная на рис. 1.

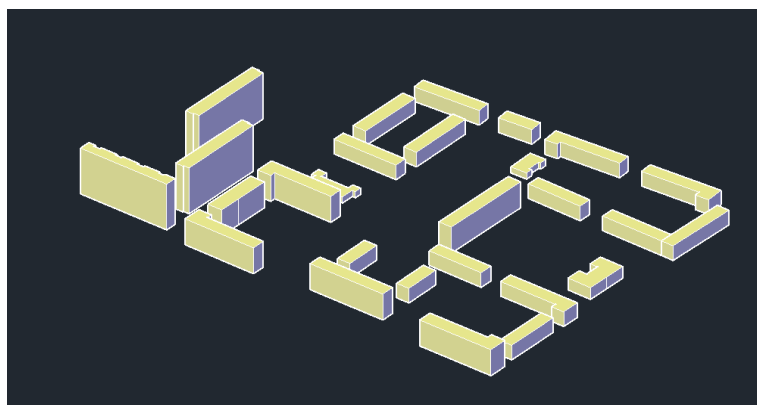


Рис. 1. Геометрическая модель зоны застройки

Для данной модели ветровой поток принят устоявшимся, а скорость ветра принята равной 7,0 м/с. С учетом применяемой скорости ветра можно пренебречь сжимаемостью воздушных потоков. В целях упрощения процесса моделирования температура ветровых потоков принята постоянной.

В рамках настоящего моделирования применяется модель турбулентности SST (Shear Stress Transport) [6, 7], зарекомендовавшая себя во множестве решенных задач численного моделирования. Результат моделирования представлен на рисунке 2.

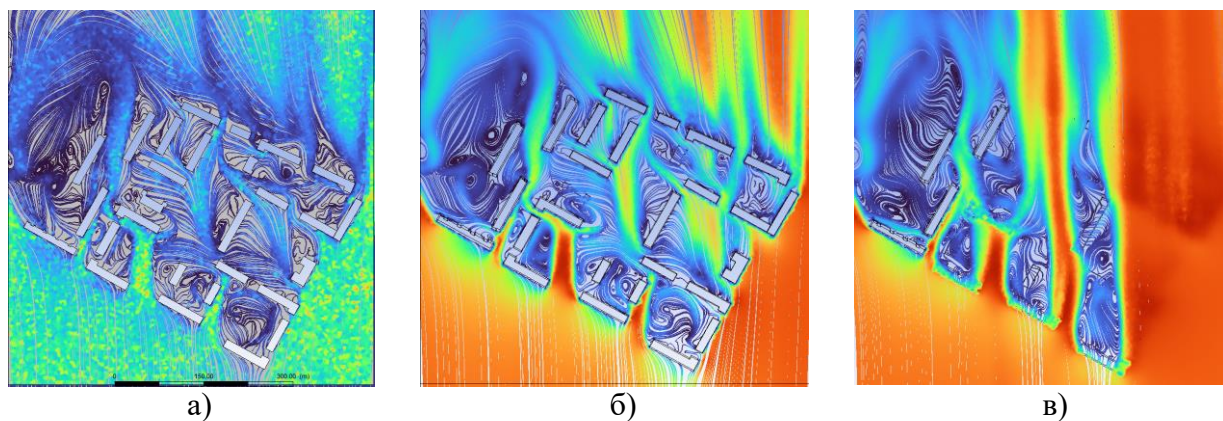


Рис. 2. Результат моделирования в виде линий тока ветра на высоте а) 1,7-ых метра; б) 10-ти метров; в) 30-ти метров

Полученные направления ветровых потоков позволяют сделать вывод о том, что наименьшая скорость ветровых потоков наблюдается у основания объектов, в то время как наибольшая скорость увеличивается с высотой. Из рисунка 2-в видно, что 16-этажный жилой дом частично находится в зоне аэродинамической тени впереди стоящего здания той же высоты. Данная модель может свидетельствовать о недостаточном воздухообмене. В воздухе таких зон, как правило, наблюдается наибольшая концентрация вредных веществ. При наличии верифицированной картины распространения ветровых потоков с учетом влияния застройки и появляющихся аэродинамических теней становится возможным определение различных эколого-климатических параметров исследуемых зон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кордзадзе. Численное моделирование поля ветра в окрестностях восточной части Чёрного моря и западной части Каспийского морей, сформированного влиянием рельефа Кавказского региона / Кордзадзе, А. А. Сурмава, Д. И. Деметрашвили // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2004. № 10. С. 256-264.
2. Дубинский, С. И. Численное моделирование скоростей ветра в реальной застройке на примере района г. Токио / С. И. Дубинский, А. В. Дорошенко // Приволжский научный журнал. 2012. № 4(24). С. 70-75.
3. Колесников, А. И. Методика расчета высотных зданий на воздействие ветровой нагрузки с использованием современных средств компьютерной инженерии / А. И. Колесников. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. 2020. № 6 (296). С. 65-74.
4. Математическое моделирование динамики потоков воздуха для оценки комфортности пешеходных зон в городской застройке / И. В. Столбов, А. М. Савинов, С. В. Придвижкин [и др.] // Перспективы науки. 2022. № 9(156). С. 77-84.
5. Лампси, Б. Б. Численное и физическое моделирование ветровых потоков на большепролетное покрытие / Б. Б. Лампси, С. С. Шилов, П. А. Хазов // Вестник МГСУ. – 2022. Т. 17. № 1. С. 21-31.
6. Menter F. R. Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications // AIAA Journal. - August 1994. №32(8). С. 1598-1605.
7. Wilcox D.C. Turbulence Modelling for CFD. DCW Industries Inc., California, 1993.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИКРОПЛАСТИКА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ ЕГО НЕЙТРАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Минькин Р.С. (2ИЗ01);

Научный руководитель — к.х.н., доц. кафедры ХИЭС Мухаметшина Р.М.
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Институт строительных технологий и инженерно-экологических систем

Рассмотрены источники поступления микропластика в системы городского водоснабжения, оценено его воздействие на экологическую безопасность урбанизированных территорий. Проанализированы современные методы нейтрализации микропластика на водоочистных станциях.

Ключевые слова: микропластик, водоснабжение, экологическая безопасность, очистка воды, городская среда.

Загрязнение водных объектов частицами микропластика (МП) представляет одну из наиболее актуальных экологических проблем XXI века. Под микропластиком понимают полимерные частицы размером менее 5 мм, образующиеся в результате деградации крупных пластиковых изделий, а также производимые в таком виде изначально. В городской среде основными источниками МП являются: износ автомобильных шин, строительные полимерные материалы, а также разрушение упаковочных отходов. По данным ряда исследований, концентрация МП в поверхностных водах достигает 10–103 частиц/л [1].

Поступая в системы централизованного водоснабжения, микропластик оказывает комплексное негативное воздействие на качество питьевой воды. Частицы МП адсорбируют на своей поверхности тяжёлые металлы, стойкие органические загрязнители и патогенные микроорганизмы, функционируя как векторы переноса токсикантов. Кроме того, при деградации полимеров выделяются мономеры и пластификаторы, обладающие эндокринно-разрушающими свойствами. Совокупное воздействие МП на здоровье населения городов изучено недостаточно, что обуславливает необходимость разработки эффективных барьерных технологий [2].

Анализ отечественной и зарубежной практики позволяет выделить следующие методы нейтрализации МП в системах водоснабжения (таблица 1). Коагуляция и флокуляция с применением солей алюминия и железа обеспечивают удаление до 70–80 % частиц МП крупностью более 10 мкм. Мембранные технологии (ультрафильтрация, нанофильтрация) позволяют задерживать субмикронный МП с эффективностью 95–99 %. Фильтрация через слой активированного угля снижает концентрацию МП на 60–75 % при одновременной сорбции сопутствующих органических загрязнителей. Перспективным направлением является фотокаталитическое окисление ($\text{TiO}_2/\text{УФ}$),

обеспечивающее деструкцию наночастиц МП без образования вторичных загрязнителей [3].

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов удаления микропластика из питьевой воды

Метод очистки	Эффективность удаления МП, %	Удаляемые частицы, мкм	Примечание
Коагуляция и флокуляция	70–80	> 10	Низкая стоимость; применяется на большинстве станций
Фильтрация через активированный уголь	60–75	> 1	Дополнительно адсорбирует органические загрязнители
Мембранная ультрафильтрация	95–99	> 0,01	Высокая стоимость; наибольший барьерный эффект
Фотокаталитическое окисление (TiO ₂ /УФ)	80–90	< 0,1 (нано)	Перспективный метод; вторичных загрязнителей не образует

Сравнительная оценка методов показывает, что наибольшей эффективностью в условиях городских водопроводных станций обладает многобарьерная схема. Такая схема позволяет снизить содержание МП с исходных значений 102–103 частиц/л до уровня менее 1 частицы/л, что соответствует требованиям, рекомендуемым ВОЗ для питьевой воды. Экономически обоснованным решением для модернизации действующих сооружений является поэтапное внедрение мембранных блоков на стадии доочистки.

Таким образом, микропластик является значимым загрязнителем городских водных экосистем и систем водоснабжения, требующим целенаправленных мер по мониторингу и удалению. Комплексный подход, сочетающий усовершенствование технологий водоподготовки с нормативным ограничением выбросов МП в источники водоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Eerkes-Medrano D., Thompson R.C., Aldridge D.C. Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs // *Water Research*. 2015. Vol. 75. P. 63–82.
2. Минакова Е.А., Рудакова Л.В. Микропластик в питьевой воде: источники, опасность, методы контроля // *Экология и промышленность России*. 2022. № 4. С. 18–24.
3. Lapointe M. et al. Understanding and improving microplastics removal during water treatment: Review of the state of knowledge // *Water Research*. 2020. Vol. 184. P. 116049.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БЫТОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Некрутенко В.В. (ТЛ-741)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ТБ Житная С.В.
Луганский государственный университет им. В. Даля

Приведен анализ возможной опасности от применения бытовых химических веществ, последствия при их длительном воздействии на организм человека.

Ключевые слова: аэрозоли, химические препараты, красители, ароматизаторы, отравляющие вещества, токсические свойства.

Почти каждый человек в быту использует аэрозоли, искусственные подслащивающие вещества, косметику, всевозможные красители, лекарственные препараты и т.д. Но, применяя эти химические препараты, люди не задумываются, какой вред они могут причинить себе и другим людям. Применяются гигиенические средства, содержащие гидроксид натрия, который при длительном прямом воздействии способен привести к разъеданию кожи с образованием труднозаживающих ран, отбеливатели содержат гипохлорид натрия, вызывающий аллергическое раздражение кожи [1].

Широкое использование хлорфторметанов (фреонов) в качестве растворителей для красок, лаков, при применении в аэрозольных баллончиках, в том числе для освежителей воздуха, косметических аэрозолей привело к тому, что миллионы тонн их поступают в нижние слои атмосферы в виде безвредного нейтрального газа. Распространяясь вверх, фреоны под воздействием излучения разрушаются, выделяя хлор и фтор, которые разрушают озон [2].

Источником отравляющих веществ в жилом помещении также являются некоторые строительные материалы и изделия, представленные в табл. 1 [2].

Таблица 1

Данные по выделению отравляющих веществ бытовыми материалами

Наименование материалов	Выделяющиеся отравляющие вещества
Линолеум	Бензол, кумол, бутилацетат, хлороформ, , изопропилбензол, триметилбензол
Древесно-стружечные плиты и мебель, изготовленная из них	Фенол, формальдегид, орто- и паракрезолы, бутилацетат
Синтетические обои с полимерным или металлизированным покрытием	Стирол, бутиловый спирт, этилбензол, фталаты, хром, марганец, цинк, свинец
Мебель из дерева, паркет, половая доска	Формальдегид, толуол, дифенилэтан,
Битумные мастики, смоляная пакля	Крезол, ксилол, этилбензол, хлороформ
Изделия из полихлорвиниловых пластиков	Хлорвинил, фталаты, хлористый водород
Лакокрасочные покрытия на основе солей свинца (свинцовый сурик)	Свинец, этилбензол, бутилацетат, скипидар, амиловый спирт

Токсические свойства отравляющих бытовых веществ приведены в табл. 2 [2].

Таблица 2

Токсические свойства отравляющих бытовых веществ

Наименование вещества	Токсическое воздействие на организм человека
Фенол, орто- и паракрезолы, хлорфенол	Клеточный яд. Поражает нервную систему, вызывает раздражение дыхательных путей, расстройство пищеварения, кожный зуд, раздражительность, бессонницу
Формальдегид	Обладает канцерогенными и мутагенными свойствами, органов дыхания, аллергический насморк, трахеиты, бронхиты с астматическими проявлениями
Бензол	Поражает нервную систему, вызывает головную боль, одышку, кровоточивость десен
Хлороформ	Обладает канцерогенными свойствами, поражает нервную и сердечно-сосудистую системы
Ртуть	Поражает нервную систему, вызывает слабость, сонливость, головную боль, дрожание конечностей, судороги
Медь	Поражает нервную систему, вызывает язву желудка, дерматиты и конъюнктивиты
Цинк	Вызывает желудочно-кишечные расстройства, раздражительность, бессонницу, снижение памяти и слуха

Пути проникновения отравляющих веществ в организм человека: через кожу, органы дыхания и с пищей через желудок. Степень поражения отравляющими веществами зависит от их токсичности и продолжительности взаимодействия с организмом человека. Последние исследования показали, что человек проводит в жилых помещениях от 52 до 85% суточного времени [3]. Вследствие чего даже при относительно небольших концентрациях веществ в жилом помещении они способны оказывать существенное и заметное влияние на самочувствие и здоровье человека.

Использование бытовых химических веществ является фактором риска бытовой среды, который способен негативно влиять на самочувствие и здоровье человека. Уменьшить опасность для здоровья в своем доме можно, если всего лишь немного изменить свой образ жизни. Если все-таки наличия химических препаратов в доме (квартире) не избежать, то необходимо позаботиться о правильном их хранении, исключить возможность случайного или не контролируемого их применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козловский А.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Козловский, А.В. Козловский, О.Л. Упоров. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 314 с.

2. Ершов М.А. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля: учебное пособие для студентов специальности "Безопасность жизнедеятельности" / М.А. Ершов, О.А. Лерке; Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). М.: МИИТ, 2010. 52 с.

УДК 614.841

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Некрутенко В.В. (ТЛ-741)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ТБ Житная С.В.
Луганский государственный университет им. В. Даля

В данной статье в результате проведенных исследований разработаны рекомендации применения автоматических систем пожаротушения для пожарной защиты транспортных средств.

Ключевые слова: пожаротушение, огнетушитель, огнетушащее вещество, газогенерирующий заряд.

Аварии на транспортных средствах быстротечны, сопряжены с высокой вероятностью возникновения пожара и гибели людей. Оснащение транспорта высокоэффективными средствами пожаротушения позволяет снизить тяжесть последствий аварий и сохранить жизнь и здоровье людей.

Возгорание на транспорте происходит вследствие неисправности или разрушения топливной аппаратуры, системы электрообеспечения, неосторожного использования огня и других причин.

Тушение эффективно на первом этапе возникновения пожара, поэтому средства борьбы с огнем должны быть быстродействующими и обладать высокой интенсивностью и стабильностью подачи огнетушащего вещества. существующие огнетушители, в основном, не обладают этими возможностями, так как, энергетический источник обеспечивающий подачу огнетушащего вещества не может обеспечить постоянство давления в корпусе огнетушителя в период его работы [1].

Целью данной работы является поиск высокоэффективного энергетического источника, способного обеспечить постоянное давление в корпусе огнетушителя в период подачи огнетушащего вещества в зону горения.

Анализ состояния рассматриваемой проблемы позволил выбрать направление повышения эффективности огнетушителей за счет использования газогенерирующих зарядов и бромхладоновых огнетушащих веществ, обладающих наиболее широкой избирательной способностью к тушению различных материалов.

Поток огнетушащего вещества представляет собой жидкую и частично парообразную фазы, то есть является неоднородным. Скорость доставки огнетушащего вещества определяется, в основном, давлением газов, которое в течение работы огнетушителя является непрерывным. Таким образом, имеем дело с решением неоднородной и нестационарной задачи. Поэтому необходимо привлечение приближенных методов, основанных на разумных допу-

щениях. С учетом последнего, поток огнетушащего вещества можно рассмотреть, как идеальную жидкую однородную струю [2].

Желательно иметь огнетушитель со стационарной скоростью истечения, соответственно и с другими стационарными характеристиками. В определенной мере стационарность работы огнетушителя можно достичь конструктивным решением за счет подбора диаметра отверстий истечения газа и скорости горения газогенерирующего заряда. Если не принимать к учету скорости истечения жидкости в начальный и конечный периоды, в течение которых истекает сравнительно малое количество огнетушащего вещества по отношению ко всему количеству, то в основу расчета гидродинамических параметров можно положить стационарное истечение.

Ставится задача теоретического обоснования гидродинамических параметров (гидродинамический набор огнетушащего вещества, скорость истечения, дальность и время доставки в очаг горения) при решении однородной и стационарной задачи.

Одним из основных элементов огнетушителя является газогенерирующий заряд. Необходимо теоретическое и экспериментальное обоснование его рабочих характеристик, удовлетворяющих эффективному тушению и тактико-техническим параметрам огнетушителя. С учетом отмеченного разрабатывается рецептура газогенерирующего заряда [3]. Заряд должен гореть в нормальной фазе и не переходить на конвективный режим горения. Должно происходить спокойное, растянутое во времени горение с постепенным притоком газов и в то же время достаточным для поддержания постоянного давления в корпусе огнетушителя, вытесняющего огнетушащие вещества. Результаты данных испытаний позволяют выполнить доработку огнетушителей промышленного типа. По окончании исследований выполняется проектирование созданных огнетушителей и внедрение их в производство с экономической оценкой результатов проведенных работ.

Таким образом, основной задачей является научное обоснование возможности повышения эффективности и универсальности применения огнетушителей за счет конструктивного решения, применения современных огнетушащих веществ и новых принципов их вытеснения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов А.В. Производственная и пожарная автоматика. Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. 296 с.
2. Зезин В.Г. Механика жидкости и газа. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. 250 с.
3. Воронков О.Ю. Пожарная техника: учеб. пособие : в 2 ч. / О. Ю. Воронков, С. Ф. Храпский ; Минобрнауки России, ОмГТУ. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. 96 с.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Пастушенко Ю.С., Гоцка З.М., Мокрый Д.Н. (ГЗ-152м)
Научный руководитель — д.с.-х.н., проф. кафедры ТБ Зубов А.Р.
Луганский государственный университет им. В. Даля
Институт гражданской защиты

Предложен методический подход к оценке оправдываемости долгосрочных прогнозов метеорологических показателей, получаемых из интернет-ресурсов, в зависимости от их заблаговременности. Показана практическая реализация предложенного алгоритма

Ключевые слова: метеорологические элементы, прогноз погоды, оправдываемость, заблаговременность прогноза.

Температурный режим и количество атмосферных осадков играют большую роль в жизни человека, продовольственной и техносферной безопасности населения городов и стран. С этими факторами в летнее время связан не только комфорт жизни людей. Жаркая погода при отсутствии осадков приводит к почвенной засухе и снижению урожая сельхозкультур. Обильные осадки нередко приводят к водной эрозии почв и паводкам на реках. Заморозки вредят зерновым, плодовым и овощным. Холодная погода осенью и зимой повышает затраты на отопление и т.д. Поэтому колебания осадков и температуры важно уметь прогнозировать. Современная служба погоды с этим успешно справляется, а результаты прогноза доступны широким кругам благодаря многочисленным сервисам погоды (Gismeteo.ru, «Яндекс Погода», Meteoinfo и др. [1]). Они дают прогнозы осадков на две недели, а температуры на месяц вперед. Однако вызывает вопрос, насколько эти прогнозы оправдываются при такой большой их заблаговременности.

Целью проводимых исследований стало определение зависимости точности прогнозов, получаемых из интернет-ресурсов для максимальных и минимальных температур, суточного слоя осадков.

Для достижения данной цели была разработана специальная методика. Согласно ее ежедневно после 21⁰⁰, начиная с 2025 г., с одного из названных сервисов выписывались прогнозы суточных осадков (X) на две недели, максимальной и минимальной температуры для г. Луганска на 30 сут. вперед.

Полученные данные заносились в таблицу Excel (табл. 1). Для каждого суток определялась заблаговременность прогноза ΔT (сут.) и его ошибка Δ , равная разности прогнозируемой температуры на тот или иной день и фактической температуры T_f (она помечена цветом) в этот день (согласно сайта погоды). Затем данные таблицы для удобства расчетов и построения графиков перестраивались: каждый день расположен ниже предыдущего (более 2000 строк для всего летне-осеннего периода).

Таблица 1

Пример преобразованной таблицы прогнозных и фактических температур

На какое число	Дата прогноза 1			Дата прогноза 2			Дата прогноза 3			Дата прогноза 4			Дата прогноза 5			Дата прогноза 6		
	t°C	ΔT	Δ	t°C	ΔT	Δ	t°C	ΔT	Δ	t°C	ΔT	Δ	t°C	ΔT	Δ	t°C	ΔT	Δ
Дата 1	24	0																
Дата 2	26	1	1	25	0													
Дата 3	24	2	-1	25	1	-1	25	0										
Дата 4	17	3	2	16	2	1	17	1	2	15	0							
Дата 5	19	4	0	16	3	-3	16	2	-2	18	1	-1	19	0				
Дата 6	19	5	2	17	4	-3	15	3	-1	16	2	-4	20	1	0	20	0	
Дата 7	20	6	3	29	5	12	17	4	0	17	3	0	17	2	0	17	1	17

Для демонстрации практической реализации предложенного алгоритма (методики) приводим графики зависимости отклонений (обоих знаков) прогнозных значений минимальных температур летне-осеннего периода Δ от заблаговременности прогноза ΔT (рис. 1).

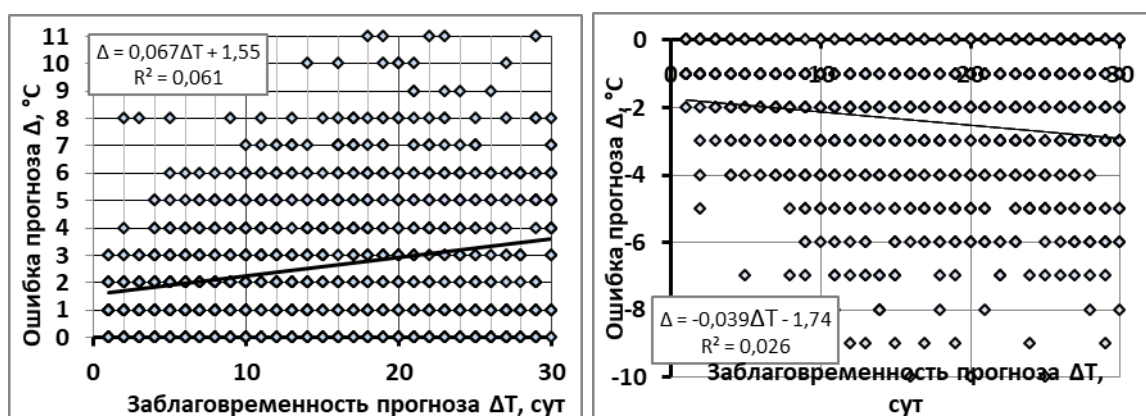


Рис.1. Зависимость ошибки прогноза от его заблаговременности

Как видим, есть тенденция роста отклонений от фактической суточной минимальной температуры с увеличением заблаговременности прогноза, однако наблюдается и значительное варьирование отклонений. В среднем же при заблаговременности до 7 суток ошибка по модулю не превышает 2°C.

Как показали расчет согласно [2] и графические построения, частота повторения целых значений ошибки от нуля соответствует нормальному закону распределения. Среднеквадратическое отклонение σ равно 3,28°C. Почти 95% значений отклонений укладываются в интервале $\pm 6^\circ\text{C}$.

В заключение отметим, что в дальнейшей работе предполагается более детальное применение предложенного подхода, включая анализ периодов повышенной опасности колебаний температуры для растениеводства, выпадения опасных слоев атмосферных осадков ливневого характера и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 10 самых точных сервисов прогноза погоды. Режим доступа: <https://www.mvideo.ru/blog/podborki/10-samyh-tochnyh-servisov-prognoza-pogody> (дата обращения: 02.04.2026).

2. Зубова Л.Г. Основы математической обработки экспериментальных данных: учебное пособие. Изд-во ВНУ им. В. Даля, Луганск, 2013. 60 с.

УДК 112.210.4 + 214.099

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОТЕНЦИАЛЬНО-ОПАСНОГО ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ АО «БАЛАКЛАВСКОЕ РУДОУПРАВЛЕНИЕ ИМ. А.М. ГОРЬКОГО»

Петренко К.А., аспирант кафедры ТБ
Драмарецкий Е.В., аспирант кафедры ТБ
Матвеев В.А., аспирант кафедры ТБ

Научный руководитель — к.т.н., доц., зав. кафедрой ТБ Ничкова Л.А.
Севастопольский государственный университет
Инженерный факультет, Высшая технологическая школа,
Севастопольский приборостроительный институт

Проведена оценка рисков с применением метода «дерева событий» для потенциально-опасного объекта АО «Балаклавское рудоуправление им. А.М. Горького». Данная оценка может быть взята за основу для аналогичных предприятий добывающей отрасли.

Ключевые слова: риск, чрезвычайная ситуация, опасный производственный объект, взрывчатые вещества, ущерб.

Паспорт безопасности опасного производственного объекта – документ, который необходимо разрабатывать в обязательном порядке для организаций, имеющих в своем составе объекты, использующие, производящие, перерабатывающие, хранящие или транспортирующие радиоактивные, пожаро-взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, а также объекты гидротехнических сооружений (ГТС) в случае возможности возникновения чрезвычайных ситуаций [1].

Форма паспорта безопасности утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 14.07.2022 № 1265 «Об утверждении Правил разработки и формы паспорта безопасности потенциально опасного объекта». Паспорт безопасности разработан для решения следующих задач: определение показателей степени риска ЧС для персонала опасного объекта и проживающего вблизи населения; определение возможности возникновения ЧС на опасном объекте; разработка мероприятий по снижению риска и смягчению последствий ЧС на опасном объекте [2].

АО «Балаклавского рудоуправления им. А.М. Горького» введено в эксплуатацию в 1936 году для добычи и переработки флюсовых известняков. Разработка ведется открытым способом, с вывозом добытого полезного ис-

копаемого автотранспортом на соответствующие участки дробильно-обогащительной фабрики. Взрывные работы ведутся хозяйственным способом, взрывчатые материалы хранятся на складе взрывчатых материалов, комплексе зданий и сооружений основного производственного и вспомогательного назначения, расположенных на общей территории участка 3,02 га.

Исходя из анализа происшествий, основными причинами аварий на объектах промышленной опасности являются: пожары и взрывы при перевозке взрывчатых материалов, хищение, халатность. Вероятность реализации различных сценариев на складе взрывчатых веществ определялась с использованием метода «дерева событий» (рис.1).

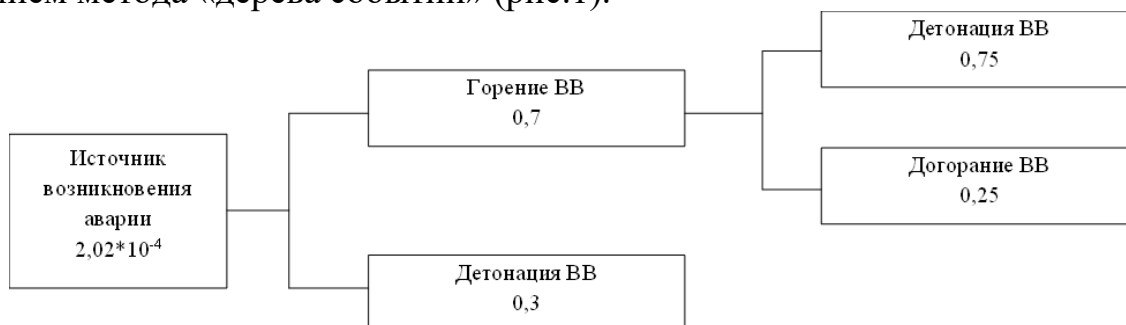


Рис. 1. Метод «дерева событий» для склада взрывчатых веществ

Согласно представленного «дерева событий» для АО «Балаклавского рудоуправления им. А.М. Горького» значения вероятностей реализации сценариев для объекта можем представить в виде табл. 1.

Таблица 1

Значения вероятностей реализации сценариев для объекта

Сценарий	Вероятность возникновения аварии
Горение ВВ	$1,41 \cdot 10^{-4}$
Детонация ВВ	$1,67 \cdot 10^{-4}$

Таким образом, на основании полученных значений вероятностей реализации сценариев, результаты расчета количественных показателей риска для персонала и населения в случае аварий на складе взрывчатых материалов будут следующими (табл. 2.).

Таблица 2

Результаты расчета количественных показателей риска для персонала и населения в случае аварий на складе взрывчатых материалов

Наименование риска	Показатель риска
Индивидуальный риск для персонала	$4,7 \cdot 10^{-5}$
Индивидуальный риск для населения	$8,417 \cdot 10^{-6}$
Коллективный риск	$1,67 \cdot 10^{-4}$

На основании проведенных расчетов и рассмотренных схем возникновения и развития аварий можно сделать следующий вывод:

Наиболее опасная и наиболее вероятная чрезвычайная ситуация на складе взрывчатых материалов может возникнуть в случае детонации взрывчатых

веществ, хранящихся на складе в результате попадания молнии, пожара, террористического акта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ// Собрание законодательства РФ. 1997. №30. С. 3588-3603.
2. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2022 г. N 1265 "Об утверждении Правил разработки и формы паспорта безопасности потенциально опасного объекта" // Собрание законодательства Российской Федерации. 2022. N 30. Ст. 5230. Режим доступа: <https://base.garant.ru/405000781/> (дата обращения: 15.03.2026).

УДК 614.841.12:614.844.2

ПОЖАРНАЯ НАГРУЗКА В СОВРЕМЕННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРАХ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ХРАНЕНИЕМ

Петрова С.П. (ПБ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются особенности формирования пожарной нагрузки в современных логистических центрах с автоматизированными системами хранения. Проведен анализ специфики складов маркетплейсов, выполнен расчет пожарной нагрузки для типового складского комплекса, а также оценена эффективность спринклерных систем пожаротушения при большой высоте складирования. Отдельное внимание уделено рискам, связанным с эксплуатацией роботизированной техники и литий-ионных аккумуляторов.

Ключевые слова: пожарная нагрузка, логистический центр, склад маркетплейса, автоматизированное хранение, спринклерная система, пожарная безопасность.

Современные логистические центры, используемые крупными маркетплейсами, представляют собой высокотехнологичные складские комплексы с автоматизированными системами хранения и обработки грузов. Высота складских помещений может достигать 18–24 м, а плотность размещения товаров значительно превышает показатели традиционных складов. Использование многоярусных стеллажных конструкций и автоматизированных транспортных систем позволяет увеличить эффективность хранения, однако одновременно приводит к росту потенциальной пожарной нагрузки объекта [1].

Дополнительным фактором риска является разнообразие хранимых товаров. На складах маркетплейсов одновременно находятся упаковочные материалы, пластиковые изделия, текстильная продукция, бытовая техника и электронные устройства. Большая часть этих материалов относится к горючим веществам, что существенно увеличивает тепловыделение при пожаре.

Именно это свойство напрямую определяет ключевой параметр, используемый при расчетах степени опасности объекта, — пожарную нагрузку, ко-

торая определяется как количество теплоты, выделяемого при полном сгорании всех горючих материалов, находящихся в помещении. Для складских объектов она рассчитывается с учетом массы хранимых материалов и их удельной теплоты сгорания [2].

$$Q = \sum_{i=1}^n (G_i \times Q_{\text{н}}^i) \quad (1)$$

где Q - полная пожарная нагрузка. Суммарное количество теплоты, которое выделится при сгорании всех горючих материалов на участке, МДж; i - индекс, обозначающий конкретный тип материала (например: картон, пластик, текстиль); G_i - количество i -го материала. Масса горючего вещества на выделенном участке, кг; $Q_{\text{н}}^i$ - низшая теплота сгорания i -го материала. Это справочная величина, показывающая, сколько тепла выделяется при полном сгорании 1 кг материала, МДж/кг.

Например, для типового логистического центра площадью около 20 000 м² и высотой складирования 18 м масса горючих материалов может составлять несколько тысяч тонн. При хранении упаковочных материалов, пластика и текстильной продукции расчетная пожарная нагрузка может достигать 900–1200 МДж.

На рисунке 1 представлена ориентировочная структура пожарной нагрузки складских комплексов.

Одним из основных средств обеспечения пожарной безопасности логистических центров являются автоматические спринклерные системы пожаротушения. Однако эффективность таких систем существенно зависит от высоты складирования и конфигурации стеллажей. При высоте хранения более 12 м стандартные потолочные спринклеры могут не обеспечивать достаточную интенсивность орошения в зоне очага пожара. В связи с этим применяются комбинированные решения, включающие потолочные и внутрестеллажные спринклерные установки. Такие системы позволяют значительно повысить эффективность тушения и ограничить распространение огня [3].

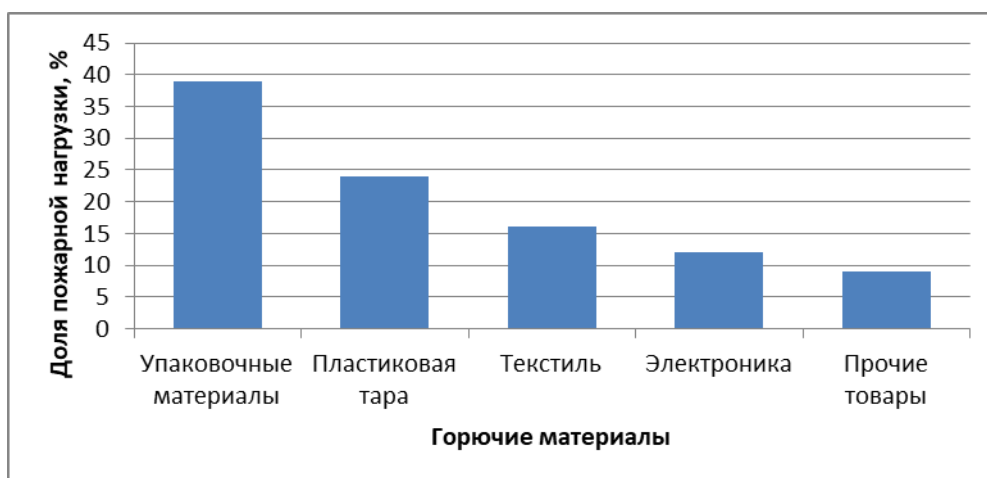


Рис. 1. Структура пожарной нагрузки в современных логистических центрах.

Однако даже комбинированные системы орошения не всегда способны предотвратить развитие пожара, если его источником выступает не традиционная горючая нагрузка, а технологическое оборудование, работающее внутри стеллажного пространства. Большинство таких устройств оснащается литий-ионными аккумуляторами, которые характеризуются высокой энергетической плотностью. Повреждение аккумуляторов, перегрев или нарушение режима зарядки могут привести к развитию теплового разгона, сопровождающегося выделением горючих газов и последующим возгоранием. В условиях плотного складирования подобные события могут стать источником быстрого распространения пожара внутри стеллажных систем.

Таким образом, современные логистические центры с автоматизированными системами хранения характеризуются высокими значениями пожарной нагрузки и сложными условиями тушения пожара. Основными факторами риска являются высокая плотность складирования, значительная высота стеллажей и использование роботизированной техники с аккумуляторными батареями. Повышение уровня пожарной безопасности таких объектов возможно за счет внедрения многоуровневых систем пожаротушения, совершенствования методов расчета пожарной нагрузки и разработки специальных требований к эксплуатации роботизированного оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пономарев А.В. Технические аспекты обеспечения пожарной безопасности логистических комплексов // Безопасность в техносфере. 2021. № 4. С. 45–50.
2. Грачев В.Ю. Пожарная нагрузка. – 1-е изд. Екатеринбург: СИТИС, 2009. 82 с.
3. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2020. 27 с.

УДК 614.842.61

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ РАСПЛАВОВ МЕТАЛЛОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЛИТЬЯ

Пешакова В.А., Ивахнюк Г.К. (ПБ11.740)

Научный руководитель — д.х.н., проф. кафедры ПБТПиП Ивахнюк Г.К.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В статье рассматриваются вопросы повышения качества расплавов металлов. Актуальность статьи обусловлена стремительно развивающейся судостроительной отраслью, что в свою очередь рождает необходимость развивать производство и качество материалов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, судоходство, металлы, кристаллизация.

Современная промышленность предъявляет повышенные требования к качеству алюминиевых отливок. Ключевые проблемы, с которыми сталкива-

ются технологи, включают формирование грубой дендритной структуры, химическую неоднородность и образование усадочных пор [1,2].

Формирование кристаллов часто отклоняется от равновесной морфологии из-за внешних условий роста. Варьируя параметры процесса, можно управлять габитусом и формой кристаллов. Особый интерес представляют метастабильные состояния — локальные минимумы свободной энергии, сохраняющиеся при переходе через фазовую границу. Распад такого состояния инициируется появлением зародышей новой фазы.

Различают два различных механизма зародышеобразования — гомогенный и гетерогенный. Отличаются они друг от друга тем, что гомогенная система представляет из себя однородную систему, химический состав и физические свойства которой во всех частях одинаковы или меняются непрерывно, гетерогенная система же в свою очередь представляет систему, состоящую из двух или более фаз, которые не перемешиваются между собой.

Чтобы сделать кристаллическую структуру металла более мелкой применяют различные методы. Одним из них является введение нерастворимых частиц, которые стимулируют зародышеобразование кристаллов (пример: титан, бор).

Применяя внешние магнитные поля, для воздействия на процесс кристаллизации, мы создаем управляемое электростатическое и электродинамическое воздействие. Прибегая к обработке переменным частотно-модулированным потенциалом (ПЧМП), мы целенаправленно изменяем внутреннюю энергию расплава, потенциал Гиббса жидкой фазы и интенсифицировать диспергирование структурных составляющих.

Применение электрофизической обработки позволяет получать отливки с повышенной плотностью и однородной микрокристаллической структурой. Тем самым мы получаем существенное улучшение прочностных характеристик, пластичности и ударной вязкости.

Так как неконтролируемые электростатические взаимодействия в расплаве являются фундаментальной причиной формирования дефектов в литых сплавах. Электрофизическая обработка ПЧМП является эффективным инструментом внешнего управления процессом кристаллизации [3].

Техническая реализация метода обеспечивает: интенсификацию зародышеобразования при одновременном подавлении дендритного роста; выравнивание химического состава по всему сечению отливки; механическое диспергирование первичных фаз; стабильное получение плотных отливок с улучшенным комплексом эксплуатационных свойств.

Повышая качество расплавов металлов, мы делаем вклад не только в развитие судостроительной и промышленной отраслей, но и в обеспечение пожарной безопасности на подобных производственных объектах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пешакова В.А. Современные системы и тактика пожаротушения морских судов / В. А. Пешакова // Математика в созвездии МЧС: материалы Международного конкурса

научных работ курсантов, магистрантов, адъюнктов, аспирантов, слушателей и студентов образовательных организаций высшего образования, посвящённого 35-летию МЧС России, Санкт-Петербург, 27 декабря 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2026. С. 137-138.

2. Пустовалов И.А. Возможность применения модульных установок пожаротушения водяным туманом в условиях дистанционного управления морским транспортом / И. А. Пустовалов, А. В. Иванов, В. С. Киселева // Транспорт России: проблемы и перспективы-2023: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14–15 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: Соломенко, ИПТ РАН, 2023. С. 184-187.

3. Доступ к полному тексту открыт физико-механические свойства электрофизически модифицированных расплавов для использования в металлоконструкциях/ Еравцов Е.И., Ивахнюк Г.К., Османов А.К., Семёнов В.В. /В сборнике: инновационный потенциал развития науки в современном мире: достижения и инновации. Сборник научных статей по материалам III международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 60-70.

УДК 614.842.61

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ СУДОВОГО ТРАНСПОРТА

Пешакова В.А. (ПБ11.740)

Научный руководитель — д.х.н., проф. кафедры ПБТПиП Ивахнюк Г.К.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В статье рассматривается проблема обеспечения пожарной безопасности на объектах судового транспорта, где широкое применение находят полимерные композитные материалы (ПКМ) и углеводородное топливо. Актуальность статьи обусловлена ростом количества аварий в данной отрасли и спецификой горения полимеров в замкнутых объемах судовых помещений. Целью работы является анализ пожарной опасности полимерных материалов в сочетании с углеводородами.

Ключевые слова: пожарная безопасность, судоходство, углеводороды, полимерные материалы.

Судостроительная отрасль – отрасль тяжёлой промышленности, которая занимается созданием плавучих сооружений, таких как суда, корабли и плавучие объекты. Современное судостроение и последующая эксплуатация плавучих объектов характеризуются широким внедрением полимерных композитных материалов (ПКМ) в конструкцию корпусов, надстроек и внутренней отделки судов. А также, морские суда являются объектами повышенной пожарной опасности из-за наличия больших запасов углеводородного топлива (дизельное топливо, мазут) и грузов (нефть, нефтепродукты, химические вещества и прочее) [1,2].

Полимерные материалы, используемые в отделке и конструкциях, при горении выделяют большое количество тепла и токсичных продуктов, что представляет угрозу для жизни и здоровья экипажа и (или) пассажиров.

Практическая значимость работы состоит в обосновании необходимости внедрения трудновоспламеняемых композитов для повышения безопасности эксплуатации судов. Результаты могут быть использованы при проектировании судов и переработке норм пожарной безопасности на объектах судоходной отрасли [3].

В качестве огнезащитных покрытий рассматриваются вспучивающиеся при нагревании составы и краски, достаточно широко применяемые для повышения огнестойкости металлических конструкций.

Основное, что необходимо учитывать – обеспечение надежной адгезии покрытий к основе из ПКМ в разных условиях работы технологического оборудования.

Для создания ПКМ с улучшенной огнестойкостью необходимо:

- модификация связующих антипиренами,
- использование нанонаполнителей (углеродные нанотрубки),
- разработка гибридных композитов.

Стандартные эпоксидные композиты обладают высокой горючестью и низкой термостойкостью. Модификация полимерных материалов антипиренами позволяет существенно снизить показатели пожарной опасности. Введение галогенсодержащих или фосфорсодержащих добавок способствует образованию защитного коксового слоя на поверхности материала, препятствующего доступу кислорода и отводу тепла. Однако, потенциальную токсичность продуктов горения модифицированных материалов еще предстоит исследовать.

Комплексная оценка пожарной опасности показывает, что наиболее рациональным подходом является сочетание конструктивной пожарной защиты (огнезащитные покрытия, перегородки) и использования трудновоспламеняемых материалов. Это позволяет снизить пожарную нагрузку.

Выводы:

1. Полимерные материалы на морском транспорте представляют значительную пожарную опасность, особенно в сочетании с углеводородным топливом и грузами. Основными рисками являются высокая скорость распространения пламени и токсичность продуктов горения.

2. Модификация полимерных композитов антипиренами позволяет снизить горючесть и скорость распространения пламени. Требуется уточнение значений токсичности, выделяемых веществами.

3. Комплексный подход к обеспечению пожарной безопасности, включающий использование трудновоспламеняемых материалов и конструктивные меры защиты, является наиболее эффективным способом обеспечения пожарной безопасности на объектах судоходства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арзаев Н.А., Ивахнюк Г.К. Влияние реагентной и безреагентной модификации дисперсной среды и химических свойств поверхности минерализаторов на пожарно-технические характеристики воздушно-механических пен // Научно-аналитический жур-

нал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2025. № 4. С. 14–22.

2. Волик А.С., Квашнин А.В., Ивахнюк Г.К. Влияние электрического поля на огнетушащие свойства воздушно-механической пены // Проблемы управления рисками в технике. 2020. № 3 (55). С. 103–107.

3. Пешакова В.А. Некоторые особенности тушения пожаров на морских судах / В.А. Пешакова, Н.В. Каменецкая // Математика в созвездии МЧС: материалы Международного конкурса научных работ курсантов, магистрантов, адъюнктов, аспирантов, слушателей и студентов образовательных организаций высшего образования, посвящённого 35-летию МЧС России, Санкт-Петербург, 27 декабря 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2026. – С. 133-134.

УДК 372.862

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВЕТРОВЫХ ПОТОКОВ И ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОКРУГ ЗДАНИЙ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ГОРОДСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ И ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Подлепаева Я.С. (ПГС 2-25),
Степанова И.Е., ст. преподаватель кафедры ИГСИМ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Статья посвящена визуализации ветровых потоков и загрязнений вокруг зданий в городском планировании. Рассматриваются влияние архитектуры на воздух, распространение загрязнений и применение визуализации на разных этапах проекта, а также текущие вызовы и перспективы.

Ключевые слова: визуализация ветровых потоков, загрязнение воздуха, городское планирование, микроклимат и вентиляция, здоровье населения, устойчивость городской среды.

Современные города – это сложные экосистемы, где архитектурные формы зданий оказывают существенное влияние на динамику воздушных потоков и распределение загрязняющих веществ. Понимание этих взаимодействий критически важно для создания здоровой, комфортной и устойчивой городской среды. Визуализация ветровых потоков и загрязнений вокруг зданий является мощным инструментом, позволяющим анализировать, прогнозировать и оптимизировать городское планирование, снижать риски для здоровья населения и повышать энергоэффективность зданий. Данная статья посвящена рассмотрению основных аспектов визуализации ветровых потоков и загрязнений, их значимости и методов применения [1,2,3,4].

1. Ветровые потоки вокруг зданий: Невидимая сила с ощутимыми последствиями

Здания, являясь преградами на пути естественного движения воздуха, создают сложные и часто непредсказуемые ветровые поля. Эти поля характеризуются:

- **Зонами ускорения:** Воздух, обтекая углы и выступающие части зданий, ускоряется, что может приводить к дискомфорту для пешеходов и увеличению эрозии.

- **Зонами замедления и завихрения:** За зданиями образуются области пониженного давления и турбулентности, где воздух движется хаотично. Эти зоны могут способствовать накоплению загрязняющих веществ.

- **Эффектом "ветрового туннеля":** Узкие пространства между высокими зданиями могут создавать эффект аэродинамической трубы, значительно усиливая скорость ветра и создавая неблагоприятные условия.

- **Влиянием на микроклимат:** Ветровые потоки играют ключевую роль в рассеивании тепла и влаги, влияя на температуру и влажность воздуха в непосредственной близости от зданий.

Значение визуализации ветровых потоков:

- **Комфорт пешеходов:** Идентификация зон сильного ветра позволяет проектировщикам принимать меры по его снижению, например, путем изменения формы зданий, установки ветрозащитных экранов или озеленения.

- **Безопасность:** Сильные ветровые нагрузки могут представлять опасность для людей и инфраструктуры. Визуализация помогает оценить эти риски.

- **Энергоэффективность:** Понимание естественной вентиляции, обусловленной ветром, позволяет оптимизировать проектирование систем вентиляции зданий, снижая потребление энергии на кондиционирование и отопление.

- **Распределение загрязняющих веществ:** Ветровые потоки являются основным переносчиком загрязняющих веществ, выделяемых из источников, расположенных как внутри, так и снаружи зданий.

2. Загрязнения вокруг зданий: Невидимая угроза для здоровья

Городская среда насыщена различными источниками загрязнения воздуха:

- **Транспорт:** Выхлопные газы автомобилей являются основным источником оксидов азота (NOx), твердых частиц (PM2.5 и PM10), угарного газа (CO) и летучих органических соединений (ЛОС).

- **Промышленность:** Промышленные предприятия выбрасывают широкий спектр загрязняющих веществ, включая диоксид серы (SO2), тяжелые металлы и токсичные газы.

- **Отопление зданий:** Системы отопления, особенно использующие ископаемое топливо, также вносят вклад в загрязнение воздуха.

- **Строительные работы:** Строительные площадки являются источником пыли и других твердых частиц.

- **Естественные источники:** Пыль, пыльца и другие природные аэрозоли также могут влиять на качество воздуха в городской среде.

Взаимодействие ветровых потоков с этими источниками определяет концентрацию загрязняющих веществ в различных точках городской территории. В зонах замедления ветра, например, за зданиями, загрязнители могут накапливаться, создавая локальные зоны с повышенным риском для здоровья.

Значение визуализации загрязнений:

– **Оценка рисков для здоровья:** Визуализация позволяет выявить зоны с высокой концентрацией загрязняющих веществ, что дает возможность оценить потенциальное воздействие на здоровье жителей, особенно уязвимых групп населения (дети, пожилые люди, люди с респираторными заболеваниями).

– **Планирование городской застройки:** Понимание того, как загрязняющие вещества распространяются вокруг зданий, помогает принимать обоснованные решения при размещении жилых зон, школ, больниц и рекреационных объектов.

– **Разработка мер по снижению загрязнения:** Визуализация может служить основой для разработки и оценки эффективности мер по снижению выбросов, таких как оптимизация транспортных потоков, внедрение "зеленых" зон или изменение расположения промышленных объектов.

– **Информирование общественности:** Наглядное представление данных о загрязнении воздуха способствует повышению осведомленности населения о проблемах качества воздуха и стимулирует участие в природоохранных инициативах.

3. Применение визуализации в городском планировании и управлении

Визуализация ветровых потоков и загрязнений находит широкое применение на различных этапах городского развития:

– **Предпроектная стадия:** Анализ потенциального воздействия новых зданий на ветровой режим и качество воздуха в прилегающих районах. Оптимизация расположения и формы зданий для минимизации негативных эффектов.

– **Проектирование:** Оценка эффективности решений по снижению ветровых нагрузок (например, использование ветрозащитных экранов, озеленения) и улучшению естественной вентиляции. Прогнозирование распространения загрязняющих веществ от локальных источников (например, выхлопных труб, вентиляционных систем).

– **Строительство:** Мониторинг пыли и других загрязняющих веществ на строительных площадках и оценка их распространения.

– **Эксплуатация и управление городом:** Оценка влияния существующих зданий на микроклимат и качество воздуха. Разработка стратегий по снижению загрязнения воздуха, оптимизации транспортных потоков и планированию "зеленых" зон. Информирование населения о текущем состоянии качества воздуха и потенциальных рисках.

– **Градостроительное планирование:** Создание моделей развития города с учетом аэродинамических и дисперсионных характеристик, что позволяет принимать более обоснованные решения о размещении новых объектов, развитии транспортной инфраструктуры и создании комфортной городской среды.

4. Вызовы и перспективы

Несмотря на значительный прогресс, существуют и определенные вызовы в области визуализации ветровых потоков и загрязнений:

– **Точность моделей:** Точность CFD-моделей зависит от качества входных данных (геометрия зданий, метеорологические условия, характеристики источников загрязнения) и вычислительных ресурсов.

– **Интеграция данных:** Сложность интеграции данных из различных источников (моделирование, измерения, ГИС) для создания единой и полной картины.

– **Доступность инструментов:** Высокая стоимость и сложность использования некоторых передовых инструментов визуализации могут ограничивать их применение для небольших городов или частных компаний.

– **Интерпретация результатов:** Необходимость в квалифицированных специалистах для правильной интерпретации сложных визуализаций и принятия на их основе обоснованных решений.

Перспективы развития включают:

– **Развитие более точных и быстрых CFD-моделей:** Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта для ускорения расчетов и повышения их точности.

– **Создание интегрированных платформ:** Разработка программных комплексов, объединяющих моделирование, сбор данных с датчиков и ГИС для комплексного анализа и визуализации.

– **Развитие методов визуализации в реальном времени:** Создание динамических, интерактивных карт, которые могут обновляться в режиме реального времени, предоставляя актуальную информацию о состоянии окружающей среды.

– **Повышение доступности инструментов:** Разработка более простых в использовании и доступных программных решений для широкого круга специалистов.

– **Улучшение взаимодействия с общественностью:** Создание наглядных и понятных инструментов визуализации для информирования населения и вовлечения его в процесс принятия решений по улучшению городской среды.

Заключение

Визуализация ветровых потоков и загрязнений вокруг зданий является неотъемлемым инструментом современного городского планирования и управления. Она позволяет перейти от интуитивных решений к научно обоснованным, учитывая комплексное взаимодействие архитектуры, воздушных потоков и качества воздуха. Применение этих методов способствует созда-

нию более здоровых, комфортных и устойчивых городов, где минимизируются риски для здоровья населения и повышается качество жизни. Дальнейшее развитие технологий визуализации и их интеграция в практику городского планирования открывают новые возможности для решения актуальных экологических и социальных проблем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Alberti, M. (2010). Urban Form and Microclimate: Implications for Urban Design. *Journal of Urban Climate*, 1(2), 123-135. DOI: 10.1016/j.uclim.2010.01.001 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095010000123> (дата обращения: 26.03.2026).
2. Blocken, B. (2015). 50 Years of Computational Fluid Dynamics for Buildings: CFD in Building Aerodynamics. *Architectural Science Review*, 58(2), 99-112. DOI: 10.1080/00038628.2015.1013070 <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2015.1013070> (дата обращения: 26.03.2026).
3. Sini, J.-F., Satoh, K., & Kanda, M. (2013). CFD for Urban Flows and Building-Integrated Ventilation. *Building and Environment*, 68, 44-56. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.04.010 Ссылка: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132313001438> (дата обращения: 26.03.2026).
4. Tominaga, Y., & Nishiwaki, Y. (2014). A Review of CFD Applications for Urban Flows. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 129, 114-132. DOI: 10.1016/j.jweia.2013.11.012 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167610613002390> (дата обращения: 26.03.2026).

УДК 628.711.4:504.6

ОСОБЕННОСТИ ОСАЖДЕНИЯ ГИПСОВОЙ ПЫЛИ

Постникова Е.А. (ТБм-1-25),
Жукова Н.С., к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассмотрены основные особенности осаждения гипсовой пыли.

Ключевые слова: гипсовая пыль, осаждение, перенос частиц.

Гипсовая пыль образуется в результате обработки гипса, который широко используется в строительстве и других отраслях. В результате процессов дробления, измельчения, сушки, смешивания и транспортировки гипса частицы гипсовой пыли приобретают мелкодисперсную структуру, что делает их легко переносимыми по воздуху.

Перенос частиц гипсовой пыли в атмосфере представляет собой сложный физический процесс, который определяется множеством факторов, включая размер и свойства частиц, а также условия окружающей среды.

Осаждение пылевых частиц в зависимости от их величины происходит по разным законам. Крупные пылевые частицы осаждаются по закону Ньютона.

Осаждение частиц диаметром 1 - 100 мкм, т. е. наиболее активных и характерных для большинства производств, подчиняется закону Стокса; перемещение субмикронных частиц, особенно мельчайших, определяется броуновским движением.

Гипсовая пыль в основном состоит из частиц размером от 1 до 10 мкм, что позволяет ей оставаться во взвешенном состоянии в течение длительного времени. Чем меньше размер частиц, тем дольше они могут находиться в воздухе, перемещаясь с воздушными потоками на значительные расстояния. Кроме того, частицы гипсовой пыли обладают умеренной абразивностью, что приводит к износу оборудования и фильтрующих материалов.

Гипсовая пыль склонна к впитыванию влаги из воздуха, что способствует ее слипанию и агломерации. В результате этого процесса частицы объединяются в более крупные конгломераты, которые могут оседать быстрее, но также могут вызывать засорение фильтров и трубопроводов.

Гипс химически инертен и не оказывает агрессивного воздействия на материалы пылеуловителей. Однако при нагревании или реакции с водой возможно выделение паров и формирование более мелких частиц, что может потребовать дополнительной фильтрации.

В основе процесса осаждения лежат такие механизмы, как гравитационное осаждение, инерционное осаждение, осаждение под действием центробежных сил, фильтрация, осаждение в электрическом поле, а также мокрая очистка.

Гравитационное осаждение происходит за счёт действия силы тяжести: частицы пыли оседают, если их скорость витания превышает скорость восходящего потока воздуха. Однако для мелких частиц, размер которых менее 0,5 микрометра, этот механизм становится малоэффективным из-за броуновского движения - хаотичного перемещения частиц под ударами молекул воздуха. В таких случаях значительную роль играют инерционные и центробежные силы: при изменении направления потока или в криволинейных каналах частицы по инерции продолжают движение и сталкиваются с препятствиями, что способствует их отделению от газовой среды [1].

Таким образом, механизм осаждения гипсовой пыли зависит от её дисперсности, концентрации, а также требований к чистоте воздуха и возможности вторичного использования уловленного материала.

Помимо этого, рельеф местности и городская застройка влияют на характер осаждения гипсовой пыли. Так горы, долины и холмы могут создавать локальные ветровые режимы, влияя на направление и скорость переноса. В долинах ветер может быть более слабым и направленным, что приводит к накоплению загрязняющих веществ, в то время как на открытых равнинах пыль рассеивается быстрее. Здания, улицы и другие искусственные сооружения создают так называемый «городской каньонный эффект». Это приводит к изменению ветрового режима, снижению скорости ветра в нижних слоях атмосферы и замедлению вертикального рассеивания загрязняющих веществ.

Пыль может задерживаться между зданиями, образуя зоны с повышенным уровнем загрязнения.

Перенос частиц гипсовой пыли в атмосфере в районе предприятий – это многогранный процесс, определяемый сложным взаимодействием метеорологических условий, физических свойств самой пыли, особенностей рельефа и застройки, а также антропогенной деятельности. Эффективное управление этим процессом требует комплексного подхода, включающего как снижение выбросов на самих предприятиях (установка пылеулавливающего оборудования, оптимизация технологических процессов), так и разработку мер по минимизации вторичного пылеобразования, озеленение территорий и мониторинг качества атмосферного воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пронин В.А., Мамченко В.О., Долговская О.В., Цветков В.А. Очистка и дезодорация газовоздушных выбросов. – СПб: Университет ИТМО. 2022. 156 с.

УДК 628.3

РАЗРАБОТКА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ СМЕСИ ФОСФАТ СОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЖИДКИХ ОТХОДОВ

Привалова Н.В., к.т.н., ст. преподаватель кафедры ВВИЭиХ
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В лабораторных условиях разработана технологическая схема экстрагирования смеси кислых фосфат содержащих производственных жидких отходов, определены оптимальные химические реагенты и параметры их работы.

Ключевые слова: фосфат содержащие производственные жидкие отходы, сточные воды, класс опасности, отработанные кислые фосфат содержащие растворы.

В процессе производственных циклов, на предприятиях машиностроения образуется фосфат содержащий жидкий отход, состоящий из смеси отработанных кислых растворов:

- отработанный раствор тринатрийфосфата,
- отработанный раствор ванн фосфатирования,
- отработанный раствор лимонной кислоты,
- отработанный раствор ванн травления и ортофосфорной кислоты,
- отработанный моющий раствор.

На каждом предприятии отрасли образуется в среднем по 200 м³ в год фосфат содержащего жидкого отхода, подлежащего утилизации.

Согласно [1], фосфат содержащие отработанные кислые отходы являются высокоопасными жидкостями относящиеся к 2 классу опасности, характери-

зующиеся высокой токсичностью. При осуществлении любых операций [2]: обезвреживание, утилизация, транспортирование, сбор и хранение такой отход требует строгого соблюдения требований из-за высокого уровня вредного воздействия на окружающую среду. К загрязнению окружающей системы может привести любое отклонение от правил, тем самым серьезно нарушив экологический баланс. После воздействия таких отходов, полное восстановление загрязненной среды, может занять десятилетия.

Разработка технологического решения экстрагирования отработанных кислых фосфат содержащих жидких отходов с получением целевых продуктов: кристаллических натриевых солей (отход 4 класса опасности) и очищенной воды, которую предприятие может использовать для собственных нужд, на сегодняшний день является актуальной экологической задачей.

Цель работы:

В лабораторных условиях разработать технологическую схему экстрагирования отработанных кислых фосфат содержащих жидких отходов (жидкий отход 2 класса опасности) для получения целевых продуктов - кристаллических натриевых солей (твердый отход 4 класса опасности) и очищенной воды.

Для реализации указанной цели были сформированы следующие задачи:

- Сбор исходных данных о физико-химическом составе, отработанных кислых фосфат содержащих жидких отходов;
- Определение метода получения натриевых солей в соответствие с заданными характеристиками целевого продукта;
- Получение натриевых солей в лабораторных условиях, проверка их показателей на соответствие требуемым;
- Разработка оптимальной технологической схемы экстрагирования отработанных кислых фосфат содержащих жидких отходов для получения целевого продукта натриевых солей и очищенной воды.

В данной работе за основной способ получения натриевых солей был принят метод взаимодействия кислот и раствора гидроксида натрия. Очистка полученного раствора натриевых солей до заданных показателей была проведена методом реагентной коагуляции [3]. Далее концентрирование и кристаллизацию раствора натриевой соли проводили в вакуум-выпарном аппарате и кристаллизаторе. Получены целевые продукты – кристаллические натриевые соли (твердый отход 4 класса опасности) и очищенная вода, которую предприятие может использовать для собственных нужд. Разработанная технологическая блок-схема представлена на рис. 1.

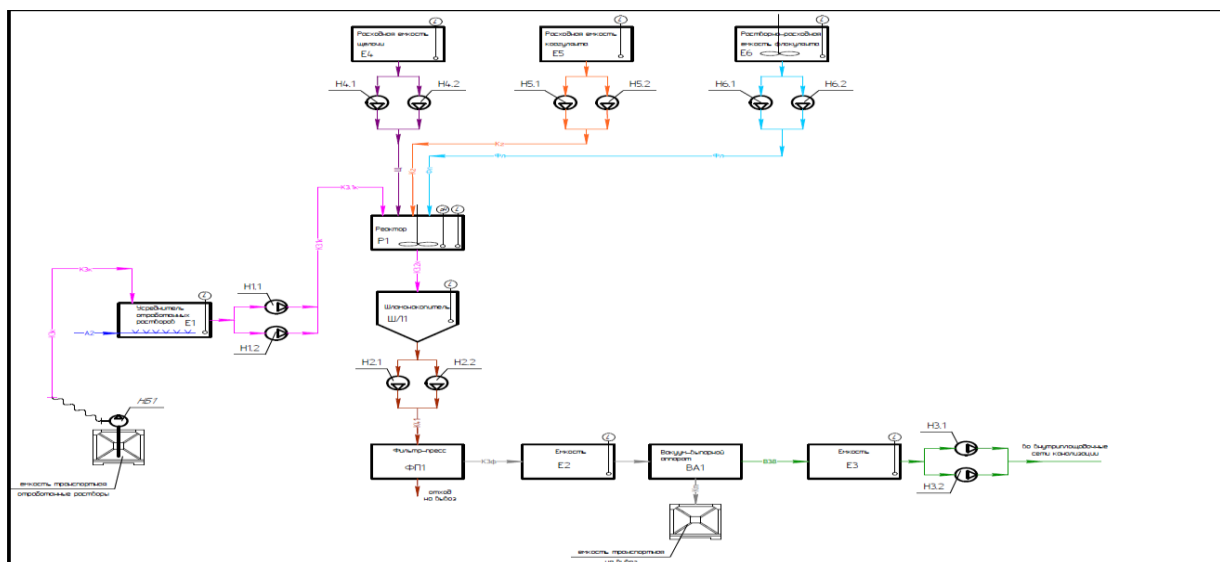


Рис.1. Технологическая блок-схема экстрагирования отработанных кислых фосфат содержащих жидких отходов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения: 20.03.2026).
2. ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294846/4294846828.pdf> (дата обращения: 20.03.2026).
3. Справочник химика / Под редакцией Б.П. Никольского. М.: Химия, 1964. Т.4. С.57.

УДК 614.841.343

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УГЛЕВОДОРОДНОМ ПОЖАРЕ

Пылаева Е.А., адъюнкт ФПКВК

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБТПиП Иванов А.В
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

В статье представлены результаты экспериментального исследования по повышению огнестойкости бетона в условиях углеводородного пожара с использованием углеродных наноструктур (астраленов). Актуальность работы обусловлена высокой аварийной опасностью нефтегазовых объектов, где основным фактором разрушения конструкций является быстрая потеря прочности бетона при интенсивном тепловом воздействии. Установлено, что введение астраленов в концентрации 0,2 об.% обеспечивает повышение остаточной прочности бетона на 37–40% после нагрева до 500°C по сравнению с контрольными образцами. Полученные результаты позволяют рекомендовать данную технологию для повышения пожарной безопасности железобетонных конструкций на объектах с углеводородным режимом пожара.

Ключевые слова: пожарная безопасность, бетон, астралены, огнестойкость, углеводородный пожар, остаточная прочность.

Объекты нефтегазового комплекса относятся к категории повышенной пожарной опасности. Углеводородный пожар является одним из наиболее опасных сценариев аварии, характеризующимся экстремально быстрым ростом температуры до 1100–1200°C в первые 5–10 минут, высокой интенсивностью теплового излучения и значительным массовым расходом горючего. Указанные факторы приводят к стремительной потере несущей способности железобетонных конструкций, что многократно увеличивает масштабы аварий и риск для персонала [1, 2].

Традиционные способы повышения огнестойкости (огнезащитные покрытия, увеличение защитного слоя бетона) в условиях углеводородного пожара часто недостаточно эффективны из-за жесткого теплового удара. В связи с этим актуальным является поиск новых решений, в частности наномодифицирования цементной матрицы углеродными наноструктурами — астраленами [3].

Целью работы являлось экспериментальное обоснование применения астраленов для повышения огнестойкости бетонных конструкций в условиях углеводородного пожара. Объектами исследования служили две серии бетонных образцов класса В25: контрольные (немодифицированные) и наномодифицированные с введением астраленов (0,2 об.%) в водную фазу затворения. Астралены представляют собой многослойные фуллероидные углеродные наноструктуры размером 80–150 нм. Диспергирование проводилось ультразвуковой обработкой для равномерного распределения частиц [4].

Оценка поведения материалов в условиях моделирования углеводородного пожара проводилась путем нагрева образцов в муфельной печи в соответствии с температурной кривой, заданной ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014 (быстрый подъем температуры до 1100°C с последующей выдержкой). Испытания выполнялись при температурах 300, 400 и 500°C. Прочность на сжатие определяли по ГОСТ 10180-2012.

Экспериментальные данные показали, что в нормальных условиях прочность наномодифицированных образцов на 36% выше контрольных (60,2 МПа против 41,1 МПа). После нагрева до 500°C остаточная прочность модифицированных образцов повышает контрольные значения на 37-40%, при этом потеря прочности составляет всего 18,9% по сравнению с 29,7% у контрольной группы. Полученный эффект обусловлен уплотнением микроструктуры цементной матрицы под влиянием астраленов, снижением внутреннего давления водяного пара при высокотемпературном воздействии за счет барьерного действия астраленов, а также повышением трещиностойкости на микроуровне [5].

Таким образом, проведенные исследования подтверждают целесообразность применения астраленов для повышения пожарной безопасности железобетонных конструкций в условиях углеводородного пожара. Введение астраленов в количестве 0,2 об.% обеспечивает равномерное распределение астраленов в цементной матрице, приводит к увеличению прочности в нормаль-

ных условия на 36% и позволяет снизить потерю прочности после нагрева до 500°C с 29,7% до 18,9%. Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанную технологию для повышения огнестойкости несущих конструкций на объектах нефтегазового комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дашко Л.В. Методы исследования бетонных конструкций после взрыва и последующего пожара / Л.В. Дашко, В.Д. Синюк, В.Ю. Владимиров // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 1(65). С. 193–203.
2. Лукьянов Д.Е. Пожарная безопасность в процессе переработки нефтегазовых продуктов: современные вызовы и решения / Д.Е. Лукьянов // Вестник науки. 2025. Т. 4, № 4(85). С. 908–914.
3. Иванов А.В. Исследование эксплуатационных характеристик огнезащитных покрытий на основе эпоксидных смол, модифицированных астраленами / А.В. Иванов, С.О. Столяров, Ф.А. Дементьев, А.П. Ферулев // Пожаровзрывобезопасность. 2020. Т. 29, № 1. С. 55–68.
4. Пономарев А.И. Астралены — углеродные наномодификаторы фуллероидного типа / А.И. Пономарев, В.А. Никитин, Б.А. Шахматкин и др. // Труды международной конференции ТПКММ. М.: Знание, 2004. С. 147–152.
5. Rabajczyk A. Nanotechnology in fire protection – application and requirements / A. Rabajczyk, M. Zielecka, R. Porowski, E. Bielińska // Materials. 2021. Vol. 14, No. 24. P. 7849.

УДК 625.711.4:504.6

РАЗВИТИЕ ВЕЛОИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АТМОСФЕРУ И АКУСТИЧЕСКУЮ СРЕДУ ЖИЛЫХ ЗОН

Разуваева Н.В. (ТБ-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ Жукова Н.С.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассмотрено влияние развития велосипедной инфраструктуры на экологические показатели городской среды.

Ключевые слова: велоинфраструктура, выбросы, акустическое загрязнение.

В условиях современной урбанизации жилые зоны крупных городов, особенно районы массовой застройки (спальные районы), испытывают колоссальную экологическую нагрузку. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха (до 80-90% вблизи магистралей) и шумового дискомфорта в селитебных зонах является автомобильный транспорт. При этом значительная доля поездок на личном автотранспорте (до 30-40% в утренние часы пик) приходится на дистанции менее 5 км. С экологической точки зрения, именно «холодный пуск» двигателя и движение в условиях плотного трафика на короткие расстояния характеризуются максимальными удельными выбросами

оксида углерода (CO), оксидов азота (NO_x) и мелкодисперсной пыли (PM2.5, PM10) [1].

Перевод части транспортного потока с автомобилей на велосипеды позволяет добиться прямого экологического эффекта:

- во-первых, велосипед является транспортом с нулевым выбросом парниковых газов и токсичных веществ в процессе движения. Расчеты показывают, что строительство 1 км защищенной велодорожки, связывающей жилой массив со станцией метро или общественным центром, способно снизить локальную концентрацию CO в приземном слое на 3-5% за счет отказа жителей от использования автомобиля для маятниковой миграции [2];

- во-вторых, необходимо учитывать акустический фактор, который является неотъемлемой частью комфорта проживания населения. В отличие от двигателя внутреннего сгорания, создающего шумовое поле интенсивностью 70-90 дБА, велосипед не генерирует техногенного шума. Развитие велосети в границах жилых кварталов позволяет формировать так называемые «тихие зоны»;

- в-третьих, велоинфраструктура предъявляет иные требования к дорожному покрытию и озеленению. Велосипедные дорожки могут быть интегрированы в структуру линейных парков и бульваров без расширения проезжей части для автомобилей. Это способствует сохранению и приумножению площади зеленых насаждений, которые выполняют функцию естественного фильтра и поглотителя углекислого газа. Применение водопроницаемых покрытий для велодорожек (например, гравийно-песчаных смесей или решетчатых бетонных элементов) дополнительно решает проблему ливневых стоков и переувлажнения грунтов на придомовых территориях [2].

Для того чтобы развитие велоинфраструктуры оказало максимальное положительное влияние на атмосферу и акустическую среду, необходимо учитывать ряд ключевых факторов:

- создание безопасной и связанной сети велодорожек: наличие выделенных, безопасных и непрерывных велодорожек является критически важным для привлечения большего числа людей к использованию велосипеда. Безопасность обеспечивается отделением велодорожек от автомобильных полос движения и пешеходных зон. Связанность сети означает, что велосипедисты могут добраться до большинства точек назначения без необходимости выезжать на проезжую часть;

- развитие сопутствующей инфраструктуры: это включает в себя велопарковки (безопасные и удобные), пункты проката велосипедов (в том числе электровелосипедов), станции технического обслуживания, а также интеграцию с общественным транспортом (возможность провоза велосипедов в поездах, автобусах);

- информационная поддержка и популяризация: проведение информационных кампаний, направленных на повышение осведомленности о преимуществах использования велосипеда, обучение правилам дорожного движения для велосипедистов;

- градостроительное планирование: интеграция велоинфраструктуры на этапе проектирования новых районов и реконструкции существующих. Это включает в себя учет потребностей велосипедистов при планировании улиц, парковок, общественных пространств.

В заключение следует отметить, что увеличение инвестиций в развитие велоинфраструктуры приведет к снижению вредных выбросов в жилых зонах и повышению экологической безопасности городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумовое загрязнение городской среды: факторы и способы защиты / Под ред. С.А. Иванова. - СПб.: Экология города. 2023.

2. Влияние микромобильности на углеродный след мегаполиса: данные мониторинга за 2025 год. Режим доступа: http://green-mobility.ru/reports/co2_velo_2025 (дата обращения: 05.04.2026).

УДК 614.8:621.565

АММИАК В ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ОСНОВНЫЕ РИСКИ, ПРОФИЛАКТИКА

Родимина М.А. (ТБМ-2-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБиЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье представлены анализ статистических данных по основным причинам аварий и инцидентов, основные риски при работе с аммиачными холодильными установками и меры профилактики предотвращения утечек.

Ключевые слова: аммиак, холодильные системы, чрезвычайная ситуация, основные риски, токсичность, коррозия, хладагент.

Большая часть наших продуктов в холодильнике подвергалась промышленному охлаждению. В большинстве случаев хладагентом является аммиак (NH_3), который широко используется в промышленности за счёт своей высокой эффективности и экономичности. Однако, существуют и недостатки использования аммиака. Его токсичность и коррозионные свойства требуют повышенных мер безопасности. Работа с аммиачными холодильными установками должна проводиться исключительно квалифицированным персоналом, прошедшим специальное обучение и имеющим допуск к работе с опасными веществами.

Ниже представлен анализ статистических данных по основным причинам аварий и инцидентов на аммиачных холодильных установках в пищевой промышленности. Данные основаны на анализе аварий [1], 12-летней истории происшествий несчастных случаев [2], а также исследованиях причин аварийных ситуаций на российских предприятиях [3].

Основные причины аварий на аммиачных холодильных установках



Проведенные исследования показали, что причиной аварий является человеческий фактор, составляя 50% от всех инцидентов. Основной причиной чрезвычайной ситуации является несвоевременное реагирование на сигнализацию, неправильные действия при обслуживании, а также недостаточную квалификацию персонала. Второй по значимости причиной является отказ оборудования и износ, что особенно актуально для предприятий, где 95% хладокомбинатов не проходили серьезной реконструкции с 1985 года.

Выделим основные факторы опасности, связанные с аммиаком:

- Раздражение и токсичность: аммиак - это токсичный газ с резким запахом, который может раздражать слизистую глаз, дыхательных путей и кожу. При больших концентрациях может привести к отравлениям и респираторному нарушению.

- Пожароопасность и взрывоопасность: аммиак сам по себе не является легковоспламеняющимся, но он может при определенных условиях создавать взрывоопасные смеси с воздухом.

- Коррозия и инженерные риски: аммиак может вызывать коррозию, а также воздействовать на уплотнения и материалы трубопроводов, что требует регулярного обслуживания и правильного подбора материала.

- Загрязнение окружающей среды: при возникновении утечки аммиак может попасть в воду, воздух, почву, нанося экологический вред.

Предотвращение утечек аммиака - это первостепенная задача для обеспечения безопасной эксплуатации холодильных систем. К основным мерам профилактики аварий можно отнести:

1. Конструктивные требования к оборудованию.

Безопасность аммиачных холодильных установок закладывается уже на этапе проектирования. Необходимо, чтобы все элементы системы, которые находятся в постоянном контакте с аммиаком должны изготавливаться из стали или нержавеющей стали. Ни в коем случае нельзя использовать медь и латунь из-за коррозионного воздействия. Трубопроводы и все соединительные детали должны иметь сертификаты испытаний, подтверждающие способность выдержать рабочее давление. Так же необходимо использовать уплот-

нительные материалы, которые изготавливаю из специальных эластомеров и пластика стойкого к аммиаку [4].

2. Организационно - технические мероприятия.

Для предотвращения аварий необходимо:

– Регулярная проверка герметичности и плотности системы, обеспечивающий практическое отсутствие утечек аммиака [5].

– Все отключающие устройства необходимо размещать вне помещений с продукцией [5].

В холодильных камерах запрещается укладка грузов вплотную к потолочным и пристенным аммиачным батареям, воздухоохладителям, а также на трубы батарей и соединительные трубопроводы, расстояние от батарей до грузового штабеля должно соответствовать указанному в технологических инструкциях, но быть не менее 0,3 м [5].

Аммиак так и остается одним из самых эффективных, экономичных и экологичных хладагентов в пищевой промышленности, однако его использование неразрывно связано с повышением требований безопасности. Коррозийная активность, высокая токсичность и взрывоопасность делают не допустимым формальный подход к эксплуатации холодильных систем. Чтобы минимизировать риски необходимо соблюдать комплекс профилактических мер: строго соблюдать проектные и монтажные нормы, регулярно проводить осмотр состояния технических систем, внедрить автоматизированные системы обнаружения утечек и аварийного отключения, а также непрерывно обучать персонал нововведениям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пожаро- и взрывоопасность аммиачных объектов // prom-nadzor. Режим доступа: <https://www.prom-nadzor.ru/content/pozharo-i-vzryvoopasnost-ammiachnyh-obektov> (дата обращения: 23.03.2026). Проблемы повышения безопасности аммиачных систем // ozoneprogram. Режим доступа: https://www.ozoneprogram.ru/biblioteka/publikacii/povishenie_bezopasnosti/ (дата обращения: 23.03.2026).

2. Бокадаров С. А., Гудков М. А., Емельянов А. Б., Бокадарова О. С. Анализ причин аварий на производстве, связанных с выбросом аварийно химически опасных веществ // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. №8. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prichin-avariy-na-proizvodstve-svyazannyh-s-vybrosom-avariyno-himicheski-opasnyh-veschestv> (дата обращения: 23.03.2026).

3. Особенности систем на R717 // bitzer. Режим доступа: https://www.bitzer.de/shared_media/html/st-610/ru-RU/index.html#318245515318259979 (дата обращения: 16.02.2026).

4. Безопасная эксплуатация аммиачных холодильных камер // Костюковичский районный исполнительный комитет официальный сайт URL: <https://kostukovich.gov.by/gospromnadzor-informiruet/item/6137-bezopasnaya-ekspluatatsiya-ammiachnykh-kholodilnykh-kamer> (дата обращения: 16.02.2026).

5. Гребенников В.Н., Манорик П.А., Шульженко А.В. и др. Оптический измерительный преобразователь на основе твердотельного химического сенсора для количественного определения аммиака и его утечек // Методы и приборы контроля качества. 2004. №12. С. 85-87.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И РАСЧЕТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ СМЕСИ АЦЕТОНА С О-КСИЛОЛОМ

Самойлова Т.С. (И-44), Сорокин И.О. (МИ-22)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТБ Райкова В.М.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Приведены результаты экспериментального измерения и расчета температуры вспышки смесей ацетона с о-ксилолом.

Ключевые слова: пожароопасность, температура вспышки, давление насыщенного пара, ацетон, о-ксилол.

Ацетон широко используется в производстве полимеров, лакокрасочных материалов и фармацевтических препаратов, а также для растворения смол, масел и др. Высокая летучесть ацетона сокращает область его применения в чистом виде, поэтому он часто используется как компонент в смесях растворителей [1]. Например, смесь о-ксилола и ацетона в соотношении 75:25 используется в качестве растворителя РП (ТУ 6-10-1095-76) для разбавления лакокрасочных материалов и обезжиривания металлических поверхностей.

Температура вспышки служит ключевым параметром, характеризующим пожароопасность органических жидкостей. Целью данной работы было экспериментальное определение и расчет температуры вспышки в закрытом тигле смесей о-ксилола с ацетоном различного состава.

Температура вспышки жидкого горючего вещества или смеси определяется величиной давления насыщенного пара. Для практических расчетов давления насыщенного пара применяется уравнение Антуана:

$$\log P_{\text{н}} = A - \frac{B}{t + C_A} \quad (1)$$

где, t – температура, °С; A , B и C_A – постоянные Антуана (табл. 1) [2].

Таблица 1

Константы уравнения Антуана о-ксилола и ацетона [2]

Коэффициенты уравнения (1)	о-Ксилол	Ацетон
A	6,28893	6,37551
B	1575,114	1281,721
C_A	223,579	237,088

Опыты проводились на установке по определению температуры вспышки в закрытом тигле по ГОСТу 12.1.044-2018 [3]. Перед исследованием смесей были измерены температуры вспышки компонентов: о-ксилол – $33 \pm 0,6$ °С, ацетон – $-20 \pm 0,1$ °С.

Для каждого состава смеси проводили по 2 опыта. Погрешность измерения не превышала 1 °С. Результаты опытов (точки) для смесей о-ксилола с ацетоном представлены на рисунке 1. С увеличением содержания ацетона в смеси температура вспышки монотонно уменьшается.

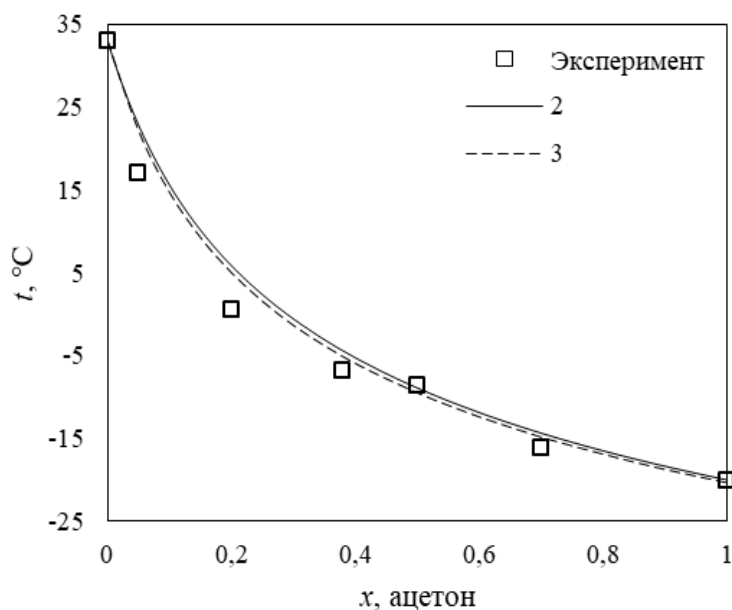


Рис. 1. Зависимость температуры вспышки смеси от мольной доли ацетона: точки – экспериментальные, кривые – результаты расчета по уравнениям (2) и (3)
Для идеальных растворов, согласно закону Рауля, температуру вспышки бинарной смеси можно рассчитать по уравнению:

$$\frac{P_1(t_{см}) \cdot x}{P_{1,всп}} + \frac{P_2(t_{см}) \cdot (1-x)}{P_{2,всп}} = 1 \quad (2)$$

где x – мольная доля 1-го компонента; $P_1(t_{см})$, $P_2(t_{см})$, $P_{1,всп}$, $P_{2,всп}$ – парциальные давления компонентов при температуре вспышки смеси и чистых компонентов соответственно.

Расчет по формуле (2) проводился методом последовательных приближений для смесей с различным содержанием компонентов.

Расчет температуры вспышки бинарных смесей также выполнялся в соответствии с ГОСТ 12.1.044-2018 [3], по уравнению:

$$\sum \left[x_i \cdot 10^{a_i} \cdot \frac{1642 - Q_i}{1642 - Q_{см_i}} \right] = 1 \quad (3)$$

где x_i – мольная доля компонента в смеси. $a_i = B_i \cdot (Q_{см_i} - Q_i) / Q_{см_i} \cdot Q_i$;

$Q_i = t_{всп,i} + C_A$; B_i , C_A – константы уравнения (1) для i -го компонента.

Как видно из рисунка результаты расчета температуры вспышки смесей о-ксилола с ацетоном по уравнениям (2) и (3) совпадают друг с другом, в целом отражают экспериментальную зависимость, но дают слегка завышенные результаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дринберг С.А., Ицко Э.Ф. Растворители для лакокрасочных материалов. Справочное пособие. Л., "Химия", 1980. 208 с.
2. ГОСТ 12.1.044-2018 «ССБТ Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». М.: Стандартинформ, 2008. 195 с.
3. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник: в 2 частях / А. Я. Корольченко, Д.А. Корольченко, — 2 е изд., перераб. и доп. Москва: Пожнаука, 2004. Ч. 1. 713 с.; Ч. 2. 721 с.

УДК 666.973

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕТОНА, ИЗГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ ТЭС

Сатторов З.М.*, к.т.н., профессор кафедры СиИОС
Отажонов О.А.***, PhD кафедры СМиИ

*Ташкентский архитектурно-строительный университет, Республика Узбекистан

** Ферганский государственный технический университет, Республика Узбекистан

В данной статье рассматривается использование золы-уноса в строительной отрасли для решения экологических проблем и сокращения объемов отходов. В статье представлена общая информация о важности использования золы-уноса в сфере производства строительных материалов.

Ключевые слова: экология, летучая зола, теплоэлектростанция, бурый уголь, бетон.

Стоимость и экологическое воздействие в настоящее время являются ключевыми параметрами в строительстве. Одним из способов соответствовать этим требованиям является использование альтернативных материалов. Во многих странах такими материалами, прежде всего, являются отходы энергетической промышленности, для которых сохраняются высокие тарифы на захоронение, а также усиливается их негативное воздействие на окружающую среду [1].

Зола-унос определяется как мелкодисперсный остаток сгорания угля на тепловых электростанциях. Ее частицы имеют небольшой размер и почти полностью сферическую форму, что позволяет им заполнять пустоты, легко перемещаться и равномерно распределяться в бетонных смесях. Исследования, проведенные в Узбекистане, показывают, что, несмотря на требования и ограничения многих технических стандартов, зола от сжигания бурого угля из Ангрена, благодаря своим свойствам, может использоваться в строительстве в качестве заменителя цементного компонента в бетоне в количестве более 15% [2]. Однако следует отметить, что одного лишь соответствия установленным стандартным требованиям, таким как механические (прочностные характеристики), химические (морозостойкость и химическая стойкость) и экономические показатели, недостаточно для окончательного вывода о целесообразности применения золы-уноса. Зола-унос, являясь побочным про-

дуктом угольной энергетики, представляет собой богатый цементирующий промышленный отход, обладающий значительным потенциалом для замещения портландцемента — одного из основных источников выбросов CO_2 . Текущий уровень содержания углекислого газа (CO_2) в атмосфере приближается к 380 ppm. Без радикальных изменений на рынке, в технологиях и в обществе концентрация CO_2 , по прогнозам, к концу столетия превысит 800 ppm. Примерно 5% глобальных выбросов углерода приходится на производство цемента [3].

Процесс кальцинации (выделение CO_2 из CaCO_3 с образованием CaO) составляет около половины всех выбросов CO_2 , тогда как оставшаяся часть связана с потреблением энергии в процессе производства. Согласно Программе исследований и разработок по парниковым газам Международного энергетического агентства (IEA), при производстве цемента в среднем в мире выделяется 0,81 кг CO_2 на 1 кг произведённого цемента. В среднем ежегодно на каждого жителя планеты производится около 1 тонны бетона [4]. Зола-унос, являясь побочным продуктом угольной энергетики, представляет собой богатый цементирующий промышленный отход с большим потенциалом замещения портландцемента — одного из основных источников выбросов CO_2 [5]. Она является пуццоланом, который в тонкоизмельчённом состоянии и при наличии влаги химически реагирует с гидроксидом кальция, выделяющимся при гидратации портландцемента, с образованием дополнительного гидросиликата кальция и других цементирующих соединений. Реакции гидратации аналогичны реакциям, происходящим при гидратации портландцемента. Однако эти реакции протекают медленнее, чем гидратация клинкерных минералов. Продукты пуццолановой реакции постепенно уплотняют поровую структуру цементного камня и обеспечивают высокую прочность бетона, его водонепроницаемость и устойчивость к агрессивным средам по сравнению с обычными бетонными смесями на портландцементе. В то же время применение золы-уноса приводит к снижению расхода цемента и уменьшению тепловыделения при гидратации (за счёт снижения дозы цемента).

Экологические проблемы повысили осведомлённость о различных способах предотвращения загрязнения и защиты окружающей среды и побудили к соответствующим изменениям поведения. Одним из инструментов, всё чаще применяемых в связи с этой экологической обеспокоенностью, является оценка жизненного цикла. Для таких глобально значимых продуктов, как цемент, экологическая оценка жизненного цикла является ценным инструментом для лучшего понимания экологических рисков, связанных с различными стадиями жизненного цикла продукта [6]. Кроме того, она позволяет производителям цемента оптимизировать производственные процессы за счёт снижения негативного воздействия на окружающую среду. Оценка жизненного цикла — это метод анализа, используемый для оценки экологических воздействий технологий по принципу «от колыбели до могилы» и применимый как к продуктам, так и к процессам. Данный метод относится к группе

аналитических инструментов экологического менеджмента, которые оценивают потенциальные экологические воздействия независимо от места производства или использования продукта [7].

Заключение. В Европейском союзе объём производства продуктов сгорания угля в 2009 году составил около 52 млн тонн, а в расширенном ЕС общий объём производства оценивается примерно в 100 млн тонн. В пределах ЕС уровень использования золы-уноса в строительной отрасли в настоящее время составляет около 48%, донной золы (Al_2O_3 , CaO) — около 45%, тогда как использование котельного шлака достигает 100%. В большинстве случаев продукты сгорания угля применяются в качестве замены природных ресурсов, что обеспечивает экологические преимущества за счёт сокращения необходимости их добычи в карьерах и шахтах. Ангренская зола-унос бурого угля, образующаяся на теплоэлектростанциях, также может эффективно использоваться в дорожном строительстве. Результаты нашего исследования подтверждают, что Ангренская зола-унос является пригодным сырьевым материалом. Механические характеристики бетонных композитов с золой-уносом соответствуют техническим стандартам [8].

Выявленные экономические преимущества представляют золу-унос как выгодную альтернативу для строительной отрасли. Значения содержания опасных веществ в золе-уносе, а также результаты экологических профилей демонстрируют дополнительные преимущества и потенциал её использования как в строительной индустрии, так и в производстве строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отажонов О. А., Сатторов З. М. Влияние золы на характеристики и долговечность бетона // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. 2022. С. 190-194.
2. Сатторов З.М., Мирзаев Б.К., Отажанов О.А. Неавтоклавный газобетон как перспективный вариант использования золы угольных ТЭС. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы X Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 24-29 апреля 2023 г. // Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, И.Е. Степановой; Волгоград [Электронный ресурс] / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. Электронные текстовые и графические данные (12,9 Мбайт) Волгоград: ВолгГТУ, 2023. 265–267 с. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> (Дата обращения: 21.04.2026).
3. Ondova, Marcela & Stevulova, Nadezda. (2012). Benefits of fly ash utilization in concrete road cover. Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 46. 10.1134/S0040579512060176.
4. Lippiatt, Barbara C. and Ahmad, Shuaib. Measuring the life-cycle environmental and economic performance of concrete 2004.
5. M. Ondova, N. Stevulova, A. Estokova, The Study of the Properties of Fly Ash Based Concrete Composites with Various Chemical Admixtures, Procedia Engineering, Volume 42, 2012, Pages 1863-1872, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.582>.
6. Craig Weiland and Stephen T. Muench. Life-Cycle Assessment of Reconstruction Op-

tions for Interstate Highway Pavement in Seattle, Washington Volume 2170, Issue 1 <https://doi.org/10.3141/2170-03>

7. Krídlová Burdová, Eva & Vilcekova, Silvia. (2012). Environmental Assessment of Building Materials and Constructions. Applied Mechanics and Materials. 174-177. 3161-3165. 10.4028/www.scientific.net/AMM.174-177.3161.

8. Сатторов З.М., Мирзаев Б.К., Отажанов О.А. Летучая зола как полезное техногенное сырье для получения строительных материалов. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 22-27 апреля 2024 г. Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, Е.А. Калюжиной. Волгоград : ВолгГТУ, 2024. 254-257 с.

УДК 667.281 543.57

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПИГМЕНТА КРАСНОГО 2С

Сипилина А.А. (магистрант 1 года обучения кафедры ТБ),

Советин Ф.С., к.т.н., доц. кафедры ТБ

Шушпанов А.Н. к.т.н., доц. кафедры ТБ

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Методом дифференциального термического анализа и термогравиметрии (ТГ-ДТА) проведено исследование термического разложения пигмента красного 2С. Обнаружено, что процесс разложения протекает в несколько стадий в интервале температур 200–400 °С, сопровождается значительным экзотермическим эффектом, начинающимся при 300 °С, соответствующим деструкции азогруппы и последующему окислению продуктов распада. Нами установлено, что аэрозвесь пигмента пожаровзрывобезопасна.

Ключевые слова: азокраситель, пигмент, термический анализ

Азокрасители – один из наиболее распространённых классов синтетических органических пигментов и красителей, используются в текстильной, полиграфической, лакокрасочной, фармацевтической и других отраслях промышленности. Термическая стабильность и механизмы их разложения при нагревании определяют безопасность технологических процессов, условия хранения и утилизации, а также возможность применения в высокотемпературных средах [1,2]. Всестороннее изучение термического поведения азокрасителей, в т. ч. методом термического анализа (ТА) – актуальная фундаментальная и прикладная задача. Для азокрасителей ТА особенно информативен, поскольку позволяет точно определить температуру начала деструкции азогруппы – ключевого структурного элемента, ответственного и за окраску, и за термическую нестабильность [3].

В работе рассмотрен пигмент красный 2С. Данное азосоединение, содержащее в своей структуре азогруппу $-N=N-$, связывающую два нафталиновых ядра. К каждому из ядер присоединены по одной сульфогруппе ($-SO_3Na$), а к одному – дополнительно гидроксильная группа ($-OH$). Цветовые характеристики данного азокрасителя определяются именно структурой – согласно источнику [4], использование в качестве диазосоставляющей производных нафтола обеспечивают интенсивную красную или бурую окраску. Молярная

масса изучаемого пигмента составляет 502 г/моль. Структурная формула представлена на рис. 1.

В распоряжении исследователей было недостаточное количество вещества, чтобы провести испытание пыли на пожаровзрывоопасность по ГОСТ 12.1.044-2018, но теоретически можно предположить, что аэрозоль с высокой долей вероятности окажется пожаровзрывобезопасной, поскольку общая доля сульфогрупп составляет 41 % от молярной массы молекулы [5].

Данные получили посредством дифференциального термического анализа и термогравиметрии (ТГ-ДТА) на дериватографе типа С при нагревании до 700 °С со скоростью 10 °С/мин в атмосфере воздуха. Результаты эксперимента приведены на рис. 2.

В ходе эксперимента установлено, что термическое разложение пигмента красного 2С протекает в несколько этапов: I – (60–250) °С, потеря 17 % массы – удаление адсорбированной и кристаллизационной воды; II – (300–350) °С, потеря 18 % массы, ярко выраженный экзотермический максимумом при 320 °С – начало деструкции азогруппы; III – 400 °С, потеря 16 % массы, вероятно разрушение и окисление ароматики, IV – потеря массы 45 %, окончательное термоокисление. Таким образом, пигмент термически стабилен только до 250 °С, далее начинается необратимая деструкция.

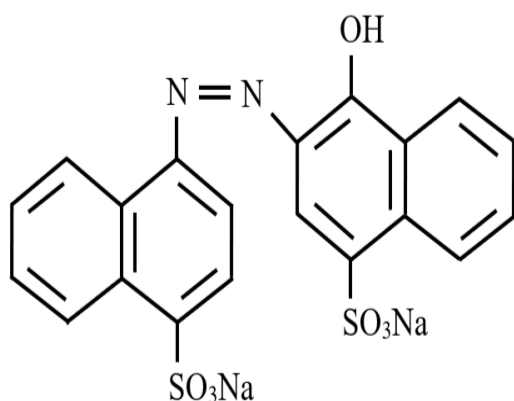


Рис. 1. Структурная формула пигмента красного 2С

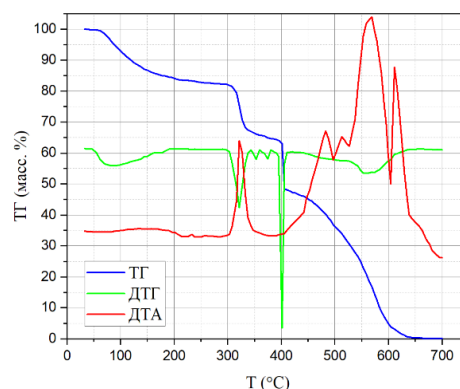


Рис. 2. ТГ-ДТА кривые пигмента красного 2С

Пигмент красный 2С не рекомендуется использовать в технологических процессах, предусматривающих нагревание выше 300 °С, экзотермический характер разложения указывает на возможность саморазогрева материала при достижении критической температуры, что необходимо учитывать при оценке пожаровзрывоопасности. Пигмент пригоден для термической утилизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hunger K. Industrial Dyes: Chemistry, Properties, Applications / K. Hunger. – Weinheim : Wiley-VCH, 2002. 660 p.
2. Безалтынних А.С., Райкова В.М., Васин А.Я., Шушпанов А.Н. Анализ термической опасности четырех азокрасителей различного строения // V Международная научно-

практическая конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности: материалы конференции. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. С. 105–108.

3. Васин А.Я. Диссертация доктора технических наук. // РХТУ, М., 2008, 320 с.

4. Venkataraman K. The Chemistry of Synthetic Dyes / K. Venkataraman. – New York : Academic Press, 1952. – Vol. 1. 803 p.

5. Васин А. Я., Блохина О. А., Маринина Л. К. Изучение ингибирующего действия групп SO_3Na на воспламенение аэрозолей ароматических сульфокислот натрия. / Наука–производству, 2004, №7. С. 26-30.

УДК 614.8

БЕЗОПАСНЫЕ И КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Стреляева А.Б.¹, ст. преподаватель кафедры БЖДСиГХ

Стреляева К.С.², ученица 10 кл.

¹Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

²МОУСШ №96

В статье проведен анализ состояния производственного травматизма в субъектах Российской Федерации.

Ключевые слова: охрана труда, травматизм, предприятия, инструктажи. специальная оценка условий труда, трудовое законодательство. производственная среда, трудовая деятельность.

Самым важным условием для работодателя является обеспечение работнику максимально комфортных и безопасных условий труда. За последние годы в стране наметилась тенденция устойчивого снижения уровня производственного травматизма; актуализирована работа по специальной оценке условий труда, использованию безопасных приемов и методов труда на значительном числе отечественных предприятий. Тем не менее, по–прежнему еще достаточно велика численность работников, занятых на тяжелых работах и работах с неблагоприятными условиями труда [1-3].

Большое внимание этому вопросу уделяет Минтруд России, на сайте которого ежегодно размещаются материалы, обобщающие результаты мониторинг условий и охраны труда Российской Федерации.

На безопасность условий труда оказывают влияние факторы производственной среды, в которых трудится работник. Первым делом, для работников на предприятиях должен проводиться инструктаж по технике безопасности.

Инструктаж по охране труда нужно проводить для работников, включая офисных, в связи с тем, что они работают с электроприборами, компьютерной техникой, принтерами, копировальной техникой. Незнание и несоблюдение работниками правил работы с таким оборудованием может привести к получению травм, в том числе к поражению электрическим током (п.2 ст.212 ТК РФ, письмо Минтруда РФ от 24.03.2015 г. № 15-2/ООГ-1551).

На всех предприятиях в соответствии с действующим в РФ трудовым законодательством [2] должны создаваться здоровые и безопасные условия труда, устанавливаться правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, а также создаваться условия труда, соответствующие требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Выявляются условия труда по результатам их специальной оценки (СОУТ), необходимость проведения которой установлен ст. 212 ТК РФ и Федеральным законом от 28.12.2013 N 426-ФЗ (далее – Закон N 426-ФЗ) [4].

Основная задача проведения СОУТ, чтобы установить класс (или подкласс) условий труда на рабочем месте.(ст.3 Закона N 426-ФЗ) [4].

На администрацию предприятия возлагается главная задача обеспечение здоровых и безопасных условий труда [5].

Должен проводиться производственный контроль с целью слежения за выполнением санитарных правил, гигиенических норм и проведением мероприятий профилактического характера. Разработка программы производственного контроля возложена на работодателей. Периодичность производственного лабораторного контроля вредных факторов производственной среды на рабочих местах может быть сокращена, но не реже чем 1 раз в год.

На предприятии должен быть разработан минимальный пакет документов по охране труда (положение о системе управления охраной; труда (СУОТ); приказы о назначении ответственных лиц за ОТ; программы инструктажей (вводного и на рабочем месте); инструкции по охране труда для каждой должности; журналы регистрации инструктажей; карты СОУТ и отчет об оценке профрисков).

В соответствии с положениями ст. 32 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" при осуществлении производственного контроля могут использоваться результаты выполненных при проведении специальной оценки условий труда исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов, проведенных испытательной лабораторией (центром), аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации, но не ранее чем за шесть месяцев до проведения указанного производственного контроля[6].

По результатам проведения производственного контроля и специальной оценки условий труда юридические лица и индивидуальные предприниматели должны разрабатывать и выполнять в установленные им сроки перечень мероприятий по улучшению условий труда, направленных на снижение рисков для здоровья человека в части профессиональных заболеваний, заболеваний (отравлений) и инфекционных заболеваний, связанных с условиями труда.

На всех предприятиях должны создаваться здоровые и безопасные условия труда, устанавливаются правовые основы регулирования отношений в

области охраны труда между работодателями и работниками, а также создаются условия труда, соответствующие требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Согласно Приказу Минтруда от 29.10.2021 № 766н с 1 января 2025 года все компании обязаны перейти на Единые типовые нормы выдачи СИЗ. Система обеспечения работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ) кардинально изменилась с введением новых нормативов [7]. Переход на Единые типовые нормы стал одним из самых значительных преобразований в данном направлении. С 1 января 2025 года все работодатели обязаны применять Единые типовые нормы (ЕТН) выдачи СИЗ, утвержденные приказом Минтруда № 767н. Новая система работает по принципу конструктора: базовый набор СИЗ определяется профессией сотрудника, а дополнительные средства защиты — выявленными на рабочем месте опасностями. Такой подход требует тщательного анализа каждого рабочего места.

Задача охраны труда на предприятии — сохранение жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности. Это система мер, правил и документов, направленная на предупреждение производственных травм, заболеваний, а также на минимизацию рисков, связанных с вредными и опасными факторами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецова Е.А, Михина Т.В. Производственный травматизм в РФ: анализ состояния в регионах и по видам экономической деятельности. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvennyy-travmatizm-v-rf-analiz-sostoyaniya-v-regionah-i-po-vidam-ekonomicheskoy-deyatelnosti/viewer> (дата обращения: 12.04.2026).
2. п.2 ст.212 ТК РФ, Письмо Минтруда РФ от 24.03.2015 г. № 15-2/ООГ-1551. Режим доступа: https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/97_256516?ysclid=moltmetgbm681436215 (дата обращения: 12.04.2026)
3. Трудовой Кодекс РФ от 30.12.2001 №197 –ФЗ. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/?ysclid=moltp9lo9478448022 (дата обращения: 12.04.2026).
4. Кодекс законов о труде Российской Федерации. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/?ysclid=moltqndqji438330923 (дата обращения: 12.04.2026).
5. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/?ysclid=moltuhg4jo45966981 (дата обращения: 12.04.2026).
6. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 766н "Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами". Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405210/?ysclid=moltw1v36l368764377 (дата обращения: 12.04.2026).
7. Федеральный закон "О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации" от 02.07.2021 N 311-ФЗ. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389002/?ysclid=moltjyqqny424313115 (дата обращения: 12.04.2026).

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОЖАРНОГО РИСКА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

Сурков В.А. (ПБ-1-24)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ПБиЗЧС Приказчиков Д.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В данной статье дается понятие «пожарные риски», проводится сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта в разработке методик оценки пожарного риска, а также предлагаются меры по снижению риска малого бизнеса.

Ключевые слова: риск, анализ, опасность, пожарная безопасность, пожарный риск, расчет, методика.

Пожарный риск - это количественная характеристика возможности реализации опасности пожара измеряемая, как правило, в виде меры возможности возникновения пожара и тяжести последствий для людей, материальных ценностей или окружающей среды [1]. Он является неотъемлемой частью пожарной безопасности любого предприятия, однако все чаще владельцы малого бизнеса не уделяют должного внимания риску, считая любые меры по его снижению финансово затратными. Цель данного научного исследования выступает определение критических параметров оценки пожарного риска для дальнейшего формирования способов увеличения уровня пожарной безопасности объектов малого бизнеса.

Для выявления первостепенных критериев методик оценки пожарной безопасности проведен сравнительный анализ, результаты которого приведены в таблице 1 [2, 3].

Таблица 1

Сравнение зарубежной и российской методики на основных параметрах расчета

	Зарубежный метод	Российский метод
Суть метода (что именно рассчитывается)	$RSET < ASET$, где: RSET (<i>Required Safe Egress Time</i>) — расчётное время эвакуации людей из здания, а ASET (<i>Available Safe Egress Time</i>) — расчётное время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.	$R \leq R_{норм}$, где R — индивидуальный пожарный риск (вероятность гибели человека от пожара в год), а $R_{норм}$ — нормативное значение равное 10^{-6} год^{-1}
Учет человеческого фактора (действия людей при пожаре)	Возможно разделение на группы риска. Используются различные параметры скорости. Обучение сотрудников	Люди считаются однородной группой. Скорости движения стандартизированы.
Сценарии пожара (какой пожар и где он начался)	Разрабатываются индивидуально. Анализируется множество сценариев на основе анализа опасностей.	Фиксированная методика. Рассматривается один наиболее опасный сценарий для каждого помещения.

Тип подхода (как именно ведется расчет)	Перформативный. Гибкое моделирование, основанное на достижении целей безопасности.	Детерминированный. Жестко регламентированные сценарии и расчетные зависимости.
Итоговый результат расчета	Заключение о безопасности путей эвакуации в виде "Условие выполнено/Не выполнено"	Численное значение индивидуального риска и заключение о соответствии/несоответствии норме.

На основании таблицы можно сделать вывод, что представленные методы используют разные критерии для оценки, поэтому по эффективности не уступают друг другу. При этом, главными критическими параметрами величины пожарного риска являются: человеческий фактор и время эвакуации. Выбор указанных параметров в качестве критических обусловлен спецификой объектов малого бизнеса. В отличие от крупных торговых центров или производственных предприятий, где наличие автоматических систем пожаротушения и разветвленных путей эвакуации является обязательным, малые объекты часто не требуют установки дорогостоящего противопожарного оборудования по нормативным требованиям.

В качестве превентивных мер для целей минимизации рисков возникновения пожара предлагается применять такие меры, как:

- проведение обучения своих сотрудников технике пожарной безопасности;
- не создавать загромождение эвакуационных проходов и дверей;
- надзор за эксплуатацией помещения;
- снижение количества горючих материалов в открытом доступе (бумаги, пластика и т.п.);
- организовать место огнетушителям на месте, где их будет видно не только персоналу, но и посетителям заведения;
- надзор за оборудованием используемым в помещении.

Предложенные меры направлены непосредственно на управление выявленными критическими параметрами. Поскольку обучение сотрудников и огнетушители на видных местах позволяют снизить риск возникновения паники, у посетителей предавая им уверенность в том, что все под контролем персонала. А надзор за помещением и оборудованием позволяет сократить время эвакуации и замедлить распространение огня, что сильно увеличивает шансы на спасения людей.

В заключение исследования нужно подчеркнуть, что сравнение двух методик позволило выявить главные критерии пожарного риска, которые в большинстве случаев можно реализовать без каких либо денежных затрат для владельца малого бизнеса, но которые могут спасти не только материальные ценности, но и большое количество человеческих жизней. Потому что они больше всего помогают снизить пожарный риск помещения, что сводит возникновение пожара почти к нулю.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ // МЧС России. - с изм. и допол. в ред. от 31.07.2025. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 16.03.2026);
2. Приказ «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» от 14.11.2022 № 1140 // МЧС России. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_442656/ (дата обращения: 16.03.2026);
3. Hurley M.J. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. - 5 изд. - New York: Springer, 2016. 3493 с.

УДК 504.3.054

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Сущенко Р.В., аспирант кафедры БЖДСиГХ
Научный руководитель — д.т.н., проф. кафедры БЖДСиГХ Сергина Н.М.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В данной статье представлен обзор инновационных методов очистки, направленных на повышение экологической безопасности и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: экологическая безопасность, атмосферный воздух, методы очистки.

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из наиболее серьезных экологических угроз современности, оказывающей существенное влияние на здоровье населения, климатические изменения и состояние окружающей среды в целом. Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются: промышленные предприятия, транспорт, сжигание топлива и другие антропогенные факторы. В целях эффективного снижения концентрации загрязняющих веществ применяются различные средства и методы очистки.

Инновационные разработки в области защиты атмосферного воздуха и создание новых подходов к компоновке систем очистного оборудования в современном мире особенно актуальны. Экологические нормы становятся все более жесткими, требуя внедрения эффективных и передовых технологий очистки, способных справляться с разнообразными сложными загрязнителями.

Одним из перспективных направлений в данной области являются плазменные технологии. Очистка происходит с помощью холодной плазмы — ионизированного газа, позволяющего разрушать молекулы токсичных газов и

микроорганизмы. Такой метод преимущественно применяется на промышленных и гражданских объектах в системах вентиляции.

Изучение нанотехнологий играет значительную роль в современном мире. Фильтры с наноматериалами способны обеспечить улавливание мелкодисперсных частиц и нейтрализацию опасных соединений. Такие решения применяются в современных очистителях воздуха и промышленных установках [1].

Дополнительно, активно применяются интеллектуальные системы мониторинга и управления, которые оптимизируют работу очистных установок в реальном времени. Системы с использованием датчиков и искусственного интеллекта отслеживают уровень загрязнения и автоматически регулируют работу очистных установок, повышая их эффективность.

Широко используются электростатические и гибридные фильтры нового поколения. Такие аппараты способны притягивать и удерживать частицы с помощью электрического поля. Наиболее часто применяются в сочетании с другими методами очистки, создавая комплексные системы [2,3].

Развитие и применение современных решений в области охраны окружающей среды, способствуют обеспечению высокой эффективности очистки, повышению качества атмосферного воздуха и снижению экологической нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотарева И.М. Современные методы очистки атмосферного воздуха / И.М. Золотарева, Д.А. Костенко // Вода. Газ. Тепло. 202 : Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 15–16 мая 2025 года. Минск: Белорусский национальный технический университет, 2025. С. 41-48.
2. Абдуллина Л. Ш., Кострыкина И.С. Новое поколение российских электрофильтров для пылеулавливания в металлургии // Технологии металлургии, машиностроения и материаловобработки. 2022. № 21. С. 217-226.
3. Мазин Д.С., Заверткин Е.А. О возможности применения комплексной системы очистки выбросов угольных теплостанций // Матрица научного познания. 2023. № 12-1. С. 142-157.

УДК 621.642.02

МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНЫХ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ БАЛЛОНОВ ДЛЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНЫХ

Сыровой Г.В., к.т.н., доц. кафедры СТС,
Тихонов В.Л., ст. преподаватель кафедры ТБ
Луганский государственный университет им. Владимира Даля
Институт гражданской защиты

В статье рассматриваются современные методы неразрушающего контроля (НК) для диагностики воздушных металлокомпозитных баллонов. Проводится сравнительный

анализ эффективности акустической эмиссии, ультразвукового контроля, рентгенографии и других методов. Рассмотрены варианты применения комбинированных методов НК для экспериментальных исследований. Определены ключевые факторы, влияющие на выбор оптимального метода контроля для различных типов дефектов.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, металлокомпозитные баллоны, акустическая эмиссия, ультразвук, рентгенография, дефектоскопия, композитные материалы, безопасность, диагностика, мониторинг.

За последние годы опубликовано множество работ, посвящённых совершенствованию методов НК металлокомпозитных баллонов. В исследовании [1] авторы продемонстрировали эффективность комбинированного применения акустической эмиссии (АЭ) и ультразвукового контроля (УЗК) для выявления микротрещин в композитной оболочке.

В работе [2] представлен новый алгоритм обработки сигналов АЭ, позволяющий с высокой точностью локализовать развивающиеся дефекты в композитном слое баллонов.

Целью исследования являлось определение эффективного метода НК воздушных металлокомпозитных баллонов, используемых пожарными, и разработка рекомендаций по их практическому применению с учётом типа дефекта и условий эксплуатации.

В работе были рассмотрены следующие методы НК: акустическая эмиссия (АЭ); ультразвуковой контроль (УЗК); рентгенография и компьютерная томография (КТ); вихретоковый контроль; термография; оптические методы.

Методика исследования заключалась в определении эффективности методов НК при выявлении различных типов дефектов (таблица 1) и сравнении точности методов НК при выявлении пор в композитной оболочке (таблица 2).

Исходя из данных табл.1 УЗК и рентгенография наиболее эффективны для выявления внутренних дефектов, АЭ подходит для мониторинга развивающихся трещин, вихретоковый метод можно использовать для поверхностных дефектов металлических компонентов.

Данные табл.2 показали, что рентгенография обеспечивает максимальную точность при выявлении мелких пор, но требует больше времени. Термография является самым быстрым методом для выявления дефектов, но менее точным.

Таблица 1

Эффективность методов НК при выявлении различных типов дефектов

Тип дефекта	АЭ	УЗК	Рентгенография	Вихретоковый	Термография
Трещины в лейнере	+++	++	+	+++	+
Расслоения в композите	++	+++	++	—	++
Поры и включения	+	++	+++	—	+
Коррозия	+	+	+	++	+

Таблица 2

Сравнение точности методов НК при выявлении пор в композитной оболочке

Метод	Минимальный размер выявляемой поры, мм	Погрешность определения координат, мм	Время контроля, мин
УЗК	0,3	2–3	15
Рентгенография	0,1	1–2	30
Термография	0,5	5–10	5
АЭ	0,4 (при развитии)	5–7	10 при нагружении)

Сравнительный анализ используемых методов НК показал, что: акустическая эмиссия эффективна для мониторинга развивающихся дефектов в реальном времени; ультразвуковой контроль является универсальным методом для выявления большинства типов дефектов; рентгенография и КТ обеспечивают максимальную точность диагностики; комбинирование методов повышает достоверность результатов на 25–30 %.

Перспективным направлением развития методов НК является использование комбинированного метода контроля на основе ИИ, интеграции датчиков в конструкцию баллонов для мониторинга в режиме онлайн, развитии цифровых методов обработки данных (машинное обучение) и создание мобильных комплексов НК для их использования в полевых условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гразион, С.В. Диагностирование параметров работоспособности стеклонитей силовой оболочки металлокомпозитных баллонов высокого давления / С.В. Гразион, М.Н. Ерофеев, В.В. Спирыгин, М.В. Мукомела // Научно-технический сборник ВЕСТИ ГАЗОВОЙ НАУКИ, №2 (51)/2022. С. 252-258.

2. Долматов, Д.О. Автоматизированный ультразвуковой контроль качества металлокомпозитных водородных баллонов на этапе их производства / Д. О. Долматов, Н. И. Ермошин, В. Ю. Жвырбля [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет // Перспективные материалы конструкционного и функционального назначения: сборник научных трудов Международной научно-технической молодежной конференции, Томск, 11–15 декабря 2023 г. Томск : Изд-во ТПУ, 2023. С. 38-40.

УДК 614.841:616-053.9

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОГО ВЫВОДА ПРОЖИВАЮЩИХ ИЗ ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Тафинцев Н.Д.(ТБМ-2-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБиЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается методика моделирования эвакуации из геронтологических центров с учётом физиологических и когнитивных особенностей проживающих.

Представлены параметры движения различных групп населения, алгоритмы построения маршрутов эвакуации, результаты компьютерного моделирования. Предложены рекомендации по оптимизации эвакуационных путей и действий персонала.

Ключевые слова: эвакуация, геронтологические центры, моделирование, маломобильные группы населения, безопасность пожилых людей, расчётное время эвакуации.

Геронтологические центры (дома престарелых, пансионаты для пожилых, гериатрические отделения) характеризуются повышенной сложностью организации эвакуации из-за специфики контингента: значительная часть проживающих относится к маломобильным группам населения (МГН), имеет когнитивные нарушения, ограниченную подвижность и замедленную реакцию на сигналы тревоги. Традиционные методики расчёта времени эвакуации не учитывают физиологические особенности пожилых людей, что приводит к занижению реального времени эвакуации и повышению рисков при пожаре. Цель статьи — разработать и обосновать методику моделирования эвакуации с учётом возрастных ограничений проживающих, обеспечивающую достоверную оценку безопасности.

Основные группы проживающих и характерные особенности: 1) самостоятельные пожилые люди (60–75 лет без серьёзных заболеваний) имеют скорость движения по горизонтальному пути 0,8–1,0 м/с [1], высокую способность к восприятию сигналов тревоги и нормальную мобильность; 2) пожилые с ограниченной подвижностью (75+ лет, артриты, последствия инсультов) передвигаются со скоростью 0,4–0,6 м/с, часто нуждаются в поддержке или трости и демонстрируют замедленную реакцию на сигналы; 3) маломобильные граждане (на инвалидных колясках, с ходунками) имеют скорость 0,2–0,4 м/с для колясок и 0,3–0,5 м/с для ходунков, нуждаются в сопровождающих и сталкиваются с ограничениями по ширине проходов; 4) лежачие больные и пациенты с деменцией эвакуируются только с помощью персонала, требуют времени на подготовку к эвакуации (2–5 мин) и могут проявлять панику или отказываться от перемещения [1, 2].

Критические факторы, влияющие на скорость эвакуации, включают снижение остроты зрения и слуха, замедление когнитивных процессов, ограниченную выносливость (необходимость остановок) и страх с дезориентацией в стрессовой ситуации [1].

Для учёта физиологических ограничений применяется комбинированный подход к моделированию эвакуации: 1) агент-ориентированное моделирование (с использованием программ AnyLogic, Pathfinder) предусматривает создание виртуальных «агентов» с заданными параметрами (скорость, мобильность, когнитивное состояние), имитацию взаимодействия агентов и препятствий, а также анализ узких мест и зон скопления [2]; 2) расчёт по зонам (согласно ГОСТ 12.1.004-91 [3]) включает разделение здания на эвакуационные зоны, определение плотности потока для каждой группы проживающих и учёт времени начала эвакуации (задержка из-за оповещения); 3) эмпирические поправки к нормативным методикам предусматривают коэффициент

замедления для МГН (1,5–2,0), дополнительное время на подготовку (1–3 мин для лежащих больных) и увеличение ширины проходов для колясок (не менее 1,2 м) [2, 4].

Ключевые входные данные для моделирования: планировка здания (длина коридоров, ширина проходов, расположение выходов) [4], распределение проживающих по группам мобильности, сценарии эвакуации (дневной/ночной режим, частичная/полная эвакуация), действия персонала (количество сопровождающих, маршруты выноса лежащих больных), работа систем оповещения (звуковые, световые, вибрационные сигналы) [1, 2].

На примере геронтологического центра на 150 мест (3 этажа, коридорного типа) проведено моделирование по двум сценариям. Сценарий 1 (стандартная методика без учёта возрастных особенностей) показал расчётное время эвакуации 4,2 мин, плотность потока 5 чел/м² и задержки до 30 с на лестничных маршах. Сценарий 2 (с учётом физиологических ограничений — коэффициент замедления 1,7, время подготовки 2 мин) продемонстрировал расчётное время эвакуации 9,8 мин, зоны скопления у выходов с третьего этажа (плотность до 8 чел/м²) и критические участки: лестницы без пандусов и узкие двери (ширина 0,8 м). Выявленные проблемы включают превышение допустимой плотности потока в коридорах, нехватку сопровождающих для эвакуации лежащих больных и недостаточную ширину эвакуационных путей для колясок [1, 2, 4].

Рекомендации по оптимизации эвакуации:

- Архитектурно-планировочные решения: расширение коридоров до 1,5 м для встречного движения колясок, устройство зон безопасности на каждом этаже (огнестойкие помещения с запасом кислорода), маркировка путей эвакуации контрастными линиями и тактильными указателями [5, 4].

- Действия персонала: распределение обязанностей (1 сопровождающий на 2 маломобильных проживающих), обучение методам эвакуации лежащих больных (носилки, эвакуационные полотна), тренировки с имитацией ночного сценария (dezориентация, слабое освещение).

- Технические средства: низкочастотные звуковые оповещатели (для людей с потерей слуха), световые мигающие указатели направления движения, вибрационные браслеты для проживающих с деменцией.

- Организационные меры: составление индивидуальных планов эвакуации для каждого проживающего, ежемесячные тренировки с участием всех категорий МГН, автоматизированный учёт эвакуированных (RFID-метки, планшеты у персонала) [1, 2].

Таким образом, моделирование эвакуации из геронтологических центров с учётом физиологических ограничений проживающих позволяет: получить достоверную оценку времени эвакуации (в 1,5–2 раза больше стандартных расчётов), выявить критические участки планировки, оптимизировать действия персонала и распределение ресурсов [2, 4]. Внедрение предложенных мер снижает риски для уязвимых групп населения и соответствует требованиям Федерального закона № 123-ФЗ [5] и СП 1.13130.2020 [4]. Перспектив-

ным направлением является развитие цифровых двойников учреждений с интеграцией данных о состоянии проживающих в реальном времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, А. В. Безопасность пожилых людей при чрезвычайных ситуациях / А.В. Иванов, П.Л. Сидоров. Москва: Академия МЧС, 2023. 168 с.
2. Моделирование эвакуации людей из зданий и сооружений : методические рекомендации / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Балашиха: ВНИИПО, 2021. 84 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введён в действие Постановлением Госстандарта СССР от 14 июня 1991 г. № 875. Москва : Стандартиформ, 2006. IV, 68 с.
4. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы : свод правил : утв. приказом МЧС России от 19 марта 2020 г. № 194. Москва, 2020.
5. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. 2008. № 30 (ч. 1). Ст. 3579.

УДК 666.973

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЕНОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ЛЕТУЧЕЙ ЗОЛЫ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Умирдинов И.О., соискатель кафедры СМиИ
Ферганский государственный технический университет, Республика Узбекистан
г. Фергана, Республика Узбекистан
Научный руководитель — Сатторов З.М., к.т.н., проф. кафедры СиИОС
Ташкентский архитектурно-строительный университет
г. Ташкент, Республика Узбекистан

В данной статье рассматриваются экологические аспекты применения пенобетона на основе летучей золы – побочного продукта сжигания угля на тепловых электростанциях. Приводятся сведения о составе летучей золы, её физико-химических свойствах и роли в формировании структуры пенобетона. Особое внимание уделено вопросам снижения выбросов углекислого газа, рационального использования природных ресурсов и утилизации промышленных отходов. На основе анализа современных научных исследований показано, что использование летучей золы в составе пенобетона способствует повышению экологической эффективности строительных материалов и снижению энергозатрат при их производстве.

Ключевые слова. летучая зола, пенобетон, экологическая безопасность, утилизация отходов, выбросы CO₂, строительные материалы, ресурсосбережение.

Введение. В последние десятилетия вопросы экологической безопасности строительства приобрели особую актуальность. Значительное увеличение объемов промышленного производства приводит к накоплению техногенных отходов, среди которых особое место занимает летучая зола, образующаяся при сжигании угля на теплоэлектростанциях. По данным международных ис-

следований, ежегодно в мире образуется более 700 млн тонн летучей золы, из которых значительная часть складывается на золоотвалах, создавая угрозу загрязнения окружающей среды. Использование таких отходов в строительных материалах является эффективным способом их утилизации и уменьшения негативного воздействия на экологию [1].

Одним из наиболее перспективных направлений применения летучей золы является её использование в производстве пенобетона — легкого ячеистого строительного материала с высокими теплоизоляционными свойствами. Летучая зола представляет собой мелкодисперсный порошкообразный материал, образующийся при сжигании угля. Её химический состав зависит от вида топлива, однако в большинстве случаев включает:

- диоксид кремния (SiO_2) — 40-60 %;
- оксид алюминия (Al_2O_3) — 20-35 %;
- оксид железа (Fe_2O_3) — 5-15 %;
- оксид кальция (CaO) — 1-10 %.

Большое содержание аморфного кремнезема обуславливает пуццолановую активность летучей золы. Это позволяет использовать её в качестве активной минеральной добавки в цементных и ячеистых бетонах [2, 3]. Частицы летучей золы имеют сферическую форму и мелкий размер (обычно менее 100 мкм), что улучшает реологические свойства бетонных смесей. Накопление летучей золы сопровождается рядом негативных экологических факторов:

1. загрязнение почвы тяжелыми металлами;
2. загрязнение поверхностных и подземных вод;
3. пылевые выбросы в атмосферу;
4. использование больших площадей под золоотвалы.

Использование золы в строительстве позволяет значительно уменьшить объем отходов и снизить нагрузку на окружающую среду [4].

Пенобетон — это искусственный каменный материал с равномерно распределёнными порами, образованными введением пенообразующей добавки. Использование летучей золы уменьшает водопотребность смеси благодаря сферической форме её частиц. Производство цемента сопровождается значительными выбросами CO_2 . По данным исследований, на производство 1 тонны цемента выделяется примерно 0,8-0,9 тонны CO_2 [5]. Замещение цемента летучей золой:

- уменьшает потребность в цементе;
- снижает выбросы CO_2 ;
- уменьшает энергозатраты.

При замещении 30-50 % цемента летучей золой выбросы CO_2 могут снижаться на 20-40 %. Использование летучей золы способствует: сокращению объемов золоотвалов, уменьшению загрязнения окружающей среды, повышению уровня переработки отходов. Это соответствует принципам устойчивого развития. Применение золы позволяет сократить использование: природного песка, известняка, цементного сырья. Таким образом, уменьшается

нагрузка на природные ресурсы. Сферическая форма частиц летучей золы улучшает структуру пенобетона. Основные эффекты: уменьшение пористости, повышение однородности структуры, увеличение прочности. Кроме того, пуццолановая реакция способствует образованию дополнительных гидросиликатов кальция. Это повышает долговечность материала. Перспективы применения пенобетон на основе летучей золы используется: в малоэтажном строительстве; для теплоизоляционных конструкций; в перегородках зданий; в дорожном строительстве; при реконструкции зданий. Расширение применения данного материала является перспективным направлением развития экологически безопасного строительства [6].

Заключение. Пенобетон на основе летучей золы является одним из наиболее перспективных строительных материалов с точки зрения экологической безопасности и ресурсосбережения. Его использование позволяет эффективно решать проблему утилизации промышленных отходов, снижать выбросы углекислого газа и уменьшать потребление природных ресурсов. На основании анализа научных данных можно сделать вывод, что внедрение пенобетона на основе летучей золы способствует развитию устойчивого строительства и повышению экологической эффективности строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сатторов З.М., Мирзаев Б.К., Отажанов О.А. Неавтоклавный газобетон как перспективный вариант использования золы угольных ТЭС. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы X Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 24-29 апреля 2023 г. // Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, И.Е. Степановой; Волгоград [Электронный ресурс] / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. Электронные текстовые и графические данные (12,9 Мбайт). — Волгоград: ВолгГТУ, 2023. 265–267 с. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> (Дата обращения: 21.04.2026).
2. Sattorov Z.M., Umirdinov I.O. Ko‘pikshishabetondagi to‘ldiruvchilar bilan bog‘lanish mustahkamligi. // «Energiya va resurs tejankor binolar qurilishida zamonaviy qurilish materiallari va texnologiyalari» mavzusida xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya to‘plami. 1-tom. Farg‘ona. FarPI, 19-20 dekabr 2024 y. 595-600 b.
3. Sattorov Z.M., Umirdinov I.O., Murodov B.Z., Xursandov E.O‘. Ko‘pikshishabetonning suv shimuvchanligi bo‘yicha tajriba-sinov natijalari. // Ilmiy–amaliy jurnal «Arxitektura Qurilish Dizayn» // №1/2023. Toshkent, 2023 y. 146-149 b.
4. Сатторов З.М., Умирдинов И.О. Использование переработанных отходов в качестве наполнителя в пенобетоне. // Журнал Вестник науки Южного Казахстана.// Специальный выпуск 2025. Шымкент, Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, 2025. 291-298 с.
5. Tan, H. et al. (2023). Advances in polycarboxylate ether synthesis and application. Journal of Materials in Civil Engineering, 35(7), 04023101.
6. Jianguo Chen, Yuling Zhu, Weilian Du, Mengxiang Li, Yifan Wang, Chunling Zhang, Mingsheng Shi and Binghan Xue. Influence of Polycarboxylate Superplasticizer on the Properties of Cement-Fly Ash Cementitious Materials and Concrete. // Sustainability 2022, 14, 13440. <https://doi.org/10.3390/su142013440> <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>.

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Филатов В.А. (ТБм-1-24)

Научный руководитель — д.т.н., проф., зав. кафедрой БЖДСиГХ Азаров В.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассматриваются экологические воздействия строительного производства и проблемы их нормирования в рамках проекта производства работ. Показано, что действующая нормативная база задаёт требования по отдельным видам воздействий, но не обеспечивает их технологической интеграции в ППР. Выявлена фрагментарность нормирования и отсутствие единого подхода к учёту совокупного экологического воздействия на стадии организационно-технологического проектирования.

Ключевые слова: ППР, экологическая безопасность, строительство, нормирование, строительные отходы, шум, экологические воздействия.

Строительное производство характеризуется формированием локальных зон интенсивного воздействия на окружающую среду, обусловленных концентрацией технологических процессов на ограниченной территории строительной площадки. Наиболее значимые экологические нагрузки связаны с выбросами пыли и газообразных загрязняющих веществ от строительной техники, образованием строительных отходов, шумовым воздействием и нарушением структуры почвенного покрова в зоне производства работ.

Нормативное регулирование экологической безопасности в строительстве базируется на положениях Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1], Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [2], Федерального закона № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [3], а также санитарно-гигиенических нормативов СанПиН 1.2.3685-21 [4]. Организационно-технологические требования к строительному производству и обеспечению безопасности строительных процессов определяются СП 48.13330.2019, а также требованиями по защите от шума, установленными СП 51.13330.2011 [5], [6].

Несмотря на наличие нормативной базы, экологические требования в составе проектной и организационно-технологической документации часто реализуются формально и не интегрируются в структуру проекта производства работ.

Проект производства работ является ключевым документом, определяющим последовательность выполнения строительных операций, выбор механизмов и организацию строительной площадки. В связи с этим именно на уровне ППР формируется фактический экологический профиль строительства, включая интенсивность воздействия на окружающую среду и эффективность природоохранных мероприятий.

Действующая нормативная база формирует систему ограничений по отдельным видам воздействий (шум, выбросы, отходы), однако не обеспечивает их интеграции в единую технологическую модель строительного процесса.

Федеральный закон № 7-ФЗ закрепляет принцип предотвращения и снижения негативного воздействия на окружающую среду, но не содержит количественно и технологически детализированных механизмов его реализации в строительном производстве [1]. Аналогично Федеральный закон № 96-ФЗ устанавливает требования к охране атмосферного воздуха, однако не определяет методологию перевода этих требований в параметры работы строительной техники, режимы выполнения операций или организацию строительной площадки [3].

Санитарные нормы СанПиН 1.2.3685-21 задают предельно допустимые уровни факторов среды, но их применение в строительстве носит преимущественно контрольный характер, фиксирующий превышения постфактум, а не предотвращающий характер на стадии проектирования [4]. В результате экологические ограничения оказываются внешними по отношению к технологическим решениям ППР и не влияют напрямую на выбор методов производства работ.

СП 48.13330.2019 и СП 51.13330.2011 регулируют организацию строительства и защиту от шума, однако экологические параметры в них встроены фрагментарно и не образуют самостоятельной системы нормирования экологических воздействий [5–6]. Это приводит к тому, что экологические требования распределены между различными документами без единого расчетного или проектного аппарата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. Режим доступа: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/. (дата обращения: 10.04.26).
2. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» // Собрание законодательства РФ. Режим доступа: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/. (дата обращения: 10.04.26).
3. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» // Собрание законодательства РФ. Режим доступа: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/. (дата обращения: 10.04.26).
4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=500088>. (дата обращения: 10.04.26).
5. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=433409>. (дата обращения: 10.04.26).
6. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=472496>. (дата обращения: 10.04.26).

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИЧИН ПОЖАРОВ: РАССЛЕДОВАНИЕ И РАЗГРАНИЧЕНИЕ НЕОСТОРОЖНОСТИ И ПОДЖОГА

Фролов Я.В. (ПБ-1-24)

Научный руководитель — ст. преподаватель кафедры ПБ и ЗЧС Попов Р.Н.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются правовые и технические критерии разграничения неосторожного обращения с огнем и умышленного поджога в практике пожарного дознания. Особое внимание уделяется разграничению неосторожного обращения с огнем и умышленного поджога в ходе следствия и суда.

Ключевые слова: пожарное дознание, поджог, доказательная база.

Деятельность органов государственного пожарного надзора (ГПН) неразрывно связана не только с профилактикой, но и с установлением причин и обстоятельств пожаров. Для инспектора пожарного надзора, исполняющего полномочия по дознанию, ключевой задачей становится не просто техническое определение очага, но и правовая квалификация события. Ошибка в разграничении неосторожного обращения с огнем и умышленного уничтожения имущества влечет за собой либо необоснованное привлечение к уголовной ответственности, либо уход виновных от наказания. В судебной практике приоритет отдается строгому разграничению процессуальных ролей: сотрудник дознания не обладает полномочиями для замены специалиста-криминалиста. Если для определения специфики очага возгорания необходима комплексная экспертиза, подобный документ утрачивает статус допустимого доказательства. Следовательно, итоги пожарного расследования не обладают безусловной юридической значимостью и требуют всесторонней критической проверки в совокупности с прочими материалами уголовного дела.

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности", одной из основных функций системы обеспечения пожарной безопасности является учёт пожаров и их последствий (статья 3). Ведение официального статистического учёта и государственной статистической отчетности по пожарам и их последствиям возложено на ГПС МЧС России. Учёт причин пожаров имеет важное значение для профилактики и борьбы с возникновением пожаров. Знание наиболее частых причин пожаров позволяет уделить изучению проблем больше внимания, развить способы борьбы с недостатками, сопутствующими проявлению этих причин [1].

Правовой статус органов пожарного дознания в Российской Федерации регламентируется Федеральным законом № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» и Уголовно-процессуальным кодексом РФ. Функционал расследования возложен на сотрудников структур государственного пожарного надзора. Приоритетной целью их деятельности выступает не только техническая идентификация причин возникновения пожара, но и квалификация произо-

шедшего события на предмет наличия признаков криминального состава. Процессуальный инструментарий дознавателя имеет определенные временные и функциональные границы. В частности, хотя выявление очага возгорания входит в прямые обязанности инспектора, проведение следственных экспериментов зачастую требует санкции процессуального руководства. В рамках установленной компетенции дознаватель наделен правом осмотра места происшествия, изъятия документации, опроса участников и свидетелей, а также назначения пожарно-технических исследований. При этом следует подчеркнуть, что заключение по результатам пожарного дознания не обладает преюдициальным значением для судебной инстанции. Выводы должностного лица о причинах пожара подлежат верификации и оцениваются судом в совокупности с иными доказательствами по делу [2].

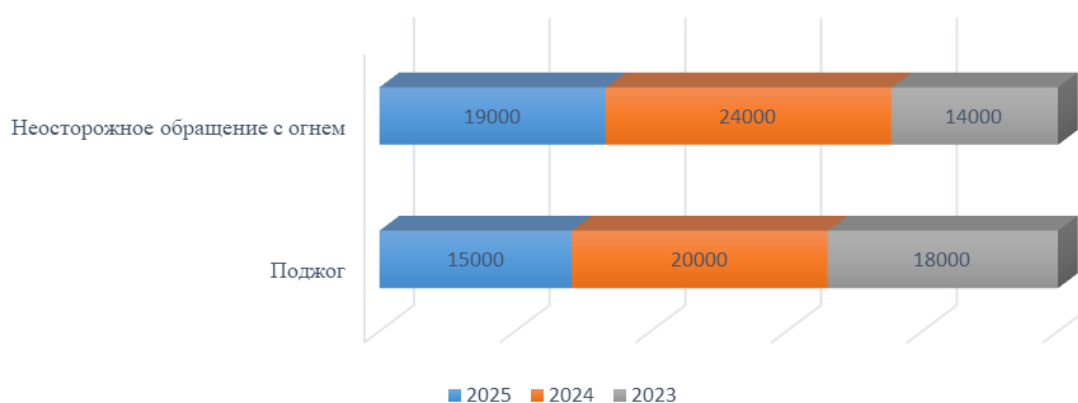


Рис. 1. Статистика классификации пожаров за период 2023-2025 гг.

В криминалистической практике диагностическими маркерами умышленного поджога традиционно признаются локализованные множественные очаги горения, не имеющие логической связи в траекториях распространения пламени. Дополнительным индикатором служит обнаружение следов легковоспламеняющихся или горючих жидкостей в зонах, где их присутствие не обусловлено технологическим циклом. Это существенно затрудняет дифференциацию между изначальным очагом и участками вторичного распространения пламени. В качестве значимого фактора выделяется риск субъективной оценки обстоятельств. Разные эксперты могут интерпретировать одни и те же следы, что подрывает доверие к доказательной базе. Отсутствие единых стандартизированных методик химического анализа выгоревших остатков в условиях дефицита специализированных лабораторий усугубляет ситуацию. Доказывание умысла требует совокупности косвенных улик (мотив, поведение до и после пожара), однако без твердого технического основания (доказанного поджога) эти улики не могут быть положены в основу приговора [3].

Разграничение неосторожности и поджога остается одной из наиболее сложных задач в деятельности пожарного надзора. Полномочия пожарного надзора достаточны для установления истины, однако качество расследования зависит от сохранности места происшествия и технической оснащенности

сти. Для повышения качества расследований необходимо совершенствование материально-технической базы дознания, внедрение единых стандартов фиксации обстановки и усиление взаимодействия с экспертно-криминалистическими подразделениями МВД. Только совокупность безупречного процессуального оформления и объективных технических данных может обеспечить законность и обоснованность решений по делам о пожарах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 15.03.2026).
2. Косякова, Н. С. Проблемы уголовной ответственности за уничтожение или повреждение чужого имущества по неосторожности / Н. С. Косякова // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2013. № 4(21). С. 62-71.
3. Расследование пожаров: учеб. / под ред. Г.Н. Кирилова, М.А. Галишева, С.А. Кондратьева. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007. С. 9–10.

УДК.614

АККЛИМАТИЗАЦИЯ РАБОТНИКОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ К ПОВЫШЕННЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

Харченко А.О. (ИМ-4А41)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТМиИК Хаустова А.В.
Луганский государственный университет имени Владимира Даля
Институт технологий и инженерной механики

Выполнен анализ особенностей акклиматизации работников пищевой промышленности к повышенным температурам.

Ключевые слова: акклиматизация, температура, возраст, пол, состояние здоровья, обезвоживание организма, интенсивность потоотделения, тепловые удары.

Работники пищевой промышленности продолжительное время находятся на рабочих местах с большими выделениями тепла (пекари, кондитеры, повара и т.д.), что может привести к снижению трудоспособности, увеличению риска получения производственных травм и тепловых ударов, а также к обострению хронических заболеваний.

Проведенный анализ индивидуальной акклиматизации в условиях повышенных температур показал зависимость показателей приспособляемости от возраста и пола. В организме после 40 лет выделение пота задерживается и уменьшается приспособляемость сердечно-сосудистой системы (ССС) к адаптации. Женщины хуже, чем мужчины переносят повышенные температуры, так как у них позже и в меньшей степени начинается потоотделение, несмотря на большее количество потовых желез.

Полные и тучные работники хуже адаптируются к условиям повышенных температур: у них ниже трудоспособность и они в большей степени подвержены тепловым ударам [1].

Обезвоживание организма приводит к уменьшению потоотделения и повышению температуры тела, а также увеличивает число ударов сердца в минуту, в результате сокращается объем циркулирующей крови. Рабочий, не принимающий жидкости, может потерять за смену 3-4 л воды.

Интенсивные физические нагрузки и спортивные тренировки в нормальных условиях окружающей среды ускоряют акклиматизацию благодаря повышению тонуса ССС. Тренировки в условиях нормальных температур улучшают теплоотдачу в результате стимуляции потоотделения. Тренированный человек выделяет пот быстрее и более обильно при любом повышении температуры тела. Его температура повышается медленнее, чем у человека, ведущего сидячий образ жизни.

Оценка акклиматизации производится с учетом интенсивности потоотделения и температуры тела. Человек, прошедший акклиматизацию, не должен терять в результате потоотделения более 1 л жидкости в час или более 5 л за рабочую смену; температура в полости рта не должна превышать 37 °С.

Интенсивность потоотделения определяется взвешиванием человека или измерением количества пота, выделяемого на 14 см² площади спины. Существует тесная взаимосвязь между этими двумя способами измерения. Измерение выделения пота в процессе работы связано с большими трудностями. По мнению некоторых специалистов, температура в полости рта является наиболее надежным показателем степени акклиматизации. Если температура достигает 39 °С, человек может получить тепловой удар [2,3].

При подборе персонала для работы на предприятиях пищевой промышленности необходимо учитывать следующие особенности акклиматизации человека к высоким температурам:

- не допускаются к работе лица старше 45 лет, страдающие ожирением или, наоборот, имеющие вес менее 7,00 стоун 12,23 фунт, а также те, у кого максимальное потребление кислорода менее 2,5 л/мин;
- люди, страдающие от заболеваний дыхательных органов;
- работники, принятые на должность пекаря, повара и др. должны потреблять в небольших количествах жидкость с самого начала работы в условиях повышенных температур по 100-150 мл воды каждые 15-20 мин.; количество необходимой жидкости должно определяться с учетом ее потерь, так как жажда не является информативным показателем количества потерянной воды;
- потребление жирных продуктов должно быть уменьшено. Дополнительное количество соли разрешается только рабочим, которые еще не прошли акклиматизацию и впервые приняты на работу в условиях повышенных температур;
- для ускорения акклиматизации и повышения выносливости работников рекомендуется дополнительный прием витаминов: 100 мг В1, 8 мг В2, 5 мг

В6, 25 мг В12, 100 мг РР и 30 мг В3, который способствует уменьшению утомляемости во время работы в условиях повышенных температур. Дополнительный прием 250 мг витамина С также повышает выносливость человека к повышенным температурам и ускоряют процесс акклиматизации.

Проведенный анализ особенностей акклиматизации работников пищевой промышленности к повышенным температурам показывает необходимость учета особенностей и личностных показателей работников по возрасту, полу и состоянию здоровья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куренкова, Г.В. Микроклимат производственных помещений: учебное пособие для студентов / Г.В. Куренкова, Е.В. Жукова, Е.П. Лемешевская; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России. Иркутск : ИГМУ, 2020. 52 с.

2. Иванов, Ю.И. Производственная санитария и гигиена труда: конспект лекций / Ю.И. Иванов, Е.А. Попова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2014. 128 с.

3. Опасности в связи с высокими температурами и меры контроля. Режим доступа: <https://www.constructioncenterofexcellence.com/russian-toolbox-talks/heat-related-hazards> (дата обращения 14.04.2026).

УДК 614.8:628

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

Хасигов Г.В. (ТБ-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры БЖДСиГХ Жукова Н.С.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В работе проведен анализ ключевых проблем в этой сфере и предложена дифференцированная стратегия управления рисками, основанная на принципах адресности, экономической эффективности и долгосрочной устойчивости..

Ключевые слова: ЖХК, техносферная безопасность, комфорт..

Техносферная безопасность жилищно-коммунального комплекса (ЖКК) представляет собой фундаментальную основу национальной безопасности, социальной стабильности и качества жизни граждан. Однако текущее состояние значительной части инфраструктуры в России характеризуется критическим уровнем износа, создающим системные риски техногенных катастроф, масштабных аварийных остановок и хронического экологического ущерба [1, 2].

Проблема износа инфраструктуры ЖКК не является локальной. Это – фоновый, постоянно растущий системный риск, реализующийся в ежедневных инцидентах. Среди его ключевых проявлений и причин можно выделить следующие:

- средний износ водопроводных и канализационных сетей достигает 60-70%, тепловых - 70-80%;
- около 40% генерирующего оборудования и 70% распределительных сетей имеют износ свыше 50%;
- застройка 1960-1980-х годов вырабатывает свой проектный ресурс (50-70 лет), требуя не ремонта, а реновации или замены;
- финансирование выделяется преимущественно на ликвидацию аварий, а не на их предупреждение;
- прямая угроза жизни и здоровью населения (обрушения, взрывы бытового газа);
- социальная дестабилизация из-за массовых отключений коммунальных услуг;
- гигантские экономические потери от аварий, многократно превышающие стоимость плановой замены;
- накопленный экологический ущерб от постоянных утечек и аварий.

Отказ от универсального подхода «латания дыр» в пользу сегментации инфраструктурного фонда и применения целевых инструментов к каждому сегменту является необходимым условием для эффективного использования ограниченных ресурсов.

На основе данных Национальной системы предиктивного мониторинга (НСПМ) предлагаются следующие решения [3]:

1. Для школ, больниц, мостов, плотин предусматривается обязательное использование материалов и конструктивных решений с повышенным запасом прочности и увеличенным сроком службы, а также их перманентный мониторинг в режиме реального времени. Безопасность здесь является абсолютным приоритетом.

2. Для сегмента массового жилья (не аварийные дома советской и постсоветской постройки) предусматривается модель планово-предиктивного капитального ремонта.

3. Для аварийного и ветхого фонда, признанного непригодным для реновации, разработаны программы комплексного расселения с созданием буферного жилищного фонда. Приоритетом является безопасность людей, что требует организации их временного проживания на период сноса аварийного жилья и строительства нового.

4. Для нового строительства, особенно в зонах с неясной демографической перспективой или для целевых групп населения (таких как молодежь, вахтовики) предлагается строительство легковозводимых, модульных домов с четким и относительно коротким жизненным циклом (30 - 50 лет), рассчитанных на возможный последующий демонтаж, трансформацию или утилизацию. Это предотвратит накопление аналогичных проблем в будущем и обеспечит гибкость городского планирования.

Преодоление системного кризиса в техносферной безопасности ЖKK России требует не увеличения расходов на латание дыр, а кардинальной смены модели управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдурахманов А. А. Техносферная безопасность в жилищно-коммунальном хозяйстве: проблемы и пути решения / А. А. Абдурахманов. М.: Наука. 2021. 256 с.
2. Волков А. М. Техносферная безопасность объектов жилищно-коммунального хозяйства / А. М. Волков. Екатеринбург: УрО РАН. 2022. 304 с.
3. Абрамов В. В. Основы предиктивного мониторинга объектов инфраструктуры. – М.: Стройиздат. 2020. 320 с.

УДК 504.054:614.84:613.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТ ПОЖАРА В ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ

Хохлачев М.О. (ПрИн -266)

Научный руководитель — доц. кафедры ПБиЗЧС Текушин Д.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье представлен комплексный анализ экологических последствий пожаров в торговых центрах, обусловленных наличием большого количества синтетических материалов, полимеров и электронного оборудования. Детально рассмотрены механизмы загрязнения атмосферного воздуха (токсичные газы, диоксины, мелкодисперсные частицы), приведены количественные оценки превышений ПДК и анализ токсичности продуктов горения различных материалов. Особое внимание уделено временной динамике воздействия — от острых последствий в первые часы до долгосрочного загрязнения экосистем на протяжении десятилетий, а также факторам, определяющим масштаб экологического ущерба. Сформулированы практические рекомендации по снижению негативного воздействия.

Ключевые слова: пожар, загрязнение, торговый центр, тяжелые металлы, углеводороды, горение, вещества.

Пожары в торговых центрах представляют собой комплексную экологическую катастрофу локального масштаба. Современные торговые центры содержат огромное количество синтетических материалов, полимеров, химических веществ и электроники, которые при горении выделяют токсичные соединения, представляющие опасность для всех компонентов окружающей среды [1].

Наиболее выраженными последствиями воздействия на окружающую среду является загрязнение атмосферного воздуха. Основные загрязнители атмосферного воздуха при пожаре в торговом центре приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные загрязнители воздуха при пожаре в ТЦ

Загрязнитель	Источник	Концентрации при пожарах	ПДК, мкг/м ³	Превышение
PM10 (частицы < 10 мкм)	Горение материалов	до 1450 мкг/м ³	50 мкг/м ³ (24ч)	в 29 раз
PM2.5 (частицы < 2,5 мкм)	Синтетические материалы	до 3700 мкг/м ³	15 мкг/м ³ (24ч)	в 247 раз
СО (угарный газ)	Неполное сгорание	до 1000 мг/м ³	10 мг/м ³ (8ч)	в 100 раз
Бензол	Пластмассы, мебель	до 500 мг/м ³	1,7 мг/м ³	в 294 раза
Формальдегид	ДСП, клеи, ткани	до 200 мг/м ³	90 мг/м ³ (15 мин)	в 2,2 раза
HCl (хлористый водород)	ПВХ, пластик	до 50 мг/м ³	-	Опасно
HCN (синильная кислота)	Полиуретан, акрил	до 35 мг/м ³	4,7 мг/м ³	в 7,4 раза

Проведенный анализ данных показал, что большинство веществ выделяемых при горении материалов, находящихся в торговых центрах значительно превышают предельно допустимые концентрации веществ в окружающей среде городских и сельских поселений.

В качестве исследовательской задачи проведем анализ перечисленных веществ с точки зрения их влияния на здоровье человека и воздействия на окружающую среду [2].

Наиболее распространенными веществами являются твердые частицы PM 2,5 и PM10, которые представляют наибольшую опасность для здоровья населения. Частицы PM2,5 способны проникать глубоко в легочную ткань и даже попадать в кровоток, вызывая системные воспалительные реакции. При пожарах в торговых центрах концентрация этих частиц может превышать безопасные уровни в сотни раз. Особую опасность представляют ультрадисперсные частицы (менее 0,1 мкм), которые образуются при горении синтетических материалов и могут переносить на своей поверхности адсорбированные токсичные вещества, включая диоксины и тяжелые металлы.

Веществом, выделяемым при любых пожарах, является угарный газ (СО), образующийся при неполном сгорании органических материалов и представляющий непосредственную угрозу для жизни не только внутри здания, но и для населения в прилегающих районах. При концентрации 1000 мг/м³ время безопасного воздействия составляет менее 1 часа в связи с тем, что СО связывается с гемоглобином крови в 200-250 раз эффективнее кислорода, вызывая гипоксию тканей.

При горении мебели или товаров, изготовленных из продуктов переработки нефтепродуктов, выделяются бензол и другие ароматические углеводороды выделяются при горении пластмасс, резины, синтетических тканей и являются канцерогенными веществами. Даже кратковременное воздействие

высоких концентраций бензола может вызвать поражение костного мозга и нарушение кроветворения. Долгосрочные последствия этих веществ на организм человека включают повышенный риск развития лейкемии.

Не менее распространенным веществом выделяемым при пожарах торговых центрах является хлористый водород (HCl) который образуется при горении поливинилхлорида (ПВХ). Поливинилхлорид широко используется в торговых центрах для производства оконных профилей, труб, электропроводки, напольных покрытий и отделочных материалов. HCl хорошо растворяется в воде, образуя соляную кислоту, что приводит к кислотному загрязнению атмосферных осадков и повреждению растительности на расстоянии до нескольких километров от места пожара.

Наиболее токсичным веществом, выделяющимся при термическом разложении полиуретана, акриловых волокон, нейлона и других азотсодержащих полимеров, является синильная кислота (HCN). HCN блокирует клеточное дыхание на уровне митохондрий, вызывая быструю гипоксию тканей. Даже при низких концентрациях (10-20 мг/м³) возможны серьезные отравления.

Пожары в торговых центрах оказывают многокомпонентное воздействие на все элементы окружающей среды — атмосферу, воду, почву, биоту. Стойкие органические загрязнители (диоксины, ПАУ, ПХБ) сохраняются в окружающей среде десятилетиями, создавая долгосрочные риски для здоровья населения и экосистем [3].

Для снижения последствий пожаров на данных объектах необходимо проводить превентивные меры:

- торговые центры должны разрабатывать планы экологической безопасности, включающие системы сбора пожарных стоков, использование менее токсичных отделочных материалов, системы автоматического пожаротушения;
- должны быть разработаны нормативы по ограничению использования ПВХ и других хлорсодержащих материалов в общественных зданиях;
- необходимо обязательное оснащение крупных торговых центров системами сбора и очистки пожарных стоков;
- важно предусмотреть создание региональных банков данных о токсичности материалов для оценки экологических рисков;
- необходимо развивать методы быстрой диагностики загрязнения окружающей среды после пожаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрелова, Е. А. Причины и последствия пожаров в торговых центрах России / Е. А. Агрелова, А. С. Бакуленко // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры, Москва, 12–16 марта 2018 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский госу-

дарственный строительный университет. Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2018. С. 658-659.

2. Исаева, Л. К. Эколого-экономическая оценка загрязнения окружающей среды при пожарах и авариях / Л. К. Исаева. М. : Моск. ин-т пожар. безопас. МВД России, 1998. 62 с.

3. Дьяков, В. Ф. Пожары и экологические последствия от них / В. Ф. Дьяков // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии : Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции, Пенза, 28–29 марта 2024 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. С. 115-118.

УДК 66.0

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ: КРАТКИЙ АНАЛИЗ ПАТЕНТОВ

Чалова А.О. (ФПБ)

Научный руководитель — к.х.н., ст. преподаватель кафедры ЕНД Гессе Ж.Ф.

Бою А.С. (ФПИиУК)

Научный руководитель — к.х.н., ст. преподаватель кафедры ЕНД Фролова Т.В.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Проведен патентный поиск по рецептурам огнезащитных составов для древесины. Результаты показали, что, несмотря на разнообразие существующих решений, имеется ряд характерных проблем, которые требуют дальнейшего внимания и поиска новых подходов.

Ключевые слова: древесина, огнезащитный состав, подавление процесса горения, капиллярная пропитка, патентный поиск.

Древесина – экологичный и популярный строительный материал. Однако его природная горючесть и подверженность воздействию влаги создают определенные проблемы, требующие решения.

В последние годы наблюдается устойчивый сдвиг от простых составов на основе неорганических солей к композитным системам, сочетающим органические соединения, борсодержащие добавки и наномодификаторы. Это связано с необходимостью повышения термической устойчивости покрытия при минимальном расходе материала.

Однако, огнезащитные составы для древесины, несмотря на свою важность и эффективность в снижении горючести, имеют один существенный недостаток: они со временем вымываются. Проникая в структуру древесины, компоненты огнезащитного состава под воздействием влаги, осадков или даже обычного бытового ухода, постепенно теряют свою концентрацию и, как следствие, огнезащитные свойства. Это делает обработанную древесину уязвимой к возгоранию, особенно в условиях повышенной влажности или при контакте с водой, сводя на нет первоначальный эффект защиты.

Исходя из этого, перед исследователями и производителями встает острая необходимость в создании новых, более стойких к вымыванию огнезащит-

ных составов. Важнейшим направлением в этом поиске является разработка гидрофобных огнезащитных составов. Введение в состав гидрофобных компонентов призвано создать на поверхности и в поверхностном слое древесины барьер, препятствующий проникновению влаги. Таким образом, при контакте с водой или при высокой влажности, древесина будет менее подвержена абсорбции жидкости, что, в свою очередь, замедлит или полностью остановит процесс вымывания активных огнезащитных веществ.

Целью научно-исследовательской работы нашего коллектива является создание новых рецептур гидрофобных огнезащитных составов, что является комплексной задачей, требующей глубокого понимания химии полимеров, поверхностно-активных веществ и принципов взаимодействия с целлюлозой древесины. Необходимо подобрать такие компоненты, которые будут не только эффективно отталкивать воду, но и сами по себе обладать достаточной огнезащитной активностью, а также быть совместимыми друг с другом, обеспечивая долговечность и надежность защиты. Разработка таких составов открывает новые перспективы в обеспечении пожарной безопасности деревянных конструкций, продлевая срок их службы и повышая безопасность эксплуатации.

Известен состав, описываемый в работе [1], содержащий сульфат и фосфат мочевины, который получается при добавлении в раствор ортофосфорной кислоты, подогретой до 85-95 °С, технического карбамида и сульфата меди. К полученному раствору добавляется бура и силикофторид натрия, после чего производится его нейтрализация аммиачной водой до $\text{pH} = 6,5-7,0$. Результат - средство способно при капиллярной пропитке обеспечивать только трудновоспламеняемые свойства древесине (II группа огнезащитной эффективности).

В своей работе [1] авторы разработали состав для получения I группы огнезащитной эффективности (согласно ГОСТ 16363-98), что соответствует группе трудногорючих материалов по ГОСТ 12.1.044-89. Основная идея рецептуры огнезащитного средства для пропитки древесины включает гидролиз крахмала до ди- и моносахаридов в присутствии ортофосфорной кислоты при температуре с последующим добавлением в раствор дицианодиамида и карбамида. Результат изобретения – древесина или древесный материал, пропитанные полученным огнезащитным средством в количествах 0,25-0,35 $\text{дм}^3/\text{м}^2$ при плотности раствора, равной 1260-1300 $\text{кг}/\text{м}^3$, при огневом воздействии дополнительно к известным условиям подавления процессов горения образует на поверхности пористый теплоизолирующий слой, в порах которого содержатся инертные газы CO_2 , N_2 и пары воды, препятствующие притоку кислорода к горючему материалу, а также способствующие процессам затухания источников огня, находящихся в непосредственной близости к огнезащищенному материалу.

Патентообладатели [2] предложили состав огнезащитного лака для огнезащитной отделки древесины и материалов на ее основе. Состав обладает также защитно-декоративными свойствами. Химически огнезащита включает

в себя дицианодиамид, ортофосфорную кислоту, раствор формальдегида, воду, полисепт, меламин, диаммонийфосфат и неонолы. Огнезащитная эффективность лака соответствует группе воспламеняемости от В2 до В1 в соответствии с ГОСТ 30402 «Материалы строительные. Методы испытания на воспламеняемость» в зависимости от расхода лака (г/м²).

В работе [3] разработано водно-дисперсионное огнебиозащитное покрытие на основе акриловой дисперсии, модифицированное наночастицами оксида цинка и биоцидом октиллизотиазолиноном. Разработчиками достигнута I группа огнезащиты по ГОСТ 16363–98 «Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств». Наночастицы интенсифицируют процесс разложения полифосфата аммония, что приводит к образованию термостабильного коксового барьера. Однако, биозащитные свойства покрытия существенно снижаются на деревянной подложке по сравнению со свободной пленкой.

Таким образом, краткий обзор патентов показывает, что несмотря на активную работу ученых в области разработок огнезащитных составов для древесины, имеется большое количество проблем, таких как недостаточная стойкость покрытия к механическим повреждениям, потеря эффективности при воздействии влаги, ограниченная устойчивость к ультрафиолетовому излучению, а также трудности с равномерным нанесением на поверхность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент 6707 Республика Беларусь В 27К 3/52, С 09К 21/00. Способ получения огнезащитного средства для пропитки древесины / Тычино Н. А.; опубл. 30.12.2004.
2. Патент 13542 Республика Беларусь С1 2010.08.30, МПК (2009), С 09D 5/18. Состав для получения огнезащитного лака / Кудряшов А. Н., Яцукович А. Г., Тычино Н. А., Найчук А. Я.; опубл. 30.08.2010.
3. Синергетическое усиление огнебиозащитных характеристик водно-дисперсионного лакокрасочного материала, модифицированного наночастицами ZnO и биоцидом / Сабадаха Е. Н., Божелко И. К., Тригубович А. М. [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2025. № 2 (295). С. 109–115.

УДК 628.511.123

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ПРИ РЕМОНТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЗДАНИЯХ

Чернущенко А.А., аспирант кафедры БЖДСиГХ
Научный руководитель — д.т.н., проф. кафедры БЖДСиГХ Сергина Н.М.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассматриваются принципы построения систем обеспыливания при ремонтных строительных работах в действующих зданиях. Показано, что специфика таких работ определяется ограниченными объёмами помещений, нестационарностью источников пы-

ли и необходимостью защиты смежных эксплуатируемых зон. Обосновано, что эффективная система должна формироваться как сочетание локального улавливания, фоновой очистки воздуха, барьерного зонирования и организационного контроля.

Ключевые слова: обеспыливание, ремонтные строительные работы, строительная пыль, локальная аспирация, фильтрация воздуха, барьерные системы, действующие здания.

Ремонтные строительные работы в действующих зданиях сопровождаются образованием строительной пыли, которая распространяется не только в рабочей зоне, но и в смежных помещениях. В отличие от стационарных производственных процессов внутренние ремонты протекают в ограниченных объёмах и при сохранении эксплуатации объекта. Это требует рассматривать обеспыливание не на уровне отдельного аппарата, а как комплексную систему [1].

Анализ современных исследований показывает, что отдельные элементы обеспыливания разработаны достаточно подробно: изучены циклоны, фильтры, местные отсосы, инструмент-интегрированные кожухи, промышленные пылесосы и мобильные фильтровентиляционные установки. Вместе с тем для ремонтируемых объектов пока отсутствуют формализованные подходы к выбору конфигурации системы с учётом геометрии помещений, последовательности операций, режима вентиляции и необходимости защиты третьих лиц [1, 2].

Первым принципом построения системы следует считать локализацию пыли в источнике её образования. Наибольший эффект достигается тогда, когда пыль перехватывается непосредственно в зоне резки, сверления, шлифования или разрушения материала. Для этого применяются кожухи, насадки, местные отсосы и промышленные пылесосы, подключённые к инструменту. Такой подход уменьшает поступление пыли в объём помещения и снижает концентрацию в зоне дыхания рабочего [3].

Второй принцип заключается в многоуровневой организации обеспыливания. Даже эффективная локальная аспирация не устраняет полностью мелкодисперсную фракцию, поэтому система должна включать средства фоновой очистки воздуха: мобильные фильтровентиляционные установки, рециркуляционные блоки, а также технические решения для удаления осевшей пыли с поверхностей. Это снижает средние концентрации в помещении и уменьшает вторичное запыление [2, 3].

Третий принцип связан с зонированием пространства. При ремонтах в действующих зданиях необходимо разделять «грязную» и «чистую» зоны с помощью временных перегородок, плёночных укрытий, шлюзовых проходов и модулей с отрицательным давлением. Барьерные решения ограничивают перенос пыли в коридоры, соседние помещения и зоны пребывания людей, не участвующих в ремонте [2, 4].

Четвёртый принцип — адаптивность системы к изменению условий работ. Источники пыли при ремонтах перемещаются, меняются по интенсивно-

сти и по характеру операций. Следовательно, система обеспыливания должна быть модульной, допускающей перенос локальных средств, изменение производительности очистных установок и корректировку барьерных схем по мере продвижения ремонта [1, 2].

Пятый принцип — организационно-технологическое сопровождение. Эффективность обеспыливания определяется не только составом оборудования, но и последовательностью пыльных операций, своевременной уборкой, состоянием фильтров и контролем фактической запылённости. Поэтому система должна дополняться эксплуатационными регламентами и мониторингом воздушной среды [4].

Таким образом, системы обеспыливания при ремонтных строительных работах в действующих зданиях должны строиться как комплекс взаимосвязанных технических и организационных мер. Их основу составляют локальное улавливание пыли в источнике, фоновая очистка воздуха, барьерное разделение зон и адаптация конфигурации системы к изменяющемуся фронту работ. Это позволяет снизить запылённость рабочей зоны и риск распространения пыли за пределы ремонтируемого помещения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старцева Ю. В., Чернущенко А. А., Гордина П. В., Бакин Н. С. Запыленность строительной площадки как фактор экологического строительства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. № 2. Т. 99. С. 211–219.
2. Азаров В.Н. Сергина Н.М. Строительная пыль и системы обеспыливания в реконструируемых зданиях // Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4. С. 112–118.
3. Maynard A.D. Thorpe A. Control of respirable dust at construction and refurbishment sites // Annals of Occupational Hygiene. 2002. Vol. 46. P. 245–251.
4. Nazaroff W.W. Thatcher T.L. Indoor particle transport and deposition in occupied buildings // Atmospheric Environment. 2001. Vol. 35. P. 5295–5304.

УДК 614.841.3

АУДИТ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТУДЕНЧЕСКИХ ОБЩЕЖИТИЯХ И ПЕРЕХОД ОТ ФОРМАЛЬНОСТЕЙ К РЕАЛЬНОЙ УГРОЗЕ

Шведов Д.М. (ПБ-1-24)

Научный руководитель — доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье анализируется проблема пожаров в студенческих общежитиях. Исследование выявило системные нарушения и три модели рискованного поведения студентов. В статье предлагается комплексный подход: модернизация инфраструктуры, современные системы оповещения, ужесточение контроля и практическое обучение - как альтернатива неэффективным запретам.

Ключевые слова: пожарная безопасность, студенческие общежития, профилактика пожаров, человеческий фактор, эвакуация, модернизация инфраструктуры.

Ежегодно в студенческих общежитиях России происходят сотни пожаров. Парадокс в том, что в XXI веке, при наличии современных систем безопасности, общежития остаются зоной повышенного риска. Причина — не только в устаревшей инфраструктуре, но и в человеческом факторе. Чтобы понять проблему изнутри, было посещено одно из типовых общежитий, и был проведен осмотр помещений общежития и опрос жильцов.

Студенческое общежитие можно рассмотреть, как «мини-государство» со своими законами. Здания старой застройки не рассчитаны на современную электрическую нагрузку: мощные компьютеры, чайники, микроволновки и обогреватели. В одной комнате была зафиксирована цепочка из трех удлинителей, ведущая к возможному перегреву проводки. Немаловажная проблема тотальной нехватки места, из-за которой коридоры (пути эвакуации) захламляются мебелью и коробками.

Для оценки ситуации, был проведён осмотр общежития, в ходе которого было выявлено несколько типовых для общежитий нарушений: лестничные клетки заставлены мебелью, запасные выходы закрыты на замки (ключи — «на вахте»), а двери захламлены вещами, мешающими эвакуации и в случае чего проносу носилок. В комнатах найдены самодельные обогреватели, включенные в небезопасные тройники, и провода под коврами. Датчики дыма закрыты полиэтиленовыми пакетами, чтобы не срабатывали от пара и плиток, это лишает шансов на сигнал при реальном пожаре.

Исходя из проведённого осмотра, было решено провести опрос студентов (рисунок 1), чтобы узнать причины, таких опасных решений в их комнатах. Опрошено 50 жильцов (студентов), что выявило три модели поведения: «физиологическая необходимость» - студенты знают о риске, но вынуждены греть комнату обогревателями из-за холода, «иллюзия неуязвимости» - уверенность, что беда случится с кем угодно, только не с ними, «нигилизм» - правила игнорируются из-за формальных проверок и чувства безнаказанности.

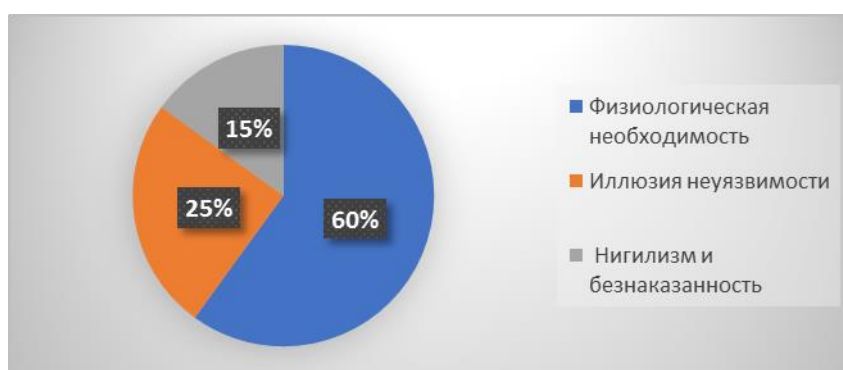


Рис. 1. Результаты опроса

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что простые запреты бесполезны. Нужен комплекс мер: капремонт сетей, установка достаточного числа розеток и мощных плит в кухнях, чтобы отпала нужда в «кустарщине». Дымовые датчики с GSM-модулем (сигнал на пульт), которые нельзя «заклеить». Фотофиксация нарушений с быстрым выносом вещей из коридоров и реальными взысканиями. Кроме того, В.Д. Тимофеев в своей статье рекомендует «В ходе занятий следует акцентировать внимание на практических действиях и прорабатывать навыки поведения при пожаре» [1].

Стоит помнить, что общежитие — это система, где холод толкает на использование обогревателей, а отсутствие розеток — к перегрузке сети. Пока вузы подходят к безопасности формально, ситуация не изменится. Только создав комфортные условия и внедрив практическую систему обучения, можно превратить студента из фактора риска в гаранта собственной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимофеев, В. Д. Актуальность исследований уровня осведомленности студентов, проживающих в общежитии, о пожарной безопасности / В. Д. Тимофеев // Пожаровзрывобезопасность. 2020. Т. 29, № 1. С. 69-77.

УДК 614.811:502.175

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОЖАРОВ ЗДАНИЙ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

Шевченко Е.А. (ПБ-1-23)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБиЗЧС Голубева С.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Ключевой проблемой, связанной с последствиями пожаров в частном секторе, является недостаточное внимание к остаточному экологическому ущербу. Разработка и внедрение методов правильной ликвидации последствий таких пожаров является важной задачей на пути к снижению ущерба от данной категории возгораний.

Ключевые слова: пожары в частном секторе, постпожарный мониторинг, вторичный источник загрязнения

Согласно данным МЧС России, большинство случаев пожара зафиксировано в частном жилом секторе и дачных объектах (29,5% и 45% соответственно) [1]. Существует множество исследований, посвященных выявлению причин, а также социальных и экономических последствий данной тенденции. Однако остается проблема недостаточного внимания к экологическим последствиям таких пожаров по сравнению с промышленными авариями. Целью данной работы является выявление основных источников экологического ущерба при пожарах в частном секторе и предложить меры по его снижению.

Пожары в частном жилом секторе, где сосредоточено большое количество современных строительных и отделочных материалов, мебели и бытовых вещей, являются мощным источником сложной смеси загрязняющих веществ. Эти выбросы представляют собой прямую угрозу не только для жизни и здоровья жильцов и пожарных, но и для состояния окружающей среды. Загрязнение носит комплексный характер и включает в себя несколько ключевых групп высокотоксичных соединений.

Наиболее опасной и немедленно действующей группой являются токсичные продукты неполного сгорания и пиролиза. Угарный газ (СО) – бесцветный газ без запаха, который, связываясь с гемоглобином крови, вызывает острое кислородное голодание и является основной причиной смертельных отравлений при пожарах. Одновременно в воздух выделяется огромное количество твердых частиц сажи. Эти частицы, особенно мелкодисперсные фракции PM2.5 и PM10, несут на своей поверхности адсорбированные токсичные органические соединения, глубоко проникают в дыхательную систему и способны провоцировать серьезные респираторные и сердечно-сосудистые заболевания. Особую опасность представляют диоксины и фураны – сверхтоксичные соединения, образующиеся при горении хлорсодержащих материалов, таких как ПВХ. Эти вещества обладают чрезвычайной устойчивостью в окружающей среде, способностью накапливаться в живых организмах и оказывать канцерогенное и эндокринно-разрушающее действие даже в мизерных концентрациях. Летучие органические соединения (ЛОС) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), такие как формальдегид, акролеин, бензол и бензпирен, выделяющиеся при сгорании древесины, пластиков и синтетических наполнителей мебели, многие из которых являются подтвержденными канцерогенами и раздражителями [2].

После ликвидации огня начинается фаза вторичного загрязнения литосферы и гидросферы. Почва и грунтовые воды в зоне пожара подвергаются загрязнению остатками пожаротушающих веществ и продуктами выщелачивания. Химические огнетушащие пены, особенно содержащие ПФАС, а также загрязненная вода с токсичной золой, проникают в грунт, создавая долговременные очаги загрязнения, способные мигрировать в водоносные горизонты. Примерные сроки выведения по полураспада опасных веществ приведены в таблице 1 [3]. Дождевые воды вымывают из золы тяжелые металлы (свинец, хром), цианиды, фенолы и другие опасные соединения. Экологический след возгорания включает в себя масштабные выбросы твердых частиц и газов, а также формирование локальных очагов химического загрязнения, требующих специальных мер по ремедиации и утилизации отходов как опасных.

Таблица 1

Сроки выведения опасных веществ из почвы

Группа загрязнителей	Типичные представители (источник)	Период полураспада / Активная фаза	Ориентировочный срок полного выведения до фона
Тяжелые металлы	Свинец (Pb), Кадмий (Cd), Ртуть (Hg), Цинк	Практически бесконечен (в	Десятки / сотни лет (меняется форма,

	(Zn) (от красок, аккумуляторов, проводов)	геохимическом смысле)	но элемент остается)
Высокомолекулярные ПАУ	Бенз(а)пирен (канцероген), Перилен (горение пластика, ДСП, синтетики)	2 – 6 лет	20 – 40 лет
Низкомолекулярные ПАУ	Нафталин, Фенантрен (неполное сгорание дерева, синтетики)	3 месяца – 2 года	5 – 10 лет
Хлорорганические соединения	Диоксины, Фураны, ПХБ (горение ПВХ, электроны, изоляции)	10 – 15 лет	25 – 100 лет (самые опасные и стойкие)
Минеральные соли и зола	Карбонаты, Оксиды металлов (щелочные компоненты)	1 – 3 года (период "засоления")	5 – 10 лет (вымывание осадками)

Экологическое воздействие пожара в частном доме носит точечный характер экстремально высокого загрязнения. Исследования показывают максимальные уровни загрязнения в эпицентре, с быстрым спадом по мере удаления. Огороды и сады, где осевшие из атмосферы токсичные частицы и продукты вымывания из золы приводят к загрязнению почвы в выращиваемых культурах, создавая прямой путь попадания токсинов в пищу человека. Серьёзную угрозу представляют неглубокие колодцы и малые водоёмы, которые загрязняются стоками и становятся непригодными для использования. Устойчивые загрязнители накапливаются в верхнем слое почвы, формируя постоянный источник вторичного загрязнения. Это приводит к глубокой деградации почвенного покрова: потеря органического вещества, гибель почвенной микрофлоры и фауны, нарушение структуры и снижение плодородия. Действующие протоколы ликвидации последствий пожаров в частном секторе России сфокусированы на тушении и расчистке, однако экологический аспект системно игнорируется, что ведёт к долгосрочному ущербу для окружающей среды. Выделяются три ключевых недостатка.

Первая: отсутствие обязательной экологической оценки после тушения. Службы МЧС не проводят стандартизированного отбора проб почвы, воды или воздуха на содержание токсичных продуктов горения [4]. Вторая: несанкционированная утилизация обломков. Владельцы часто сжигают или захоранивают остатки на месте, превращая участок в источник вторичного загрязнения. Третья: загрязнённый пепел, зола и пожарные стоки, концентрирующие яды, обычно вывозятся как обычный мусор на полигоны ТКО, откуда загрязнители мигрируют в почву и воду.

Для минимизации ущерба необходим комплекс мер. Внедрение экологического постмониторинга, как это практикуется при оценке последствий лесных пожаров; ввести обязательную отдельную утилизацию источников загрязнения и их фракции для обезвреживания на специализированных предприятиях; информирование населения через МЧС и местные администрации с целью разъяснения риска контакта с золой и сажой, а также правила без-

опасной консервации места пожара до приезда специалистов; разработка ведомственных методических рекомендаций для МЧС и органов местного самоуправления, предлагающих единый алгоритм экологически безопасных действий [5].

В заключении, пожары в частном секторе — не только угроза жизни и имуществу, но и локальный источник экологического загрязнения. Необходим системный подход, сочетающий профилактику, ликвидацию и постпожарную реабилитацию. Повышение экологической грамотности населения и служб реагирования — ключ к снижению ущерба.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МЧС России. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2024 г. Москва, 2025.
2. Weber, R., & Kuch, B. (2003). Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. *Environment International*, 29(6), 699-710.
3. Alloway, B. J. (Ed.). (2013). *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability* (3rd ed.). Springer.
4. Коваленко, Ю.Ю., Смирнов, А.Д., Петров, В.И. (2020). Анализ экологических последствий пожаров и вопросы посткризисного мониторинга территорий. // *Пожаровзрывобезопасность*.
5. Сидоров, А.В. (2019). Совершенствование организационно-технических мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами. Дис. ... канд. техн. наук. АГЗ МЧС России.

УДК 614.841.13

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДРЕВЕСИНЫ, ПРОПИТАННОЙ АММОНИЕМ ТЕТРАБОРНОКИСЛЫМ 4-ВОДНЫМ

Шугаева А.Р. (МИ-22)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТБ Мельников Н.О.
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Инженерный химико-технологический факультет

В работе исследована огнезащитная эффективность аммония тетраборнокислого 4-водного. Установлено, что увеличение общего поглощения антипирена сопровождается снижением потери массы образцов при огневом воздействии, что свидетельствует о повышении огнезащитного действия состава. По результатам термического анализа установлено, что у древесины, пропитанной аммонием тетраборнокислым 4-водным при различных поглощениях, увеличивается выход углистого остатка.

Ключевые слова: антипирен, огнезащитная эффективность, защита древесины, термический анализ.

Древесина остаётся одним из наиболее востребованных конструкционных материалов, но высокая горючесть ограничивает её применение. Для сниже-

ния горючести древесину обрабатывают антипиренами, изучение механизма действия которых является весьма актуальной задачей для разработки высокоэффективных средств.

В данной работе исследована огнезащитная эффективность по ГОСТ 30028.3-2022 [1] аммония тетраборнокислого 4-водного $((\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ и проведён термический анализ древесины по методике, подробно описанной в работах [2,3], пропитанной данным антипиреном с различными общими поглощениями.

На рис. 1 представлен график зависимости потери массы образцов от общего поглощения антипирена.

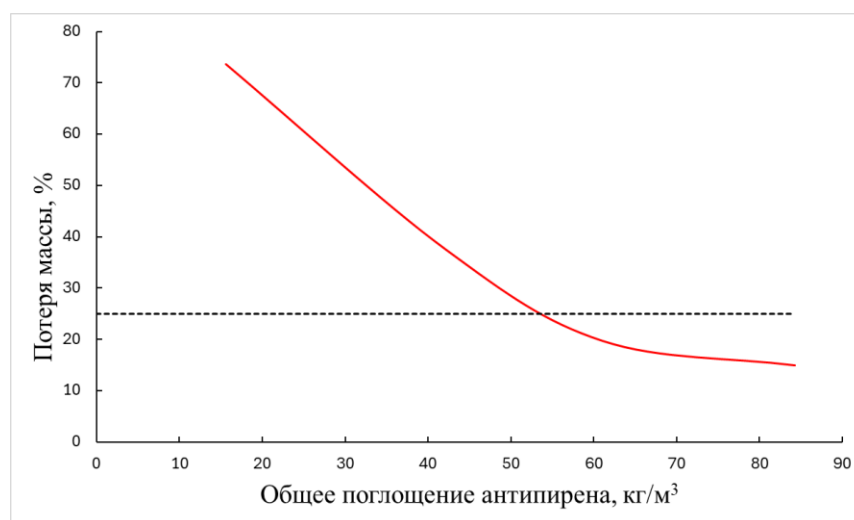


Рис. 1. График зависимости потери массы образца (%) от общего поглощения антипирена (кг/м³)

В соответствии с графиком аммоний тетраборнокислый 4-водный обеспечивает потерю массы 25% при общем поглощении 55 кг/м³ и в соответствии с ГОСТ 30028.3-2022 имеет III класс огнезащитной эффективности.

Методами ДТА получены зависимости потери массы (ТГ-кривые) и скорости потери массы (ДТГ-кривые) от температуры как исходной не пропитанной древесины, так и огнезащитной исследуемым антипиреном. На рис. 2 представлены совмещенные ТГ и ДТГ-кривые исходной древесины и образцов, пропитанных аммонием тетраборнокислым 4-водным, с различными поглощениями.

Разложение непропитанной древесины (на графиках обозначено «0 кг/м³») характеризуется тремя основными стадиями. На первом этапе при температуре в среднем 100 °С происходит потеря приблизительно 8 % массы, связанная с выделением содержащейся влаги в образце. Основная стадия интенсивного терморазложения происходит в интервале 180-360 °С и сопровождается максимумом скорости потери массы (3,2 %/мин) при температуре около 315 °С. На третьей стадии происходит сгорание углистого остатка с полной потерей массы до 700 °С.

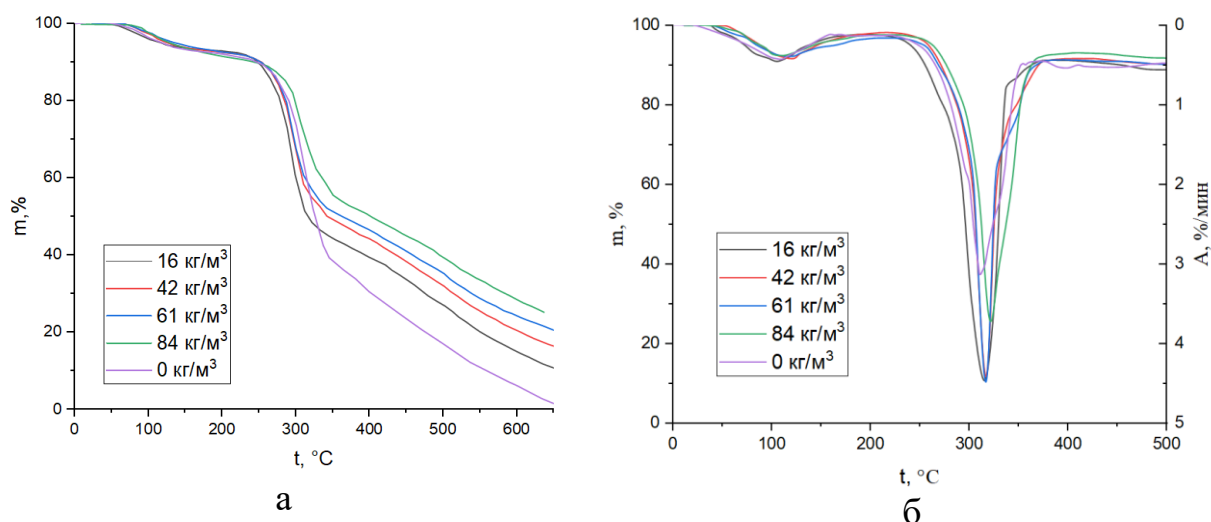


Рис. 2. Кривые ТГ(а) и ДТГ(б) древесины, пропитанной аммонием тетраборнокислым 4-водным

Для образцов, пропитанных аммонием тетраборнокислым 4-водным, смещение пика основной стадии разложения не наблюдается, и он совпадает с не пропитанной древесиной. При этом наблюдается увеличение выхода углистого остатка, который пропорционален общему поглощению антипирена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 30028.3-2022 Средства защитные для древесины. Экспресс-метод определения огнезащитной эффективности. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/786/78619.pdf> (дата обращения: 30.03.2026).
2. Колесова В.Ю. Термоанализ древесины, пропитанной диаммонийфосфатом и карбамидом / В.Ю. Колесова, Н.М. Бедило, Н.О. Мельников // Успехи в химии и химической технологии. 2023. Т. 37, № 10(272). С. 72-75.
3. Мельников Н. Влияние антипиренов на термическое разложение древесины / Н. Мельников, Н.И. Акинин // Химическая промышленность сегодня. 2022. № 5. С. 52-57.

УДК 504.064.2

ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ НА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

Юсупова А.А. (2ИЗ01)

Научный руководитель — к.х.н., доц. кафедры ХИЭС Осипова В.Ю.
Казанский Государственный Архитектурно-Строительный Университет
Институт строительных технологий и инженерно-экологических систем

В статье рассмотрена проблема загрязнения атмосферы выбросами оксидов серы, азота и сероводорода, образующихся при сжигании газов, а также индивидуальные средства защиты от воздействия загрязняющих веществ.

Ключевые слова: воздействие загрязнителей, опасные производственные факторы, сероводород (H_2S), средства защиты.

Нефтегазовая отрасль оказывает негативное влияние на окружающую природную среду. Проблема загрязнения атмосферного воздуха, при добыче и транспортировке газа, является одной из главных экологических проблем современности.

Основными источниками газовой выделения являются установки комплексной подготовки газа (УКПГ), скважины в период их продувки, оборудование устья скважин и неисправные внутренние трубопроводы. Утечки газов на УКПГ являются наиболее опасным источником вредных выбросов. К ним относятся углеводороды, метан, самые опасные – меркаптаны и сероводород. Эти источники складываются из: утечек через неплотности в запорной арматуре, отдувки скважин, работы установок очистки промышленных стоков, сжигания конденсата и метанольной воды в амбарах, работ по исследованию скважин, перекачек метанола насосами и сжиганием на факелах.

Установка аминовой очистки кислых газов является опасным производственным объектом ввиду нескольких причин: эксплуатация оборудования осуществляется под большим давлением и высоких температурах; в ходе движения газов и жидкостей по металлическим трубопроводам возникают электрические заряды; некоторые аппараты обслуживания установки находятся на большой высоте; газы и жидкости, задействованные в работе данной установки имеют в своем составе опасные химические вещества.

Сероводород - сильный нервный яд, летальный исход наблюдается от остановки работы легких. Сильный раздражитель. Слабая кислота сероводорода при попадании на эпидермис порождает покраснение и экзему. Концентрация H_2S в 100 ppm приводит к утрате обоняния через несколько минут и определенному физиологическому недомоганию. Концентрация свыше 500 ppm приводит к потере сознания достаточно стремительно (меньше 30 минут влияния) и способна послужить причиной летального исхода, если не прибьет помощь со стороны. Концентрация более 1000 ppm - смертельна из-за моментального паралича дыхательной системы [1].

На предприятии существует система оповещения о утечке сероводорода при концентрации в 4 ppm. А также каждый работник обязан иметь при себе переносной компактный газоанализатор.

Для защиты работающих от вредных и опасных производственных факторов воздействие которых может произойти вследствие специфических физико-химических свойств соединений серы и других вредных и агрессивных веществ используются средства коллективной и индивидуальной защиты включающие приточную и вытяжную вентиляцию, систему кондиционирования воздуха, связь оповещения, телефонную связь радиосвязь, имеется стационарная, переносные и транковые радиостанции, извещатели, датчики сигнализации, газоанализаторы сероводорода (H_2S), спецодежда, спецобувь, каска, очки, средства защиты органов дыхания (Drager).

Драгер (Drager) – дыхательный аппарат сжатого воздуха с перегрузочной автоматикой избыточного давления. Состоит из следующих узлов: несущий каркас с ремнями (сумка); редуктор давления с акустической сигнализацией

– сигнал минимального давления; остаточного воздуха; баллон сжатого воздуха емкостью: 2л; 3л; 7л; 6,8л или 9л; управляемое дыхание дозирующее устройство (дозирующий автомат); респираторная маска (капюшон). Аппарат представляет собой не зависящий от окружающего воздуха респираторный прибор с автоматической дозировкой подачи воздуха [2].

Лица, находящиеся в зоне действующего оборудования, должны быть в спецодежде, спецобуви, каске, очках и иметь при себе газоанализатор H_2S и дыхательный аппарат.

Таким образом, для минимизации рисков на предприятии внедрена многоуровневая система защиты, включающая средства коллективной и индивидуальной защиты. Ключевыми элементами являются стационарные газоанализаторы с порогом срабатывания 4 ppm, переносные газоанализаторы у каждого работника, а также автономные дыхательные аппараты Drager, обеспечивающие подачу воздуха независимо от окружающей среды. Обязательное использование спецодежды, касок, очков и дыхательных аппаратов персоналом, находящимся в зоне действующего оборудования, является необходимым условием безопасной работы в условиях потенциальной угрозы отравления сероводородом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитренко В. П. Экологическая безопасность в техносфере: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. - 2-е изд., стер. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2022. 522 с.
2. Каврига С.Г. Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения : учеб. пособие / С.Г. Каврига, В. М. Макаров. Железногорск: Сиб. пожарно-спасательная акад. ГПС МЧС России, 2020. 532 с.

УДК 697.911

ВЛИЯНИЕ ТИПА КОНДЕНСАТОРА НА ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Ал Джожо Ф., аспирант кафедры ТГВ
 Научный руководитель — к.т.н., зав. кафедрой ТГВ Зеленцов Д.В.
 Самарский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются водяные и воздушные конденсаторы в двухступенчатой абсорбционной холодильной машине (ДАБХМ). Установлено, что водяные конденсаторы превосходят воздушные с термодинамической точки зрения; однако их использование оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Воздушные конденсаторы, с другой стороны, не требуют градирни, что делает их более экологичными. Однако их термодинамические характеристики низки из-за зависимости от колебаний температуры сухого термометра. Мы обнаружили, что даже незначительное снижение температуры конденсации на 1°C может привести к кристаллизации внутри установки, что требует точного контроля температуры для предотвращения этого процесса и обеспечения надежной работы ДАБХМ.

Ключевые слова: двухступенчатая абсорбционная холодильная машина, раствор бромида лития - вода, кристаллизация, водяной конденсатор, воздушный конденсатор.

Двухступенчатая абсорбционная холодильная машина (ДАБХМ), показанная на рис. 1, является одним из лучших устройств, используемых для обеспечения требований к кондиционированию воздуха и охлаждению. В своей работе она использует специальные растворы, и раствор бромид лития-воды считается одним из наиболее часто используемых.

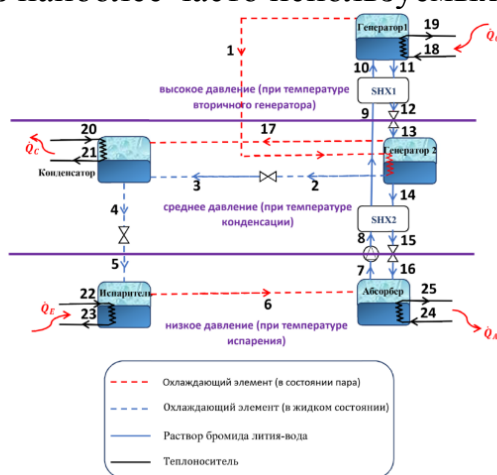


Рис. 1. Двухступенчатая абсорбционная холодильная машина [1]

Одним из недостатков использования этого раствора является то, что бромид лития считается твердым веществом, то есть при увеличении его концентрации в растворе происходит кристаллизация. Следует отметить, что

конденсатор считается одним из наиболее кристаллизующихся элементов в машине [2].

Работа водяного конденсатора зависит от температуры влажного воздуха (температуры мокрого термометра), которая характеризуется меньшими колебаниями, чем сухого воздуха, что делает его термодинамически более эффективным. Однако его работа основана на испарительной градирне и, следовательно, приводит к большим потерям воды, что отрицательно сказывается на окружающей среде. Что касается воздушного конденсатора, то для его работы не требуется использование испарительной градирни, и, следовательно, это лучше для окружающей среды. Однако, как уже упоминалось, его работа зависит от нестабильной температуры сухого воздуха. Мы отмечаем (как на следующем рис. 2, который отображает программу обнаружения кристаллизации в ДАБХМ), что при снижении температуры конденсации на один градус Цельсия кристаллизация происходит в ДАБХМ.

Анализатор кристаллизации в двухступенчатой абсорбционной холодильной машине

Исходные данные

Температура водяного пара после испарителя T6 [°C]: 15

Температура воды после конденсатора T4 [°C]: 39

Холодопроизводительность Q [кВт]: 500

Анализировать текущую температуру

Результаты для текущей температуры

Температура: 153.0 °C

Концентрация после абсорбера X7: 51.08%

Концентрация после главного генератора X11: 58.65%

Концентрация после вторичного генератора X14: 67.07%

Тепловой поток в главном генераторе: 312.64 кВт

Расход раствора в главном генераторе: 0.7729 кг/с

Эффективность охладения (EER): 1.599

Зоны кристаллизации

Кристаллизация происходит в: Вторичном генераторе

Рис. 2. Проверка на кристаллизацию [3]

В заключение следует отметить, что двухступенчатые абсорбционные холодильные машины с использованием раствора бромида лития-воды и воздушного конденсатора являются эффективным вариантом для систем кондиционирования воздуха. Однако они требуют тщательного контроля температурного режима для предотвращения кристаллизации и обеспечения надежной работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ал Джожо Ф. Предотвращение кристаллизации раствора бромида лития - вода в двухступенчатой абсорбционной холодильной машине / Ф.Ал Джожо, Д.В. Зеленцов // Промышленная энергетика. 2025. № 12. С. 47-53.
2. Garousi Farshi, L. Analysis of crystallization risk in double effect absorption refrigeration systems / L. Garousi Farshi, S.M. Seyed Mahmoudi, M.A. Rosen // Applied Thermal Engineering. 2011. С. 1712-1717.
3. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ 2025688044 РФ. Анализатор кристаллизации в двухступенчатой абсорбционной холодильной машине / Зеленцов Данила Владимирович, Ал Джожо Ферас, Камальдинова Зульфия Фаисовна, ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет – 2025686794, заявл. 07.10.2025; опубл. 16.10.2025.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ Г. ВОЛГОГРАД

Алимбеков М.Р., Бондарев Е.Д., Киреев Р.А. (ТГВ-1-22)
Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Кондауров П.П.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассмотрено состояние тепловых сетей г. Волгограда с точки зрения износа и аварийности.

Ключевые слова: теплоснабжение, тепловые сети, износ, Волгоград, аварийность, модернизация.

Система централизованного теплоснабжения является ключевым элементом городской инфраструктуры, обеспечивающим комфорт и безопасность городского населения в холодный период. В России значительная часть тепловых сетей была построена в советский период и эксплуатируется более нормативного срока, что приводит к повышенному уровню износа, частым авариям и потерям теплоты в транспортировке. Этот эффект наблюдается и в Волгограде — одном из крупных промышленных центров Юга России [1, 2].

Актуальные данные свидетельствуют о высокой степени износа инфраструктуры:

➤ Износ теплоснабжения в Волгограде и регионе оценивается примерно в 62 % по состоянию на 2024 г. [1].

➤ В ряде микрорайонов города тепловые сети, проложенные более 50 лет, требуют капитального ремонта [3].

➤ Отмечены случаи частых аварий и отключений отопления и горячей воды при резких перепадах нагрузок на изношенные участки [2].

Для анализа надежности используется показатель интенсивности повреждений (удельной аварийности):

$$A = \frac{N}{L}$$

где A — аварийность, аварий/км·год;

N — число аварий за год;

L — протяженность сетей, км.

С учетом старения трубопроводов аварийность можно оценить по зависимости [4]:

$$A = A_0 \cdot \left(1 + \alpha \cdot \frac{I}{100}\right)$$

где $A_0 = 0,2$ — базовая аварийность;

I — износ, %;

$\alpha = 2,5$ — коэффициент старения.

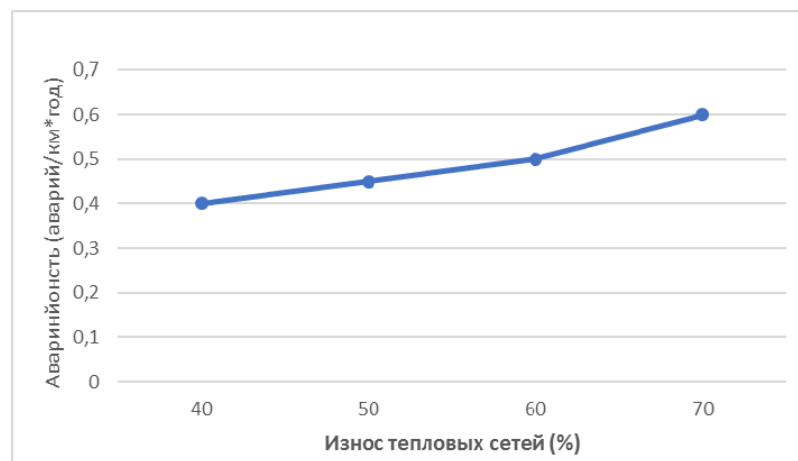


Рис. 1. Зависимость удельной аварийности от износа тепловой сети

На основании анализа зависимости аварийности от степени износа тепловых сетей (рис. 1) можно сделать вывод, что для города Волгограда удельная аварийность достигает примерно 0,5 аварий/км·год. При протяженности сетей около 1040 км это соответствует общему числу аварий порядка 500–550 в год. Это подтверждает, что система теплоснабжения находится в зоне повышенного эксплуатационного риска. В связи с этим модернизация тепловых сетей и внедрение современных технологий являются необходимыми условиями повышения надежности теплоснабжения города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Изношены, но не сломаны: что делать с коммунальными сетями в Волгограде // Новости Волгограда. 2024. 11 апреля. Режим доступа: <https://novostivolgograda/news/2024-04-11/iznosheny-no-ne-slomany-cto-delat-s-kommunalnymi-setyami-v-volgograde-5052913> (Дата обращения 28.02.2026).
2. О критическом состоянии сетей тепло- и водоснабжения в Волгограде // Блокнот Волгоград. 2025. Режим доступа: <https://bloknot-volgograd.ru/news/o-kriticheskom-sostoyanii-setey-teplo-i-vodosnabzh-1859674> (Дата обращения 28.02.2026).
3. В Центральном районе Волгограда меняют 300 метров теплосети // МТВ.Онлайн. - 2024. Режим доступа: <https://xn--b1ats.xn--80asehdb/feed/kommunalka/v-tsentrlnom-rayone-volgograda-menyayut-300-metrov-teploseti-8262782515.html> (Дата обращения 28.02.2026).
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебное пособие / Е.Я. Соколов. Москва: Издательство «Энергоатомиздат», 2018. 256 с.

УДК 622.691.4

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ Г. ВОЛГОГРАДА

Алимбеков М.Р., Бондарев Е.Д., Киреев Р.А. (ТГВ-1-22)
 Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Ефремова Т.В.
 Волгоградский государственный технический университет
 Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются актуальные вопросы обеспечения надежного газоснабжения сельских населенных пунктов в пригородной зоне г. Волгограда.

Ключевые слова: газоснабжение, сельские территории, надежность, Волгоград, газификация, газораспределительные пункты.

Волгоградская область является крупным потребителем природного газа, который используется как для коммунально-бытовых нужд населения, так и для промышленного производства. Активное строительство городских газопроводов в г. Волгограде наблюдалось в 60-70х годах прошлого столетия.

В последние годы фиксируется активный процесс газификации сельских территорий, входящих в состав городского округа г. Волгограда (в частности, отдаленные поселки Советского, Кировского, Красноармейского районов). Темпы подключения новых абонентов опережают темпы обновления существующей инфраструктуры. В этих условиях обеспечение надежности газоснабжения в условиях растущей нагрузки приобретает первостепенное значение. При реализации Программы газификации строительно-монтажные и газораспределительные организации сталкиваются с рядом проблем, требующих оперативного решения:

- Значительная часть существующих распределительных газопроводов в черте города проложена более 30-40 лет назад. Нормативный срок эксплуатации стальных подземных газопроводов составляет 30 лет. Газопроводы со сроком службы, превышающим нормативные значения, подлежат технической диагностике. Дальнейшая эксплуатация без диагностирования ведет к росту числа утечек газа и аварийных отключений.

- Значительная часть пунктов редуцирования газа (ПРГ) в некоторых поселках (Горная Поляна, Гумрак, Водный) оснащены физически устаревшими регуляторами, которые не обеспечивают требуемой точности поддержания выходного давления и не позволяют организовать систему дистанционного контроля.

- Удаленность поселковых газораспределительных сетей от центральных аварийно-диспетчерских служб г. Волгограда увеличивает время реагирования на инциденты и затрудняет проведение планового технического диагностирования.

Для преодоления существующих проблем и обеспечения газоснабжения сельских территорий Волгограда, входящих в Программы газификации и догазификации, необходима реализация комплекса мер технического и организационного характера:

- замена старых изношенных стальных газопроводов на полиэтиленовые;
- замена устаревшего оборудования ПРГ на современные комбинированные регуляторы с высокой пропускной способностью;
- замена тупиковых схем газоснабжения на кольцевые и комбинированные путем устройства перемычек между соседними поселками и районами, что

позволит перераспределять потоки газа в случае аварии на одном из направлений подачи газа, обеспечивая резервирование поставок потребителям.

– применение современных методов диагностирования (внутритрубные инспекционные снаряды, акустические течеискатели), что позволит перейти от планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по фактическому состоянию.

Главной проблемой для сельских территорий г. Волгограда остается высокая степень износа основных газопроводов и недостаточное резервирование сетей. Основными факторами для решения проблем являются тотальные замены устаревших стальных газопроводов на полиэтиленовые, имеющие ряд неоспоримых преимуществ, цифровизация процессов управления газоснабжением и применение кольцевых и комбинированных схем газоснабжения. Реализация данных мероприятий позволит не только снизить аварийность, но и создать запас мощности для дальнейшего развития жилищного строительства в г. Волгограде, что соответствует целям устойчивого развития региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Как внедрить автономную газификацию в сельском хозяйстве // GTS-Avtonom. 2025.
2. Патракова С.С. Актуальность и проблемы газификации сельских территорий Вологодской области в оценках населения // Проблемы развития территорий. 2021. № 5. С. 27-43.
3. Итоги реализации Программы развития газоснабжения и газификации регионов РФ ПАО «Газпром» // Газпром газораспределение Сибирь. 2026.
4. Краснов В.И. Повышение эффективности и надежности эксплуатации систем газоснабжения // Газовая промышленность. 2021. № 4. С. 42-47.
5. Отчет о техническом состоянии газораспределительных сетей г. Волгограда за 2023 год / АО «Волгоградгоргаз». Волгоград, 2024.

УДК 621.182

К ВОПРОСУ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ИЗ НАРУЖНОЙ ЧАСТИ ГОРОДСКОЙ ТЕПЛОСЕТИ

Болдырева С.В. (ГЗ-133), Мишенин С.С. (ГЗ-131), Лямцева А.С. (ГЗ-133)

Научный руководитель — д.с.-х.н., проф. кафедры ТБ Зубов А.Р.

Луганский государственный университет имени В. Даля

Институт гражданской защиты

Представлены результаты замеров температуры неутепленных участков наружных теплосетей населенного пункта. Получены косвенные данные о непродуктивных потерях тепла вследствие снижения температуры поверхности труб, подающих и отводящих теплоноситель. Показано значение утепляющего покрытия для снижения потерь тепла

Ключевые слова: теплосеть, теплоноситель, градиент температуры, потери тепла

Введение. Невозможно переоценить значение теплоснабжения домов и квартир населения, не имеющих автономные системы отопления. Поэтому создание системы теплоснабжения, включающей котельные, подводящую и отводящую сеть трубопроводов, внутреннюю разводку, арматуру и разные сооружения, является одним из важнейших компонентов градостроительства. Действующим основным нормативным документом по проектированию тепловых сетей является актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 [1]).

Подводящая и отводящая сеть состоит из участков, расположенных как на поверхности земли, так и под ней. Открытые участки должны иметь утепление, но как показали наблюдения, это не всегда так. Поэтому целью наших исследований стала оценка потерь тепла из труб. Методические подходы к нормированию потерь тепла детально изложены в пособии [2]. Местом проведения исследований стала западная часть Луганска - шахтерский поселок Юбилейный (рис. 1).



Рис. 1. Территория исследований на карте Луганска: 1, 2, 3 – изучаемые участки труб

Объектами исследований стали участки теплосети №№1, 2 и 3 (см. рис. 1) длиной соответственно 38, 99 и 72 м без защитного покрытия. Измерялась температура поверхности подводящей и отводящей труб с помощью инфракрасного термометра (пирометра) в их крайних точках. Наиболее полно измерения проводились на участке №1 (рис. 2, таблица 1).

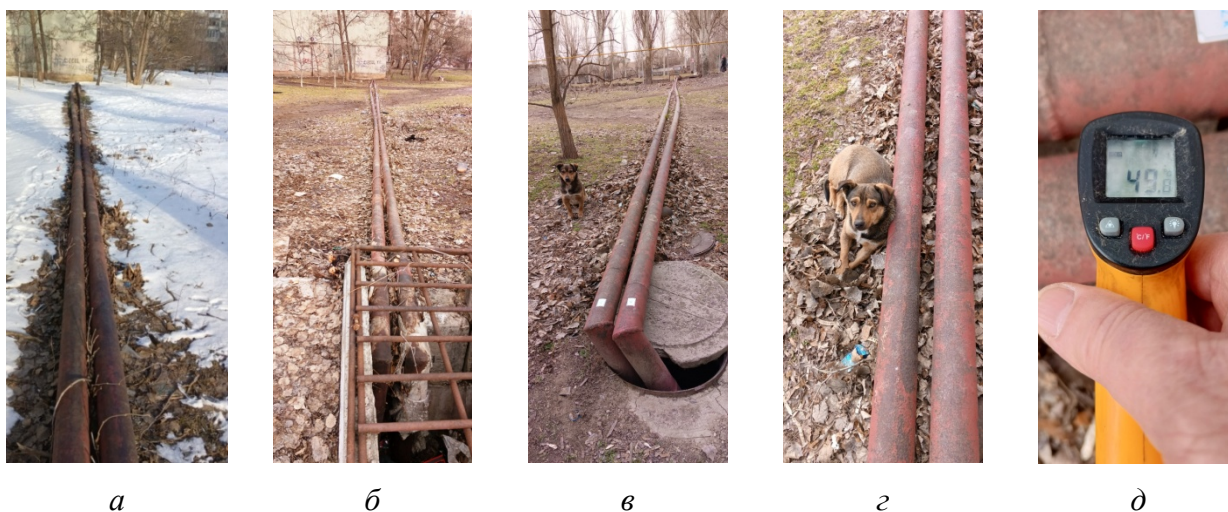


Рис. 2. Объект №1: а) снег, тающий в мороз; б, в) – начало и конец подающей трубы, г) – и непродуктивные потери могут быть полезны; д) – процесс измерения пирометром

Таблица 1

Результаты расчета продуктивного расхода тепла и его непродуктивных потерь

Дата	Температура воздуха и поверхности трубы, °С							Расход теп- ла, °С		Потеря тепла, °С/%
	Воздух	Подающая			Отводящая			Во всем контуре	В до- ме	
		Нач.	Кон.	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	Нач.	Кон.	$\Delta t^{\circ}\text{C}$			
22.02	-10,0	63,7	59,5	4,2	45,7	42,3	3,4	21,4	13,8	7,6/35,5
9.03	+5,0	52,1	50,5	1,6	41,7	39,3	2,4	12,8	8,8	4,0/31,3
22.03	+3,3	42,7	39,6	3,1	33,1	31,7	1,4	11,0	6,5	4,5/40,0
28.03	+12,1	42,5	40,7	1,8	34,3	33	1,3	9,5	6,4	3,1/32,6
Среднее				2,7			2,1	13,7	8,9	4,8/34,5
Градиент потерь, тепла, °С/10 м				0,71			0,55			

Как видим, непродуктивные потери тепла варьируют от 31,3 до 40,0% и в среднем равны 34,5%, что выше нормативных (5–7%) в 5–7 раз. И это – на сравнительно коротком контуре, включающем две трубы общей длиной 76 м и отопительную систему пятиэтажки. Явно есть тренд роста потерь в при снижении температуры воздуха. Рассчитан градиент потерь тепла на подающей трубе, равный в среднем 0,71°С на 10 м ее длины и достигающий при $t = -10^{\circ}\text{C}$ значения 1,1°С/10 м.

Можно констатировать, что для населения наиболее ощутимы потери тепла на подающей трубе, из-за которых в их квартирах температура становится до 4,2°С ниже возможной. Косвенно отражаются на жильцах и потери на отводящих трубах, поскольку растут затраты энергии в котельных на подогрев теплоносителя. Поэтому работы на утепление труб, сравнительно небольшие, крайне важны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 74.13330.2023 «Тепловые сети».
2. Нормирование потерь в тепловых сетях: учеб. Пособие /С.А. Васильченко, В.И. Суздорф. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. 104 с.

УДК 621.548:332.8

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫБОРА НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С РЕГУЛИРУЕМЫМ НАПРАВЛЯЮЩИМ АППАРАТОМ

Бранспиз М.Ю. к.т.н., доцент кафедры «Прикладная математика»
Бранспиз Е.В. к.т.н., доцент кафедры «Лёгкая и пищевая промышленность»
Луганский государственный университет им. В. Даля

В работе изложены некоторые основные положения разработанной методики выбора параметров ветроэлектрической установки с вертикальной осью вращения колеса и

регулируемым направляющим аппаратом. Представлены некоторые основные геометрические параметры установки, определённые для номинального режима при среднегодовой скорости ветра 5,2 м/с и вырабатываемой электрической мощности 12,8 кВт. Предложенная установка малой мощности может применяться в качестве основного или дополнительного источника электроснабжения для удалённых объектов ЖКХ, промышленности, а также иных зданий и сооружений.

Ключевые слова: ветроэлектрическая установка, регулируемый направляющий аппарат, лопасть, выбор параметров, аэродинамический коэффициент.

Несмотря на относительно небольшую долю выработки электрической энергии в энергетическом балансе, приходящуюся на ветроэлектрические установки (ВЭУ), их применение в промышленности, быту и сфере ЖКХ позволяет несколько снизить нагрузку на тепловые электростанции, а также получить дополнительно некоторое практически бесплатное количество электроэнергии, что, кроме того, вносит положительный вклад в снижение антропогенного воздействия на экосферу планеты. Кроме того, в ряде случаев применение ВЭУ может быть безальтернативным для удалённых промышленных объектов и малонаселённых районов страны.

Среди большого разнообразия существующих конструкций ВЭУ, по мнению авторов, одной из перспективных является, представленная на рис. 1 [1] установка с вертикальной осью вращения ветроколеса с регулируемым направляющим аппаратом.



Рис. 1. Вертикальная ВЭУ с регулируемым направляющим аппаратом

Регулирование проходного сечения направляющего аппарата 2 в представленной схеме ВЭУ обеспечивает изменение угла входа воздушного потока на лопасти ветроколеса 1 в зависимости от скорости ветра, тем самым увеличивая общий аэродинамический КПД установки.

Приведём некоторые параметры ВЭУ, определяемые при проектировании вертикальной ВЭУ с регулируемым направляющим аппаратом.

Аэродинамическая мощность установки N_A

$$N_A = \frac{Gv^2}{2} = \frac{\rho F v^3}{2},$$

где G - массовый расход воздуха, проходящего через установку, F - эффективная площадь воздушного потока, v - скорость воздуха на входе в установку, ρ - плотность воздушного потока (в рамках выбора параметров может быть задана 1,15-1,23 кг/м³).

Электрическая мощность ВЭУ

$$N_E = K \cdot N_A = K \frac{\rho F v^3}{2},$$

где K - коэффициент использования энергии ветра; согласно теории Н.Е. Жуковского для идеального ветроколеса максимальное значение $K = 0,593$ [2, 3].

С повышением быстроходности ветроколеса значение K увеличивается в пределах 0,36-0,48 [2].

Средняя сила, действующая на лопасть ветроколеса

$$P_1 = C_X \frac{\rho F_1 (v - v)^2}{2},$$

где C_X - аэродинамический коэффициент лопасти, v - окружная скорость лопасти на среднем радиусе её вращения.

Среди основных параметров вертикальной ВЭУ с регулируемым направляющим аппаратом, выбранных для среднегодовой скорости ветра $v_{cp} = 5,2$ м/с на основании предложенной методики приведём следующие: электрическая мощность $N_E = 12,8$ кВт, ширина лопасти $B = 400$ мм, высота лопасти $H = 1200$ мм, площадь фронтальной проекции лопасти $F_L = 0,48$ м², расчётное число лопастей ветроколеса $n_L = 28$.

Вывод. Методика выбора параметров позволяет с приемлемой для инженерной практики точностью определить основные геометрические размеры вертикальной ВЭУ с регулируемым направляющим аппаратом, а также произвести предварительную оценку таких режимных параметров, как коэффициент использования энергии ветра, электрическая мощность генератора, частота вращения ротора и др. на номинальном режиме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вертикальные ветрогенераторы: сайт. Режим доступа: <https://ekopower.ru/vertikalnyie-vetroge-neratoryi/> (Дата обращения 01.03.2026).
2. Безруких, П.П. Ветроэнергетика: справ. пособие / П.П. Безруких. Москва: Энергия, 2010. 320 с. Текст: непосредственный.
3. Янсон, Р.А. Ветроустановки: учеб. пособие / Р.А. Янсон. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 37 с. Текст: непосредственный.

УДК 697.245:620.9

АНАЛИЗ ГАЗОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЧАСТНЫМ ДОМОМ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Гурьев О.А. (СМ-7-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Ковылин А.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Данный анализ посвящен исследованию закономерностей потребления природного газа в жилом доме площадью 101 м² и обоснованию экономической целесообразности перехода на альтернативные источники энергии в летний период. Особое внимание уделяется использованию солнечных панелей в сочетании с тепловыми насосами типа «воздух–вода» для обеспечения горячего водоснабжения (ГВС).

Ключевые слова: природный газ, энергоэффективность, солнечные панели.

Приведём помесечные данные расхода газа для жилого дома в течение одного года, расположенного в Волгоградской области.

Таблица 1

Ежемесячный расход и стоимость природного газа

Месяц	Расход газа, м ³ / месяц	стоимость 1 м ³ , руб	Оплата за газ, руб./ месяц
Январь	457	7,24913	3312,85
Февраль	578	7,24913	4190
Март	237	7,24913	1718,04
Апрель	170	7,24913	1232,35
Май	41	7,24913	297,21
Июнь	39	7,24913	282,72
Июль	28	8,01027	224,29
Август	33	8,01027	264,39
Сентябрь	120	8,01027	961,23
Октябрь	297	8,01027	2379,05
Ноябрь	382	8,01027	3060
Декабрь	733	8,01027	5871,53

Зимний период (декабрь–январь). Максимальное потребление газа достигает своего пика – 733 м³ в декабре и 457 м³ в январе. Такие объемы обусловлены необходимостью одновременного отопления дома и обеспечения горячего водоснабжения в условиях минимальных внешних температур.

Летний период (июнь–июль). Потребление газа снижается до минимальных значений – 39 м³ в июне и 28 м³ в июле. Это указывает на то, что газовый котёл работает исключительно в режиме подготовки горячей воды для хозяйственных нужд, отопление дома полностью отключено.

Межсезонье (сентябрь–октябрь). Наблюдается промежуточное потребление в диапазоне 120 – 237 м³, что свидетельствует о включении системы отопления при снижении температуры окружающей среды. Такой рост потребления в относительно теплые месяцы указывает на недостаточную теплоизоляцию ограждающих конструкций здания (стены, крыша, окна, двери).

На рис. 1 приведено графическое изображение расхода газа за год.

Если проанализировать динамику цен за указанный период, обнаруживается выраженный рост стоимости природного газа. К примеру, во 2-м полугодии цена за 1 м³ взлетела с 7,25 до 8,01 руб., что эквивалентно приросту в 10,5%. В силу этого поиск нетрадиционных источников энергии становится более оправданным финансово. В летние месяцы платежи за газ ограничиваются 250–300 руб. в месяц и покрывают исключительно нужды горячего во-

доснабжения жилища. Фактически эта сумма является тем объемом экономии, который можно получить, заменив газ альтернативами.

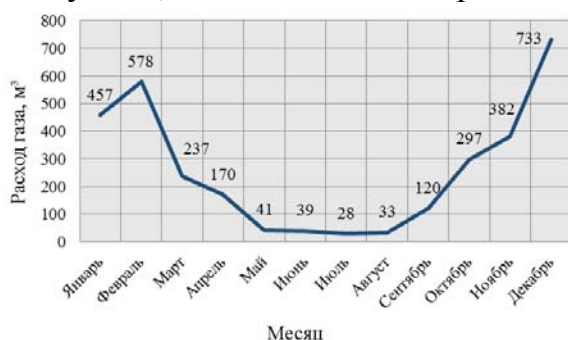


Рис. 1. Помесячный расход газа

Покажем, насколько обоснован переход на солнечную энергию в сочетании с тепловыми насосами. Для постройки площадью 101 м² рационально использовать солнечную фотоэлектрическую систему из 4–6 панелей на 500–550 Вт каждая. Это позволит получать 15–18 кВт·ч электроэнергии ежедневно — достаточно, чтобы в летний период обеспечивать работу теплового насоса. Упомянутые вопросы исследованы также в источниках [1–3]. Коэффициент производительности (*COP*) теплового насоса «воздух–вода» находится в пределах 4–5. Это означает, что на каждый киловатт потребляемой электроэнергии насос производит 4–5 кВт тепловой энергии. Такой высокий коэффициент преобразования обусловлен использованием естественного теплового потенциала окружающего воздуха.

В летний период для обеспечения горячего водоснабжения дома требуется 200–250 кВт·ч тепловой энергии в месяц. При использовании теплового насоса с *COP* 4–5 необходимый объем электроэнергии составит всего 50–60 кВт·ч в месяц.

Солнечные панели, установленные на крыше или в другом хорошо освещаемом месте, способны полностью покрыть эту потребность. При среднесуточной выработке 15–18 кВт·ч, месячная производительность системы составит 450–540 кВт·ч, что значительно превышает требуемые 50–60 кВт·ч. Переход на солнечную энергию с тепловым насосом обеспечит экономию в размере 2400–3000 рублей за летний сезон (май–август). Данный расчет основан на текущих тарифах на природный газ и предполагает полное замещение газового отопления ГВС альтернативным источником энергии в указанный период. Реализация проекта отличается простотой и не требует сложных инженерных решений. Тепловой насос: устанавливается моноблочный агрегат типа «воздух–вода» с интегрированным баком емкостью 100–150 литров непосредственно у наружной стены дома. Солнечные панели: размещаются на крыше или другой открытой поверхности с ориентацией на юг и подключаются через инвертор постоянного тока. Чтобы система работала эффективно, придется установить либо двухтарифный счётчик, либо специальное реле приоритета. Это устройство будет включать тепловой насос только днём, когда солнечные батареи активно вырабатывают ток. Такой подход позволяет

по максимуму использовать «зелёную» энергию и не тянуть электричество из общей сети по ночам.

Если посмотреть на график потребления газа, видно, что летом он нужен лишь для одного — горячего водоснабжения. Всё остальное оборудование в это время почти не работает. А учитывая, что газ за полгода подорожал сразу на 10,5%, искать ему замену становится не просто выгодно, а жизненно необходимо.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефремова, Т.В., Жамков Д.Ю. Планирование и проектирование системы газоснабжения сельского населенного пункта // Инженерный вестник Дона. 2024. № 7(115). С. 725-733.
2. Ефремова, Т.В., Харин И.А. Анализ выбора вида сжиженного газа при газоснабжении удаленных объектов // Вестник ВолГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2025. № 2(99). С. 103-112.
3. A. A. Freewan, R. N. T. Kan'an, Assessment of Energy Efficiency of Retrofitting Existing Residential Buildings Using Multiple Energy-Saving Measures, International Journal on Energy Conversion (IRECON), vol. 9 (4), p. 20276, 2021.

УДК 697.94

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В КОНТАКТНЫХ АППАРАТАХ СКВ И В

¹Жванский И.А. (ИИЭСМ-2-2)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТГВ ²Гвоздков А.Н.

¹НИУ Московский государственный строительный университет

²Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается вопрос оценки эффективности реализации различных по направленности процессов тепло - и влагообмена в контактных аппаратах систем кондиционирования воздуха и вентиляции. В результате проведенного анализа используемых методов и показателей эффективности установлена необходимость разработки термодинамического подхода при решении данного вопроса.

Ключевые слова: система кондиционирования воздуха, контактный аппарат, процессы тепло - и влагообмена, отношение Льюиса, коэффициент эффективности, NTU.

Повышение эффективности СКВ и В является комплексной задачей, решение которой определяется как поиском наиболее рациональных способов обработки воздуха, так и технологий реализации процессов тепло- и влагообмена (ТВО), протекающих в аппаратах поверхностного и контактного типа, входящих в состав центральных кондиционеров [1].

Одним из основных направлений оптимизации работы СКВ и В является разработка методологии энергетического анализа процессов обработки воз-

духа и оценки их термодинамической эффективности. В настоящее время для оценки эффективности процессов ТВО используется соотношение, часто называемое критерием или отношением Льюиса, в виде [2,3]:

$$\frac{Le = \alpha_t}{\alpha_d} = c_B$$

Данное отношение строго выполняется при реализации изоэнтальпийных процессов, что говорит о высокой термодинамической эффективности их протекания. В то же время, как показывают результаты многочисленных экспериментов различных авторов, в процессах с повышением и понижением энтальпии отношение Льюиса не выполняется и имеет сложную зависимость, не имеющую термодинамического обоснования, а его величина определяется только начальными условиями взаимодействия воздуха и воды [3]. Это усложняет возможность использования отношения Льюиса в качестве универсального показателя коэффициента эффективности процессов ТВО.

Следует отметить, что понятие «эффективность» процессов ТВО и способ ее количественной оценки в настоящее время не имеют четко определенного и однозначного смысла. Применительно к изоэнтальпийным процессам, протекающим в контактных аппаратах, задача в целом решена через адиабатический коэффициент эффективности [4], но ее решение не может быть перенесено на политропические процессы, реализуемые в контактных аппаратах:

$$E_a = (t_{c1} - t_{c2}) / (t_{c1} - t_{M1}) = 1 - (t_{c2} - t_{M2}) / (t_{c1} - t_{M1})$$

Поэтому в качестве характеристик эффективности политропических процессов тепло - и влагообмена используются [4,5]:

Коэффициент полного теплообмена E и универсальный коэффициент E' :

$$E = 1 - (t_{M2} - t_{в.к.}) / (t_{M1} - t_{в.н.})$$

и универсальный коэффициент E' :

$$E' = 1 - (t_{c2} - t_{M2}) / (t_{c1} - t_{M1})$$

где, $t_{в.н.}$, $t_{в.к.}$ - начальная и конечная температуры воды, °С; t_{c1} , t_{c2} , t_{M1} , t_{M2} - начальные и конечные температуры воздуха по сухому и «мокрому» термометрам °С.

Коэффициент E' принято рассматривать универсальным по причине того, что он может быть использован для описания и расчета как изоэнтальпийных процессов, в которых $t_{M1} = t_{M2}$, а $E_a = E'$, так политропических процессов охлаждения, осушения, увлажнения, нагрева и др. Значения коэффициента эффективности E' зависят от конструктивных характеристик рабочего пространства контактных аппаратов, температурных и гидродинамических условий протекания процессов и носят эмпирический характер. При этом при оценке эффективности не учитываются термодинамические особенности реализации различных по направленности процессов ТВО, в частности, коэффициент E' характеризует лишь степень взаимного сближения конечных параметров взаимодействующих сред без учета понятия термодинамического

равновесия конечных параметров, что ограничивает возможность его использования в качестве показателя эффективности [6].

Одним из наиболее известных способов оценки эффективности протекания процессов ТВО является метод чисел единиц переноса явной теплоты $NTU_{я}$ и полной теплоты NTU [3,5]. Сущность метода сводится к установлению функциональной связи между числами единиц переноса и факторами, определяющими протекание процессов тепло - и влагообмена. Для оценки эффективности процессов предлагается использовать критерий их совершенства:

$$K = \frac{NTU_{я}}{NTU} = \frac{\alpha}{\sigma c'_p}$$

Этот критерий представляет аналог отношения Льюиса, то есть совершенным будет считаться процесс ТВО в случае его выполнения ($K=1$), что говорит также об условности использования данного критерия для оценки эффективности процессов при выполнении практических расчетов контактных аппаратов.

В заключении рассмотрения данного вопроса необходимо отметить, что ни один из рассмотренных методов оценки эффективности процессов ТВО не позволяет дать им термодинамическую оценку, включающую особенности их протекания, направленность развития и особенности достижения термодинамического равновесия конечных параметров. Все используемые методы основаны на результатах экспериментальных исследований и являются основой лишь для инженерных расчетов. С учетом вышесказанного можно сделать вывод об актуальности разработки термодинамического подхода к изучению вопроса оценки эффективности процессов ТВО в контактных аппаратах СКВ и В.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздков А.Н., Кобышев В.Ю., Лебедев Н.С., Суслова О.Ю. К вопросу разработки энергосберегающих технологий обработки воздуха в СКВ // Инновации и Инвестиции, 2024. № 12. С. 374-377.
2. Кокорин О.Я. Установки кондиционирования воздуха. М.: «Машиностроение», 1978. 264 с.
3. Гвоздков А.Н. Общая характеристика процессов тепло- и влагообмена в контактных аппаратах и методов их расчета. // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. Стр-во и архит. Выпуск 6 (21). 2006. С. 148-153.
4. Зусманович Л.М. Оросительные камеры установок искусственного климата. М.: Машиностроение. 1967. 110 с.
5. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1983. 175с.
6. Гвоздков А.Н., Суслова О.Ю., Королев М.А. Учет особенностей протекания процессов тепло - и влагообмена в контактных аппаратах при решении вопросов повышения их термодинамической эффективности // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона: сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2018. Т. 1. С. 328 – 333.

ПАССИВНЫЙ ОФИС: ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ

Жумабеков Ж.К., магистрант кафедры ПГиДС

Анапия М.М., магистрант кафедры ПГиДС

Научный руководитель — к.т.н., профессор кафедры ПГиДС Усенкулов Ж.А.

НАО «Южно-Казахстанский исследовательский университет имени М. Ауэзова»

Рассмотрены принципы проектирования энергоэффективного здания типа «пассивный офис». Проанализированы основные требования к ограждающим конструкциям, герметичности здания, оконным системам вентиляции с рекуперацией тепла. Показано, что применение комплексных инженерных решений, включая снижения коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций до $0,1-0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, обеспечение герметичности оболочки ($n_{50} \leq 0,6 \text{ л/ч}$) и использование систем рекуперации с КПД не менее 75%, позволяет снизить потребление энергии на отоплении до 90% по сравнению с традиционными зданиями.

Ключевые слова: пассивный дом, энергоэффективное здание, теплоизоляция, вентиляция с рекуперацией, удельное потребление энергии.

Современные офисные здания значительно влияют на энергопотребление: на отопление и охлаждение приходится до 40-50% суммарных затрат, а на освещение и электроприборы – еще около 20-40% [1]. Концепция *пассивного дома* (*Passive house*) предусматривает комплекс мероприятий по максимальному сокращению теплопотерь и уменьшению потребностей здания в энергии за счёт «пассивных» факторов (солнечного тепла, внутр. теплопритоков) [2,3]. Изначально разработанная Файстом и коллегами (Институт пассивного дома, Дармштадт) концепция требует, чтобы годовое потребление полезной энергии на отопление в тепле не превышало $15 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ [4]. На практике это означает снижение потребности в тепле примерно на 90% относительно стандартных зданий [2], что и показало первые экспериментальные проекты (первый пассивный жилой дом в Дармштадте, 1991 г., показал отрицательное потребление $\approx 10 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$) [5]. В России и в ряде других стран концепция пока мало распространена, однако в условиях роста цен на энергоносители и требования к устойчивому развитию проектирование «пассивных» объектов становится актуальным.

Для достижения заданных энергетических показателей необходимо выполнить следующие ключевые требования:

Высокая теплоизоляция. Все ограждающие конструкции (стены, перекрытия, пол, крыша) утепляются так, чтобы коэффициент теплопередачи оболочки $U \leq 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. При использовании современных материалов ($\lambda \approx 0,04 - 0,06 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$) это соответствует толщине утеплителя порядка 25-30 см. Критически важно устранить тепловые мосты (сплошной утеплитель).

Окна с низким U -value. Устанавливаются высокоэффективные стеклопакеты (двух- или трёхкамерные) с общим $U_w \leq 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. При

этом предпочтительнее стеклопакеты с покрытием *low-E* и инертным газом (аргон, криптон) в межстекольных камерах для увеличения сопротивления теплопередаче;

Герметичность здания. Пассивный дом должен быть полностью воздухо- непроницаемым: нормируется n_{50} (кратность воздухообмена при разности давлений 50Па) $\leq 0,6$ 1/ч. Высокая герметичность снижает непредусмотренные потери тепла и гарантирует управляемый приток воздуха только через систему вентиляции;

Вентиляция с рекуперацией. Здание оборудуется приточно-вытяжной установкой с рекуператором тепла, эффективность которой $\geq 75\%$ [6,7]. Объем приточного воздуха рассчитывается исходя из санитарных норм, что обеспечивает заявленное качество микроклимата;

Использование внутренних теплопоступлений. За счёт высоких внутренних нагрузок офисов (компьютеры, оргтехника, освещение) и соляных поступлений здание получает существенную часть необходимого тепла «бесплатно». Конструктивная ориентация и затеняющие устройства снижают риск перегрева летом, а большие внутренние теплоисточники (например, серверные) целесообразно выделять в отдельные помещения.

Эффект от совокупности этих мер крайне велик: согласно расчётам, кодовое потребление энергии в «пассивном офисе» может снижаться почти в 10 раз по сравнению с традиционным зданием (с учетом отопления, вентиляции, ГВС и электричества) [2,3]. В результате достигается более комфортный микроклимат (стабильная температура, отсутствие сквозняков) и значительно уменьшенные эксплуатационные расходы.

Приведённый анализ показывает, что проектирование «пассивного офиса» основано на принципах пассивного дома: создание сверхэффективного теплового контура с механической вентиляцией и учётом внутренних тепло- выделений. Это позволяет снизить энергопотребление на отопление примерно на 90% [2] и долю затрат на электроэнергию до 20-40% [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудяев З.Р., Кумахов А.А., Фиापшев А.Г., Кильчукова О.Х., Кумахова Д.А. «Пассивный дом как технология энергосберегающего строительства» // Междунар. агрокульт. журн. 2021. №5.
2. Feist W., Schnieders J. Energy efficiency in buildings: Passive House concept // Energy and Buildings. 2009. Vol. 41. P. 1–11.
3. Passive House Institute. Passive House Planning Package (PHPP). Darmstadt, 2018.
4. СН РК 2.04 21 2004. Тепловая защита зданий. Астана, 2004.
5. Xu L., Pan Y., Yao Y., Cai D., Huang Z., Linder N. Lighting energy efficiency in offices under different control strategies // Energy and Buildings. 2017. Vol. 138. P. 127–139.
6. Feist W. Пассивные дома: основы проектирования и строительства энергоэффективных зданий. М.: АСВ, 2010. 240 с.
7. EN 10077-1:2017 Thermal performance of windows, doors and shutters Calculation of thermal transmittance. Brussels: CEN, 2017.

УДК: 536.4

ДИАГНОСТИКА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Карапузова Н.Ю., к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ

Фокин В. М., д.т.н., профессор кафедры ЭТиТГСВ

Карапузов В.И. (ИСТ-1-22)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается изучение и исследование свойств теплоизоляционных пористых строительных материалов. Рассмотрены основные направления по диагностике теплофизических свойств материалов, влияющих на тепловой, воздушный и экологический режим сооружений различного назначения, а также работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, теплофизические свойства материалов, системы отопления, вентиляция, кондиционирование воздуха

В условиях интенсивного развития строительства и различных отраслей промышленности РФ, в частности Сибири, Дальнего Востока, а также северных территорий, пребывающих значительное время в году при отрицательных низких температурах и влажности, актуальным является изучение и исследование свойств теплоизоляционных строительных материалов.

Важнейшими теплофизическими свойствами (ТФС) теплоизоляционных и теплоизоляционно-конструкционных материалов служат: теплопроводность, удельная или объемная теплоемкость и температуропроводность. Без знания этих характеристик невозможно рационально проектировать ограждения зданий и сооружений, а также теплозащиту оборудования. Кроме того, ТФС строительных, теплоизоляционных материалов и изделий, ограждений зданий существенно влияют на тепловой, воздушный и экологический режим сооружений различного назначения, а также работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, потребляющих в настоящее время значительное количество тепловой энергии. При проектировании и эксплуатации низкотемпературной тепловой изоляции необходимо уметь прогнозировать динамику изменения параметров температуры и влажности изоляционного материала, а также проводить диагностику теплофизических и акустических свойств органических и неорганических теплоизоляционных пористых материалов. Диагностика теплофизических и акустических свойств органических и неорганических теплоизоляционных пористых материалов проводится методом математического эксперимента и тепло-звуковой аналогии [1,2]. Математический эксперимент значительно расширяет возможность по разработке исследований тепло-звукофизического эксперимента и использованию существующих приборов, а также методов неразрушающего контроля.

Для теплоизоляционных пористых материалов находящихся в условиях низких отрицательных температур воздуха, отмечается диффузионный перенос влаги, ввиду чего в зоне отрицательных низких температур наблюдается *аблимация* — фазовый переход влаги из парообразного состояния (водяных паров воздуха) непосредственно в твердое состояние, минуя жидкую фазу. При низких отрицательных температурах воздуха, вследствие малой интенсивности процесса переноса влаги, расход теплоты на фазовые превращения и на аблимацию в теплоизоляционном материале, оказывается небольшим. В условиях аблимации и образования инея, структурообразующая мембрана пористой теплоизоляции видоизменяется, а за счет незначительного влияния массопереноса на теплообмен, температурное поле характеризуется в основном измененной эквивалентной теплопроводностью материала.

При постановке любого физического или математического эксперимента всегда необходимо провести анализ экспериментальных, опытных или ранее установленных и известных данных, с целью определения ориентиров или параметров подобных явлений, для которых необходима обработка и получение требуемой зависимости, функции, комплекса или симплекса. Это позволяет найти общую закономерность справедливую для ряда процессов. В качестве расчетных значений теплопроводности теплоизоляции могут быть использованы ранее изученные экспериментальные значения при определенной плотности, пористости, влажности и соответственно при положительных и отрицательных температурах. Зная зависимости ТФС от плотности, пористости, влагосодержания и температуры, можно провести диагностику и дать оценку теплофизических и акустических свойств. Кроме того, исследованиями установлено, что свойства различных материалов и изделий могут изменяться в процессе эксплуатации, изменения температуры и влажности, и тем самым не соответствовать их сертификату. Поэтому, при возведении объектов в ходе строительства, при их производстве и эксплуатации необходимо предусмотреть возможное изменение свойств материалов и изделий. Это возможно решить только при совершенствовании известных и разработки новых энергоэффективных методов неразрушающего контроля с использованием математического и физического эксперимента, позволяющих комплексно определять как теплофизические, так и акустические свойства материалов, ограждений зданий и сооружений. По приведенному анализу теплофизических свойств по теплопроводности, температуропроводности и других свойств теплоизоляционных материалов, следует заключить, что вопрос об оптимальной структуре в этом случае заранее не может быть решен. При таком значительном количестве параметров влияющих на свойства теплоизоляционных пористых материалов, предопределить теплофизические свойства (теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость), а тем более и акустические (звукофизические) свойства (скорость звука, звукоизоляцию), задача довольно сложная.

Поэтому необходима разработка функциональных зависимостей для определения теплофизических и акустических свойств, при заданной

плотности, пористости, влажности и температуре. В последующей научной работе для теплоизоляционных пористых материалов будет сделана попытка решить это методом математического эксперимента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин В.М., Ковылин А.В., Усадский Д.Г. Теплозвуковая аналогия. Под редакцией доктора наук В. М. Фокина. СПб: Научно-технологические технологии. 2023. 263 с.
2. Патент на изобретение РФ № 2851626. Способ определения теплопроводности пористого органического материала при положительных температурах. Авторы: Карапузова Н.Ю., Фокин В.М., Ковылин А.В. Приоритет изобретения 11.08.2025. Гос. реестр изобретений РФ 26.11.2025.

УДК 621.51: 621.5.09

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛООВОГО КОМПРЕССОРА КАСКАДНОГО ОБМЕНА ДАВЛЕНИЯ

Ковтун А.С., ст. преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»,
Бранспиз М.Ю., к.т.н., доцент кафедры «Прикладная математика»
Луганский государственный университет им. В. Даля

В работе представлены результаты расчётных исследований одноступенчатого теплового компрессора, выполненного на базе каскадного обменника давления Крайнюка. Предложенная компрессорная машина может использоваться в промышленности, ЖКХ и строительстве с максимальным давлением нагнетания до 0,5-0,6 МПа. Тепловой компрессор обладает достаточно высокими показателями энергетической эффективности, при этом выгодно отличаясь от традиционных поршневых и лопаточных приводных машин возможностью использования в качестве источника подвода тепла любых видов топлива, например, угля, торфа, отходов деревообрабатывающих производств. Приведенная расчётная характеристика одноступенчатого компрессора подтверждается серией экспериментальных исследований, проведенных на кафедре ДВС ЛГУ им. В. Даля.

Ключевые слова: каскадный обменник давления Крайнюка, тепловой компрессор, сжатие воздуха, максимальная температура цикла, напорность.

По мере развития промышленности ЖКХ и строительства неизбежно увеличивается потребление сжатого воздуха в технологических процессах указанных отраслей экономики. По данным [1] на долю затрат на производство сжатого воздуха или другого технологического газа современного промышленного предприятия приходится до 20% от общего энергопотребления. В этой связи двумя наиболее актуальными научными задачами для компрессоростроения, на наш взгляд, являются совершенствование традиционных видов приводных компрессорных установок объёмного и динамического типа, а также поиск новых принципов реализации рабочего процесса компрессорных машин, обеспечивающих высокую эффективность преобразования первичной энергии в располагаемую работу сжатого газа.

Одним из перспективных направлений исследования в данной области является принцип каскадно-рекуперативного энергомассообмена, разработанный в начале 2000-х гг. на кафедре ДВС Луганского государственного университета им. В.Даля под руководством проф. Крайнюка А.И. и реализованный в агрегате прямого преобразования энергии газообразных рабочих тел - каскадном обменнике давления (КОД) Крайнюка [2,3]. На базе КОД разработана широкая линейка тепловых машин различных видов и назначения, например, системы наддува ДВС, газотурбинные установки КОД, воздушные холодильные машины КОД, тепловые компрессоры КОД и др. [3-6].

На рис. 1 представлена простейшая схема и расчётная характеристика теплового компрессора КОД в одноступенчатом исполнении. Как видно из приведенной характеристики, по мере повышения напорности π_K теплового компрессора, обеспечиваемой сжатием воздушного заряда в ячейках ротора КОД в процесс каскадного расширения горячего газа, подаваемого в патрубок 2 из источника подвода тепла 5, общий КПД компрессора η_K возрастает до некоторого максимального значения, после чего начинается монотонное убывание функции $\eta_K(\pi_K)$, что обуславливается уменьшением относительного массового расхода воздуха, отбираемого на линию потребителей из контура высокого давления компрессора.

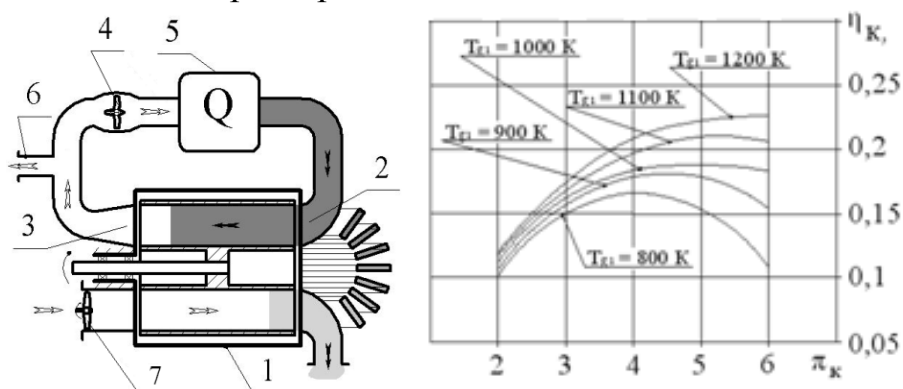


Рис. 1. Простейшая схема одноступенчатого теплового компрессора КОД:

1 – КОД; 2 – патрубок подвода горячего газа; 3 – патрубок отвода сжатого воздуха; 4 – циркуляционный вентилятор; 5 – источник подвода теплоты; 6 – патрубок отбора рабочего тела потребителям; 7 – продувочный вентилятор

Повышение максимальной температуры цикла T_{g1} как и следует ожидать согласно второму закону термодинамики обуславливает увеличение эффективности теплового компрессора; при этом, как видно из рис. 1, имеет место смещение экстремумов η_K в сторону увеличения степени повышения давления π_K . Данное обстоятельство, в целом, является положительным фактором с точки зрения эффективности совместной работы теплового компрессора и сети потребителей сжатого воздуха.

Вывод. Построенная расчётная характеристика подтверждается многочисленными экспериментальными исследованиями опытного образца теплового компрессора КОД, проведенными на кафедре ДВС ЛГУ им. В. Даля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимович А.Г. Не бросать воздух на ветер - резервы энергосбережения // Конструктор. Машиностроитель: электронный журнал. Режим доступа: <https://kamptm.ru/articles/111/824/> (Дата обращения: 23.04.2026).
2. Патент №77261 Украина, МПК 6F02B33/42 Каскадный обменник давления: № 20040806986: заявлено 21.08.2004 опубликовано: 15.11.2006/ Крайнюк А.И. Крайнюк А.А. патентообладатель: Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля.
3. Сторчеус, Ю.В. Каскадные трансформаторы энергии: монография / Ю. В. Сторчеус. Луганск: Ноулидж, 2013. 200 с. Текст: непосредственный.
4. Крайнюк, А.И. Система наддува ДВС с глубоким охлаждением наддувочного воздуха / А.И. Крайнюк, С.В. Алексеев. Текст: непосредственный // Двигатели внутреннего сгорания: Научно-технический журнал. 2009. №1. С. 57-61.
5. Крайнюк, А.И. Газотурбинный двигатель каскадного обмена давлением Крайнюка / А.И. Крайнюк. Текст: непосредственный // Газотурбинные технологии. Специализированный информационно-аналитический журнал. 2010. №10. С. 32-39.
6. Крайнюк, А.И. Компрессор каскадного обмена давлением Крайнюка / А.И. Крайнюк, А.А. Крайнюк, С.В. Алексеев // Локомотив-информ: Международный информационный научно-технический журнал. 2010. №3. С. 59-62.

УДК: 621.577.62

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА «ВОЗДУХ-ВОДА» ДЛЯ АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Колесников Ф.А., аспирант кафедры ЭТиТГСВ
Фокин В.М., д.т.н., профессор кафедры ЭТиТГСВ
Душко О.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Строительная механика»
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье приведены особенности применения, конструкций и принципа работы теплонасосных установок для систем отопления, горячего водоснабжения, а также использованию их в качестве вторичных энергоресурсов.

Ключевые слова: тепловой насос, вторичные энергоресурсы, тепловая энергия, система отопления, горячее водоснабжение.

Использование теплонасосных установок (ТНУ) открывает широкие возможности как в сфере возобновляемой энергетики, так и при утилизации вторичных энергоресурсов (ВЭР). ТНУ позволяют преобразовывать низкопотенциальную энергию окружающей среды — грунта, воды или воздуха — в теплоту более высокого уровня, пригодную для нагрева теплоносителя (воды или воздуха). При этом затраты энергии на привод компрессора оказываются в несколько раз меньше получаемого теплового эффекта.

Для систем отопления и горячего водоснабжения применение ТНУ особенно важно, поскольку оно объединяет принципы низкотемпературной техники и классической теплотехники. Это даёт двойной положительный эффект: экономия невозобновляемых источников энергии (Органического топ-

лива); снижение вредных выбросов (CO_2 и NO_x) в атмосферу. Наиболее перспективно использование ТНУ в комбинированных системах теплоснабжения — совместно с солнечными коллекторами, ветровыми установками, биоэнергетическими модулями, а также с источниками вторичных энергоресурсов. Такое сочетание позволяет гибко настраивать параметры смежных систем, достигать высоких экономических показателей и минимизировать расход первичного топлива [1, 2].

В качестве источников тепла для ТНУ в области ВЭР могут выступать:

- тепловая энергия уходящих топочных газов или вентиляционного воздуха;
- теплота, выделяющаяся при фазовых переходах веществ (конденсация, кристаллизация);
- энергия, накопленная в тепловых аккумуляторах.

Одним из ключевых направлений повышения эффективности теплоснабжения является использование аккумулирования тепловой энергии. Необходимость в нём возникает из-за:

- неравномерности поступления избыточной энергии в течение суток;
- несовпадения графиков выработки и потребления теплоты.

Когда выработка превышает потребление, избыток теплоты накапливается в аккумуляторах. Одними из основных характеристик аккумуляции теплоты является энергоёмкость (Q_{AK} , Дж) — количество теплоты, поглощаемое теплоаккумулирующим материалом (ТАМ) массой M_{AK} (кг) с теплоёмкостью c_{AK} при нагреве от T_1^{AK} до T_2^{AK} (°C). Энергоёмкость зависит от: теплоёмкости в твёрдой (c_T) и жидкой (c_J) фазах; теплоты фазового перехода (r , Дж/кг); температуры плавления ($T_{ПЛ}$, °C). Емкостные аккумуляторы для водяного отопления и ГВС представляют собой бак или резервуар, заполненный ТАМ. Примеры материалов приведены в таблице 1. Также применяются водные растворы солей и различные флюиды.

Таблица 1

Материал	$T_{ПЛ}$, °C	r , кДж/кг
Вода	—	—
Парафин	47	150
Глауберова соль	32	251
Глицерин	18	209

В аккумуляторах с легкоплавким ТАМ (фазовый переход) основное количество теплоты поглощается при плавлении вещества. Последовательность процессов при зарядке:

1. Нагрев твердого ТАМ от начальной температуры T_1^{AK} до $T_{ПЛ}$.
2. Плавление при постоянной температуре.
3. Нагрев образовавшейся жидкости до конечной температуры $T_2^{AK} > T_{ПЛ}$.
4. Конструктивные варианты теплообмена.

Один теплообменник, поочередно подключаемый к аккумулирующей ёмкости (то для зарядки, то для разрядки). Два теплообменника: один — только

для зарядки, другой — только для разрядки. При одинаковом объеме аккумулятора с легкоплавким ТАМ поглощает в 5–10 раз больше теплоты, чем аккумулятор с неплавящимся веществом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин, В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. Москва: Машиностроение-1, 2006. ISBN 5-94275-279-6.
2. Патент № 2412401 С1 Российская Федерация, МПК F24D 15/04. система отопления жилого дома: № 2009132212/03: заявл. 27.08.2009: опубл. 20.02.2011 / С.В. Коровкин.

УДК 622.78.8

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПЛАМЕНИ

Коноваленко А.А., ассистент кафедры ЭТиТГСВ
Нефедьев А.И., д.т.н., профессор кафедры ЭТ
Волгоградский государственный технический университет

Приведены проблемы контроля наличия пламени в топке газового котла. Рассмотрены различные методы контроля пламени, показаны их достоинства и недостатки. Приведена конструкция и структурная схема акустическо-ионизационного датчика пламени, позволяющего с высокой надежностью контролировать пламя в топке печи.

Ключевые слова: контроль пламени, топка, котел, метод контроля, акустическо-ионизационный датчик.

Промышленностью налажен выпуск датчиков контроля факела горелок водогрейных котлов, входящих в состав систем запальнозащиты [1]. Для фиксации процесса горения в топках при сжигании газа или жидкого топлива используют такие методы, как ультразвуковой, термометрический, ионизационный, фотоэлектрический, а также мониторинг разрежения в топке, давления топлива в подводящем трубопроводе или перепада давлений у горелки [2]. В ходе создания описываемого прибора ставилась задача повысить достоверность распознавания горения [3]. Решение — разработка комбинированного сенсора пламени на базе двух независимых физических принципов: ионизационного и акустического. Это критически важно для надежного определения наличия пламени в котлах, сжигающих газ или жидкое топливо [4]. Сигналы от обоих сенсоров поступают на общий блок обработки [5].

На рис. 1 показана структурная схема датчика контроля пламени. Устройство согласно описанию [6] конструктивно содержит корпус 1. Внутренняя компоновка включает в себя микрофон 2, усилительный элемент 3, а также перестраиваемый полосовой фильтр 4 (частота настройки фильтра соответствует диапазону, порождаемому горением). Сформированный сигнал далее проходит через каскад 5 (усилитель-формирователь) и в итоге оказывается на первом входе, принадлежащем блоку обработки 6. Дополнительно в керамическом стержне 7 предусмотрены встроенные электроды — это часть иони-

зационного детектора 8. Упомянутые электроды соединяются со входом усилителя-формирователя 9, а выходной сигнал этого усилителя направляется на второй вход того же блока 6. На блок 6 возложена задача вырабатывать флаг наличия факела, осуществлять самопроверку работоспособности с индикацией через светодиодную панель 10, выполнять автоподстройку датчика и сохранять параметры в энергонезависимой памяти при перебоях электропитания или сбойных ситуациях. Корпус является несущим и вмещает всю электронную начинку (микрофон, усилители, фильтр, блок обработки, а также блок питания 11). Кроме того, на корпусе установлены разъемное соединение питания 12, разъемный интерфейс для выдачи сигналов 13 и элементы световой индикации, отображающие текущий статус функционирования датчиков.

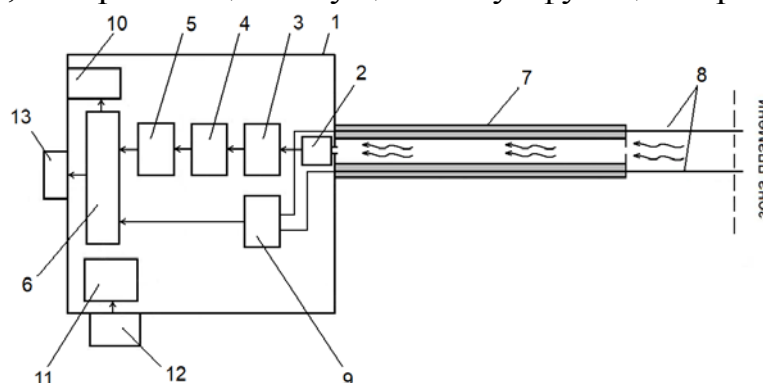


Рис. 1. Структурная схема датчика контроля пламени

Объединение двух независимых измерительных принципов в одном корпусе с общей системой обработки обеспечивает высокую надежность контроля пламени, что напрямую повышает безопасность тепловых агрегатов на газе или жидком топливе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД 153-34.1-35.108-2001. Технические условия на выполнение технологических защит и блокировок при использовании мазута и природного газа в котельных установках в соответствии с требованиями взрывобезопасности. М.: ОРГРЭС. 2002.
2. Луговской, А.И. Контроль за работой печей и факельного хозяйства / А.И. Луговской, С.А. Логинов, Г.Д. Паршин, Е.А. Черняк // Химия и технология топлив и масел. 2000. №5. С. 50-52.
3. Nefed'ev, A.I. Flame Ionization Detector for Boiler Control System / A.I. Nefed'ev, A.A. Konovalenko // 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) (Sochi, Russia, 18-22 May, 2020): conf. proceedings. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9112018>. (Дата обращения: 14.03.2026)
4. Нефедьев, А.И. Датчик наличия пламени для котельной установки / А.И. Нефедьев, А.А. Коноваленко // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2018. № 4 (25) Декабрь. 24-27.
5. Коноваленко, А.А. Датчик селективного контроля факела горелки / А.А. Коноваленко, А.И. Нефедьев, Д.И. Нефедьев // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2018. № 4 (26). 32-36.
6. Патент РФ на полезную модель №205148, МПК F23N 5/00. Датчик контроля наличия пламени / Нефедьев А.И., Коноваленко А.А.; опублик. 29.06.2021, Бюл. № 19.

АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА КОМПРЕССОРА КАСКАДНО-ТЕПЛОВОГО СЖАТИЯ ДЛЯ СИСТЕМ НАДДУВА ДВС

Корунский Н.С., Иванов Д.С. (ТЛ-851м)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры ДВС Доценко Д.М.

Луганский государственный университет им. В. Даля

Выполнено теоретическое исследование рабочего цикла компрессора каскадно-теплового сжатия для систем утилизации теплоты ДВС. На основе термодинамической модели проанализировано влияние температурных и режимных параметров на эффективность компрессора. Определены рациональные значения относительного расхода, коэффициентов газообмена и числа передаточных каналов, обеспечивающие максимальный КПД. Показана перспективность применения компрессоров КТС для повышения топливной экономичности двигателей.

Ключевые слова: компрессор каскадно-теплового сжатия, утилизация теплоты, наддув, термодинамический цикл, адиабатный КПД.

Повышение топливной экономичности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) остается приоритетной задачей современного двигателестроения. Традиционные методы совершенствования рабочих процессов приблизились к своему пределу, что обуславливает необходимость поиска новых технических решений. Одним из перспективных направлений является внутренняя утилизация теплоты отработавших газов с преобразованием ее в дополнительную механическую работу или энергию наддувочного воздуха. В этом контексте значительный интерес представляют роторные аппараты, реализующие принцип каскадно-теплового сжатия (КТС), отличающиеся простой конструкции и высокой надежностью благодаря отсутствию клапанных механизмов [1–3]. Для предварительной оценки параметров цикла КТС используется упрощенная термодинамическая модель, основанная на уравнении первого закона термодинамики для открытой системы. В рамках модели принимаются допущения о полном перемешивании рабочего тела в ячейках и выравнивании давлений в смежных полостях. Основные расчетные зависимости, полученные на основе баланса внутренней энергии и уравнения состояния, позволяют определить температуру и давление после смешения, а также массу рабочего тела, перетекающего через передаточные каналы [3]. Ключевым показателем эффективности агрегата является его коэффициент полезного действия. Для случая использования компрессора КТС в качестве генератора сжатого воздуха адиабатный КПД определяется отношением работы изоэнтропного сжатия к подведенной тепловой энергии. Эксергетический КПД учитывает работоспособность потока, отводимого к потребителю, по отношению к эксергии подведенного теплового потока.

Результаты численного моделирования показывают, что на характеристики компрессора существенное влияние оказывает максимальная температура цикла. С ее ростом повышается интенсивность тепломассообмена между

ячейками линий сжатия и расширения, что ведет к увеличению давления нагнетания и адиабатного КПД (таблица 1). При температуре 950 К расчетный КПД достигает 0,29, а прогнозируемые значения для высокотемпературных циклов (1550 К) составляют 0,42.

Таблица 1

Влияние максимальной температуры цикла на показатели компрессора КТС		
Максимальная температура цикла, К	Адиабатный КПД	Степень повышения давления
650	0,23	2,31
950	0,29	3,45
1250	0,36	5,12
1550	0,42	6,80

Не менее важным параметром является относительный расход рабочего тела, отводимого к потребителю. Для каждого уровня максимальной температуры существует оптимальное значение этого расхода, при котором КПД компрессора максимален. При отклонении от оптимального режима эффективность агрегата снижается, что особенно заметно при низких температурах цикла. В диапазоне температур 650–1550 К рациональные значения относительного отбора находятся в пределах 22–40 %. Качество газообмена в ячейках ротора оценивается коэффициентами избытка продувочного и вытеснительного воздуха. Полная продувка и замещение рабочего тела достигаются при значениях этих коэффициентов около 1,6–1,7. Ухудшение очистки ячеек или неполное замещение приводят к снижению максимального давления цикла и падению КПД на 20–25 %. На эти процессы влияют частота вращения ротора, его диаметр, гидравлическое сопротивление трактов и количество передаточных каналов. Увеличение числа каналов с 11 до 15 повышает КПД на 7 %, однако дальнейший их рост не дает существенного эффекта из-за возрастания потерь на трение и теплообмен.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают работоспособность и потенциальную эффективность компрессора КТС как элемента систем утилизации теплоты. Для достижения наилучших показателей необходим согласованный выбор геометрических параметров агрегата и режимов его эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крайнюк А.И., Сторчеус Ю.В., Данилейченко А.А. Применение эффекта теплового сжатия для улучшения энергоиспользования в теплосиловых установках // Весн. ВНУ. 2000. № 9. С.182-189.
2. Данилейченко А.А. Исследование физической сущности процессов трансформации энергии в агрегатах непосредственного взаимодействия газоздушных сред на транспорте: Монография. / Данилейченко А.А., Брянцев М.А. // Луганск: из-во ЛГУ, 2023. 216 с.
3. Брянцев М.А. Расчет размерных параметров утилизационной системы каскадно-теплового сжатия силовой установки тепловоза/М.А.Брянцев, А.А. Данилейченко, А.С., Ковтун, Д.М. Доценко //Вестник ЛГУ им. В. Даля. Луганск, изд. ЛГУ. 2024. № 07(85). С. 27-33.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЖЕКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАДДУВА НА БАЗЕ КОМПРЕССОРА КАСКАДНО-ТЕПЛОВОГО СЖАТИЯ

Костюк Д.Е. (ТЛ-851м), Корнеев К.Г. (ТЛз-851м)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ДВС Данилейченко А.А.

Луганский государственный университет им. В. Даля

В статье представлены результаты исследования эжекционной системы наддува, в которой в качестве источника сжатого воздуха используется компрессор каскадно-теплового сжатия. Описана схема установки и принцип ее функционирования. Приведены данные по влиянию системы на показатели газообмена и мощностные характеристики дизеля 6Ч12/14 на различных нагрузочных и скоростных режимах. Показана возможность улучшения экономичности двигателя за счет снижения работы насосных ходов и повышения коэффициента наполнения.

Ключевые слова: наддув, эжектор, компрессор КТС, газообмен, дизель, утилизация теплоты, давление наддува.

Современные требования к экономичности и экологичности двигателей внутреннего сгорания стимулируют поиск альтернативных систем воздухо-снабжения. Традиционный турбонаддув, несмотря на широкое распространение, создает противодействие на выпуске, что увеличивает насосные потери. Системы, основанные на принципе каскадно-теплового сжатия (КТС), лишены этого недостатка, так как сжатие воздуха осуществляется за счет утилизации теплоты отработавших газов без непосредственного использования энергии самих газов для привода компрессора [1,2].

Одним из вариантов практической реализации является эжекционная система наддува (ЭСН), где отработавшие газы из выпускного коллектора двигателя направляются в теплообменник, где отдают теплоту рабочему телу контура КТС. Нагретый в теплообменнике воздух поступает в компрессор КТС, где происходит его сжатие. Сжатый воздух через патрубок отбора подается к активному соплу эжектора. Истекая с высокой скоростью из сопла, активный поток увлекает за собой атмосферный воздух из приемной камеры. В камере смешения происходит выравнивание скоростей потоков, а в диффузоре кинетическая энергия смеси преобразуется в потенциальную энергию давления. Далее наддувочный воздух поступает во впускной коллектор двигателя.

Для оценки эффективности системы были проведены расчетно-экспериментальные исследования на базе дизеля 6Ч12/14. Испытывались две модификации системы – ЭКН-11, ориентированная на номинальный режим (1500 мин^{-1}), и ЭКН-10, настроенная на режим 1300 мин^{-1} . Основные геометрические параметры систем отличаются параметрами эжектора, при одинаковом диаметре ротора в 0,34 м. Анализ нагрузочных характеристик показал, что при снижении нагрузки от номинальной до частичной (0,77–0,45 МПа)

давление воздуха, нагнетаемого компрессором КТС, падает на 50 %, а давление наддува снижается еще интенсивнее – на 61 %. Это объясняется удалением режима работы эжектора от расчетного и снижением температуры цикла КТС, что ведет к падению КПД компрессора. Однако на режимах малых нагрузок снижение наддува не является критичным, так как двигатель не испытывает дефицита воздуха для сгорания топлива. Исследование скоростных характеристик выявило, что система, настроенная на пониженную частоту вращения (ЭКН-10), обеспечивает лучшее наполнение цилиндров в области малых и средних скоростей. При 1000 мин^{-1} давление наддува в системе ЭКН-10 на 21 % выше, чем в ЭКН-11. На номинальном же режиме ЭКН-11 демонстрирует небольшое преимущество. Для расширения диапазона эффективной работы предлагается регулирование расхода воздуха от компрессора и проходного сечения сопла эжектора. Оптимизация этих параметров по критерию максимального давления наддува позволяет улучшить характеристики системы во всем диапазоне скоростей. Применение ЭСН КТС оказывает положительное влияние на газообмен в цилиндрах. За счет повышения плотности свежего заряда и улучшения продувки количество рабочего тела, поступающего в цилиндры, возрастает. На режиме полной нагрузки с ЭКН-11 прирост свежего заряда составил 10,8 % по сравнению с безнаддувным вариантом. Коэффициент остаточных газов снижается в 1,16–1,26 раза, а плотность заряда в конце наполнения увеличивается на 10,5 %. Ключевым преимуществом системы является снижение работы насосных ходов. Так как давление во впускном коллекторе становится выше атмосферного, а давление в выпускном коллекторе практически не возрастает (в отличие от турбонаддува), насосные потери двигателя существенно уменьшаются. На номинальном режиме с системой ЭКН-11 давление насосных ходов снижается в 4,9 раза, а затраты мощности на газообмен уменьшаются на 1,2 кВт. Это обеспечивает повышение эффективного КПД дизеля на 0,8 % при номинальной нагрузке.

Таким образом, применение эжекционной системы наддува с компрессором каскадно-теплого сжатия позволяет не только утилизировать теплоту отработавших газов, но и улучшить экономические показатели двигателя за счет интенсификации газообмена и снижения механических потерь на впуске и выпуске. Наиболее целесообразно использование таких систем на двигателях, работающих в широком диапазоне нагрузок и скоростей, при условии применения регулируемых элементов эжектора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилейченко А.А. Исследование физической сущности процессов трансформации энергии в агрегатах непосредственного взаимодействия газозооных сред на транспорте: Монография. / Данилейченко А.А., Брянцев М.А. // Луганск: из-во ЛГУ, 2023. 216 с.
2. Дьяконов А.А. Выбор размерных параметров утилизационной системы каскадно-теплого сжатия силовой установки тепловоза/ А.А.Дьяконов, Д.С.Сверлов, М.А.Брянцев// Материалы студенческой открытой интернет – конференции «Первый шаг в науку», 5-6 марта 2024 года, Горловка: АДИ ФГБОУ ВО «ДОННТУ». 2024. С.34-40.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ВНЕШНЕЙ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Кузьменко Д.И. (ТЛ-851м), Данилейченко Д.А. (ЭТ-241)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ДВС Данилейченко А.А.

Луганский государственный университет им. В. Даля

Рассмотрены системы внешней утилизации теплоты отходящих газов промышленных установок. Выполнен анализ эффективности рекуперативных и контактных теплообменников, включая аппараты с конденсацией водяных паров. Показано, что глубокая утилизация с охлаждением газов до 40–45 °С позволяет повысить коэффициент использования топлива до 95–96 %. Представлена принципиальная схема контактного экономайзера. Обоснована необходимость учета коррозионной активности конденсата при проектировании. Сделан вывод о высокой энергосберегающей эффективности конденсационных систем утилизации.

Ключевые слова: внешняя утилизация тепла, вторичные энергоресурсы, рекуператор, контактный теплообменник, конденсационный котел, энергосбережение.

В условиях роста цен на энергоносители и ужесточения экологических требований, задача эффективного использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) становится ключевой. Системы внешней утилизации позволяют возвращать тепло отходящих газов технологических агрегатов в производственный цикл или системы теплоснабжения, что снижает потребление первичного топлива [1].

Основным оборудованием для утилизации являются поверхностные теплообменники-рекуператоры и контактные аппараты. В рекуператорах теплота дымовых газов передается нагреваемой среде (воздуху, воде) через стенку. В контактных аппаратах, таких как скрубберы, происходит прямой контакт фаз, что позволяет не только охладить газы, но и очистить их от твердых частиц и агрессивных компонентов. Перспективным направлением является глубокая утилизация тепла с конденсацией водяных паров. При охлаждении продуктов сгорания природного газа ниже точки росы (55–60 °С) выделяется скрытая теплота парообразования, что позволяет повысить КПД котлоагрегата на 5–10 % в зависимости от температурного режима. Анализ работы действующих установок показывает, что применение конденсационных теплообменников наиболее эффективно в системах с низкотемпературными обратными потоками теплоносителя, например, в системах отопления с температурным графиком 70/50 °С.

На рис. 1 представлена принципиальная схема утилизационной установки с контактным экономайзером, позволяющая максимально использовать теплоту уходящих газов котельной. Эффективность работы таких систем оценивается коэффициентом использования теплоты топлива. Исследования показывают, что при охлаждении газов до 40–45 °С данный коэффициент достигает 95–96 %, в то время как в обычных котлах он составляет 90–93 % [2].

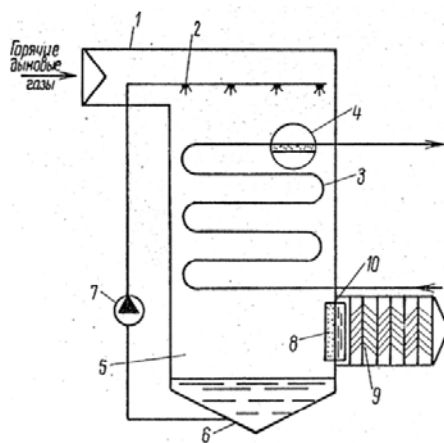


Рис. 1. Схема контактного теплоутилизатора с промежуточным теплоносителем [3], где: 1 - корпус утилизатора; 2 - ороситель с разбрызгивающими соплами; 3 - теплообменные поверхности (пучки труб); 4 - ребра (выполненные продольными, плавниковыми и перфорированными), размещенные на трубах первого по ходу газов пучка; 5 - участок поворота дымовых газов; 6 – влагосборник; 7 - циркуляционный насос; 8 - контактный теплообменник (выполненный в виде секций из перфорированных элементов); 9 - сепарационное устройство; 10 - опорная рама

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики различных схем утилизации для котла мощностью 10 МВт.

Таблица 1

Сравнение эффективности систем утилизации

Тип установки	Температура уходящих газов, °С	КПД (по низшей теплоте сгорания), %	Дополнительная мощность, кВт
Без утилизации	140	91	0
Рекуператор	90	93,5	250
Контактный	45	96,2	520

При проектировании систем внешней утилизации необходимо учитывать коррозионную активность конденсата. Для защиты от низкотемпературной сернистой коррозии применяют теплообменники из нержавеющей стали или полимерных материалов.

Таким образом, использование систем внешней утилизации, особенно конденсационного типа, является высокоэффективным методом энергосбережения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию режимов работы таких установок при переменных нагрузках и разработку гибридных схем, сочетающих контактный и поверхностный нагрев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов Н.М. Утилизация тепла вторичных энергоресурсов. М.: Энергоатомиздат, 2021. 256 с.
2. Сидоров А.А. Исследование контактных теплообменников для котельных установок // Теплоэнергетика. 2023. № 5. С. 45–51.
3. SU1812416A1, СССР, МПК F28C 3/06. Утилизатор тепла [Текст] / Шатских А.Е. № SU1812416A1; заявл. (дата); опубли. 30.04.1993. 6 с.: ил.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

¹Ларионова Т.С., генеральный директор ООО «НИПИ ПРЭС»

²Лёгкий А.Д., ст. преподаватель кафедры ЭТиТГСВ

²Фокин В. М., д.т.н., профессор кафедры «ЭТиТГСВ

¹ООО «НИПИ ПРЭС»

²Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Проведен анализ тепловой схемы котельной с паровыми и водогрейными котлами. Выявлены недостатки: потеря конденсата, сброс выпара в атмосферу и низкая эффективность элеваторных узлов. Предложена модернизация с возвратом конденсата и заменой элеватора на автоматический тепловой пункт. Обосновано повышение энергоэффективности и надежности.

Ключевые слова: теплоснабжение, конденсат, деаэратор, элеваторный узел, тепловой пункт, рециркуляция.

Недостатком известных систем теплоснабжения является наличие технически устаревших узлов регулирования потоков теплоносителя. Одним из путей совершенствования систем теплоснабжения является использование вторичного низкопотенциального теплоносителя (конденсата) для снижения расхода тепла на собственные нужды. Ближайший аналог – схема котельной с паровыми и водогрейными агрегатами для закрытой системы [1]. Схема включает: подачу воды через охладитель продувки (1), подогреватели (2,3,4), химводоочистку (4), деаэраторы (6 и 7). Конденсат частично возвращается, но часть сбрасывается. Температура у потребителя (8) регулируется элеваторным узлом (9). Принципиальная тепловая схема котельной с паровыми и водогрейными котельными агрегатами для закрытой системы теплоснабжения представлена на рис. 1.

К недостаткам существующей схемы можно отнести следующее:

1. Потеря конденсата: после охладителя выпара (2) конденсат сбрасывается в барботер (10) и слив (11) без возврата.

2. Потеря выпара: пар из деаэрата (7) удаляется в атмосферу без полезного использования.

3. Неактуальность элеватора (9): невозможность регулировки объема тепла, сложность монтажа (требуется перепад >0,5 бар), низкий КПД.

Для повышения эффективности работы данной схемы предлагается заменить элеваторный узел (9) на автоматизированный индивидуальный тепловой пункт, который обеспечивает:

- автоматическое регулирование температуры и давления;
- гидравлическую увязку систем отопления, вентиляции и ГВС;
- защиту от аварийных перепадов;
- качественно-количественное регулирование.

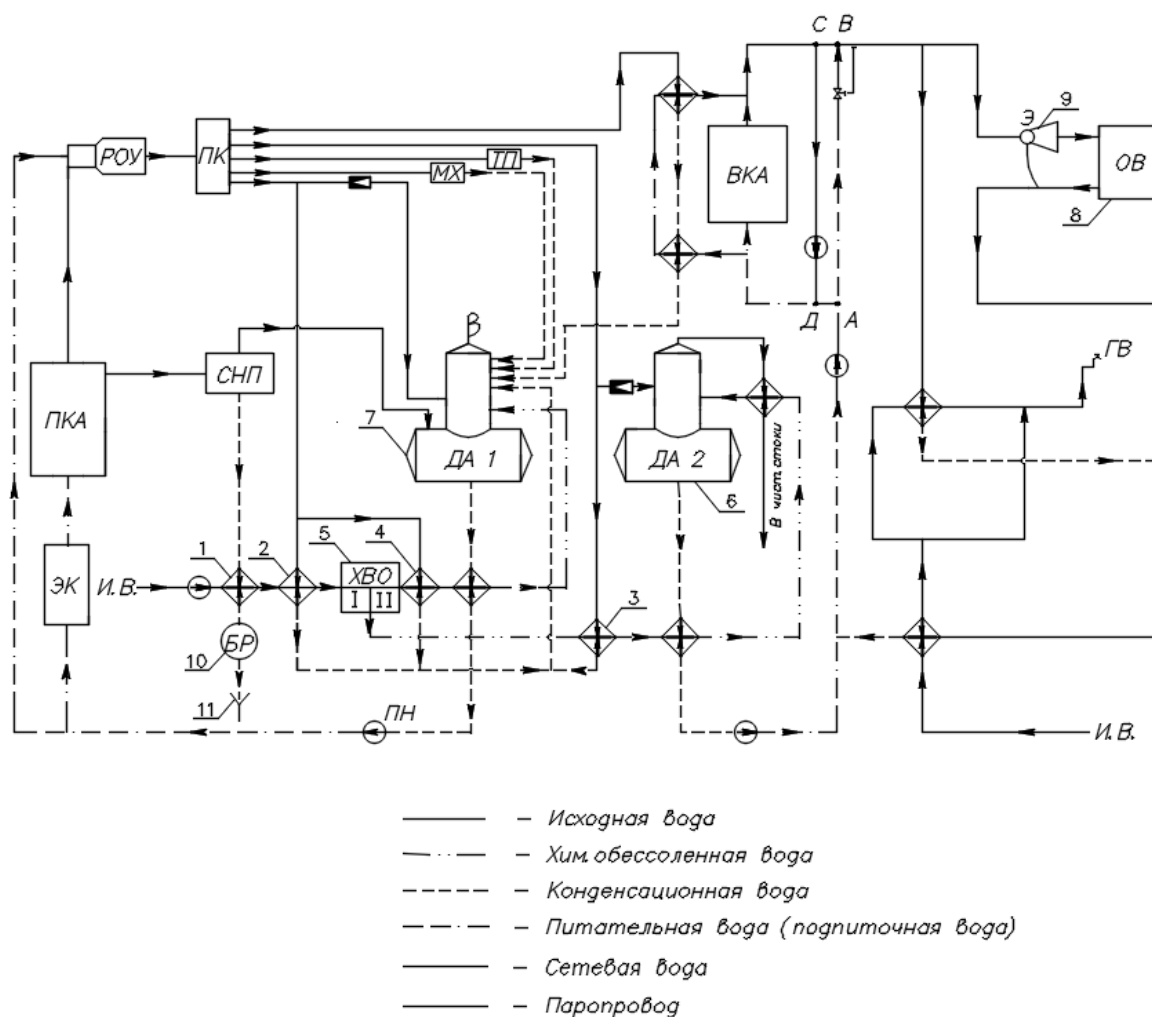


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема котельной с паровыми и водогрейными котельными агрегатами для закрытой системы теплоснабжения

Техническим результатом проведенной модернизации схемы котельной с паровыми и водогрейными котельными агрегатами для закрытой системы теплоснабжения является:

- Повышение энергоэффективности за счет возврата конденсата и тепла выпара.
- Снижение расхода химочищенной воды.
- Точное автоматическое регулирование параметров у потребителя.
- Повышение надежности системы.

Модернизация схемы – возврат конденсата, утилизация выпара и замена элеватора на ИТП – является технически и экономически обоснованной. Это позволяет перейти к современному уровню управления теплоснабжением с повышением КПД и надежности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин В.М. Расчет и эксплуатация теплоэнергетического оборудования котельных: Учеб. пособие/ВолгГАСУ. Волгоград, 2004. 228 с. ISBN 5-98276-048-х

АНАЛИЗ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРЕЛОК НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО БРЕНДА ТЕГА

Литвинова Е.Д. (ТГВ-1-22)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Ефремова Т.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Проведен сравнительный анализ промышленных горелок, разработанных в СНГ и брендом ТЕГА.

Ключевые слова: газогорелочное устройство, основные показатели, промышленные горелки, длина факела, мощность.

Одним из основных элементов теплового агрегата, отвечающим за процесс сжигания газа, является газогорелочное устройство. На сегодняшний день существует большое количество горелок для различных целей и условий работы.

В последнее время на рынке газогорелочных устройств появились новые горелки ТЕГА, разработанные суббрендом ООО «Термогаз». Новые горелки призваны улучшить качество сжигания газообразного топлива по сравнению с уже существующими и эксплуатируемыми в странах СНГ промышленных горелок. Область применения блочных горелок ТЕГА охватывает такие сферы промышленности как: энергетика, отопление и водоснабжение, промышленность по переработке отходов, химическая, сельскохозяйственная, пищевая, целлюлозно-бумажная, металлургическая, стекольная, производство строительных материалов.

Наиболее близкими по конструкции и принципу работы к горелкам ТЕГА с плавно-двухступенчатым механическим (электронным) регулированием являются горелки с регулируемым смещением ГТТ ВостИО для туннельных печей и обжига, КПТИ, ГРФ для печей крупных слитков, ГСТ для печей обжига силикатных изделий, ГПГ НПО Промгаз. Регулирование длины факела осуществляется за счёт перераспределения воздушных потоков при перемещении дросселя, имеющего привод; подвижного газораспределительного дроссельного клапана; трубы с механизмом перемещения и туннелем, соплом, состоящим из центральной прямооточной втулки и кольцевого завихрителя с лопатками; перенаправления газа в центральное сопло или в периферийный коллектор. В остальном конструкция горелок однообразна и проста: корпус, воздушное сопло, газовое сопло, завихритель воздуха [1].

Горелки ТЕГА поставляются единым блоком, состоящим из стакана огневой головы, блока управления, электродвигателя, розжига, вентилятора, электрода обнаружения пламени. Могут изготавливаться как с одноступенчатой горелкой, так и плавно-двухступенчатой горелкой, которая позволяет работать на высокой и низкой мощности в зависимости от потребностей в тепле. Регулирование давления газа происходит при помощи газовой рампы, оснащенной фильтром [2].

Таблица 1

Сравнение основных показателей горелочных устройств

Мощность, кВт	Длина пламени, м	Габариты, мм	Вес, кг	Мощность, кВт	Длина пламени, м	Габариты, мм	Вес, кг
ГПГ				ТЕГА			
100	0,36/0,86	458x222x110	7,2	120	0,45/0,70	377x230x90	10,5
200	0,69/1,27	476x232x133	8,4	205	0,55/0,82	455x302x126	13
ГТТ				ТЕГА			
372,2	0,95/1,20	1420x617x89	26,8	390	0,58/1,12	818x410x140	38
1023	1,00/1,60	1420x617x127	28,5	1163	0,75/1,78	1187x588x180	79
КПТИ				ТЕГА			
3500	1,08/5,40	2000x536x280	135	3600	1,80/3,20	1775x758x313	250
14500	2,20/10,8	3500x850x495	496	15500	2,45/6,40	2306x1452x490	870

По итогу сравнения можно выделить следующие изменения. Более чем в два раза выросла масса горелочных устройств из-за добавления в конструкцию вентилятора и электронных датчиков. Это исключает необходимость дополнительного подбора аппаратуры на горелку. Соотношение габаритных размеров изменилось, однако в сумме осталось равным СНГ моделям. Горелки стали короче, но выше. Длина пламени у горелок тепловой мощностью до 2000 кВт уменьшилась, при этом диапазон длин на малой мощности стал уже, а на высокой шире. На мощности более 2000 кВт разбег длин сузился. Таким образом, бренд ТЕГА стремится обеспечить более стабильное горение и уменьшить потери тепла, чему свидетельствует снижение максимальной длины пламени у моделей тепловой мощностью по сравнению с существующими горелками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горелочные устройства промышленных печей и топок (конструкции и технические характеристики). Справочник/А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, Т.В. Калинова. М.: Интермет Инжиниринг, 1999. 560 с.
2. Каталог ООО «ТЕРМОГАЗ» / ТЕГА Горелки промышленные ТЕРМОГАЗ.

УДК 004.314.3

ПОДБОР БУФЕРНОГО НАКОПИТЕЛЬНОГО БАКА МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ДЛЯ АВАРИЙНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Литвинова Е.Д. (ТГВ-1-22)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Кондауров П.П.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассмотрен метод подбора буферного накопительного бака для создания аварийного резерва системы отопления здания.

Ключевые слова: бак аккумулятор, потребитель, расход теплоты.

Во время аварии на источнике теплоснабжения или в тепловой сети, подача тепла к потребителю прекращается. Для поддержания допустимых параметров в отапливаемых помещениях и сохранения работоспособности системы отопления в зимний период, допускается устанавливать баки аккумуляторы теплоты, которые будут подпитывать систему отопления на время ликвидации аварии.

Целью работы является получение графической зависимости для подбора и установки баков аккумуляторов у потребителя теплоты. В качестве потребителей для построения графиков были выбраны: 1-этажное здание общей площадью 84 м², 5-ти этажное здание 7860 м², 9-ти этажное здание, построенное после 2000 года, общей площадью 12471 м² и 12-ти этажное здание на 37944 м². Расчёт произведён на температуру наружного воздуха в холодный период года от -15 °С до -55 °С.

Согласно СП 373.1325800.2018 «Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования» здания II категории - жилые и общественные - допускается снижение температуры в отапливаемых помещениях до 12 °С, но не более 54 часов, на период ликвидации аварии [1]. За расчётный был выбран максимальный расход теплоты, Вт, на отопление:

$$Q_{\text{тпmax}} = q_0 \cdot F \cdot (1 + k_1),$$

где q_0 – ориентировочный укрупненный показатель удельного расхода теплоты на 1 м², Вт/м²; F – общая площадь, м²; k_1 – при отсутствии данных следует принимать равным 0,25 [1].

Получаем результаты от $Q_{\text{тпmax}}^{-15^{\circ}\text{C}}$ до $Q_{\text{тпmax}}^{-55^{\circ}\text{C}}$, кВт.

Определяем массовый расход воды на отопление, л/ч:

$$G = \frac{Q}{c \cdot \Delta t},$$

где Q – тепловая мощность системы, кВт; c – удельная теплоемкость воды, 4,187 кВт/кг°С; Δt – разность температур, °С, для учёта остывания воды в системе отопления температура бака снизится 95-40 °С [1].

Объём накопительного бака был рассчитан на 54 часа и отнесён к 1 м² общей площади здания.

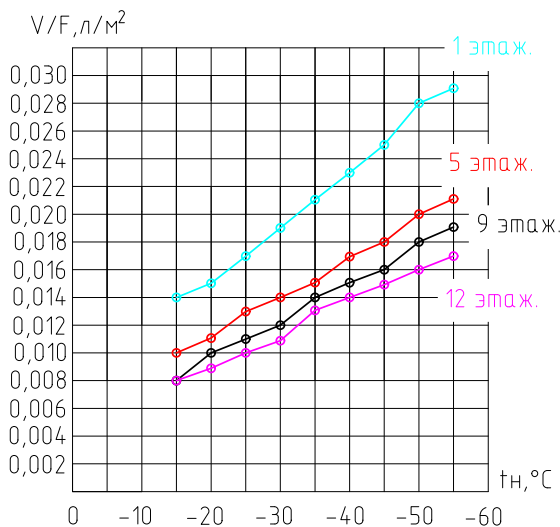


Рис. 1. График зависимости отношения объёма бака к общей площади здания от температуры наружного воздуха

Таким образом, чем меньше этажность многоэтажного здания, тем больший объём накопительного бака необходим для поддержания температуры системы отопления в период ликвидации аварии (рис. 1).

В заключении хотелось бы отметить, что область применения буферного накопительного бака велика. Помимо использования бака в качестве аварийного резерва, его наличие в системе позволит снизить расход тепловой энергии от источника, осуществлять плавное регулирование в период пиковых нагрузок. Так же бак может применяться как основной или дополнительный теплообменник в системах отопления и горячего водоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 373.1325800.2018 Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования. 36с.

УДК 628.33

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Мирошников А.А., Зубов А.А. (2-ТЭФ-24ТЭФ-102М)
Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ТОТиГ Котова Е.В.
Самарский государственный технический университет

Рассмотрено применение жидкого теплоизоляционного материала в роли альтернативы дорогостоящим теплоизоляционным материалам для снижения целевого показателя «Небаланс и сверхнормативные потери».

Ключевые слова: тепловые потери, варианты теплоизоляции, жидкая тепловая изоляция (ЖТМ), теплоизоляционные свойства, термочехлы, экономический эффект

Известные способы снижения тепловых потерь: корректировка температурного графика; оптимизация тепловой сети; качественная теплоизоляция ключевых элементов системы (трубопроводов, запорной арматуры, ёмкостей, узлов соединения). Среди вариантов теплоизоляции выделяют: термочехлы — готовые съёмные конструкции, которые изготавливают под конкретные узлы (задвижки, фланцы); минеральная вата — рулонный или плитный материал, хорошо пропускающий пар, но требовательный к условиям монтажа и эксплуатации; жидкая теплоизоляция (ЖТМ) — композитное покрытие на полимерной основе, которое наносится как краска.

Основные преимущества жидкой тепловой изоляции заключаются в легком нанесении на поверхность любой конфигурации, слой теплоизоляции имеет низкую толщину (от 0,4 до 3,5 мм), что не создаёт лишней нагрузки на конструкции. Покрытие бесшовное, что исключает появление «мостиков холода». ЖТМ защищает металл от коррозии, не пропускает влагу и воздух. Перед ремонтом оборудования, в некоторых случаях, необходимо удалять

слой изоляции, что требует сложных приспособлений или длительной остановки оборудования, применение ЖТМ позволяет избежать указанных трудностей. Жидкая теплоизоляция — это высокотехнологичный материал, содержащий акриловые полимеры, которые образуют прочную, эластичную плёнку. Ключевой элемент состава — микросферы: керамические, стеклянные или полимерные, внутри каждой сферы — вакуум или разрежённый газ, крайне низкой теплопроводности. Микросферы и обеспечивают главный эффект: отражение инфракрасного излучения, препятствие переносу тепла теплопроводностью. Покрытие подходит для металла, оно остаётся эластичным при температурных деформациях, не отслаивается и не трескается. Благодаря этому ЖТМ особенно эффективна там, где другие решения дают сбой: на запорной арматуре (задвижках, клапанах), фланцевых соединениях, криволинейных участках трубопроводов, оборудовании с частыми температурными циклами. Жидкая теплоизоляция показывает хороший экономический эффект, результаты расчетов приведены в таблице 1

Таблица 1

Диаметр, мм	Кол-во, шт	Общая площадь, м ²	Материальные затраты		Экономические показатели	
			Расход ЖТМ, л	Стоимость, руб	Сокр. Теп- лопотерь, Гкал/год	Экономия, руб/год
50	107	0,84	3,3	2072	9,2	11 969
80	30	0,60	2,4	1490	6,6	8 586
100	42	1,32	5,2	3254	14,5	18 864
150	36	2,55	10,1	6281	27,8	36 168
200	28	3,52	13,9	8684	38,4	49 958
250	6	1,18	4,7	2891	12,9	16 782
300	14	3,96	15,7	9771	43,3	56 333
400	10	5,03	19,9	12467	55,0	71 555
ИТОГО	273	19,0	75,2	46910	207,5	269 942

Проведенное исследование по основным показателям для термочехлов и ЖТМ позволяет привести результаты сравнения двух вариантов изоляции в таблице 2.

Таблица 2

Вид изоляции	Экономия тепл-ой энергии, руб/год	Затраты на оборудование, руб
ЖТМ	269 942	46 910
Термочехол	245 758	3 517 256

В заключении отметим, что жидкая теплоизоляция позволяет снизить показатель «Небаланс и сверхнормативные потери» в соответствии с требованиями Департамента энергетики ПАО НК «Роснефть»; выполнить целевые показатели Бизнес-плана на 2026–2030 гг.; повысить энергоэффективность предприятия при оптимизации затрат. ЖТМ сочетает технологическую эффективность, экономическую выгоду и удобство эксплуатации, что делает её рациональным выбором для предприятий теплоэнергетики и нефтепереработки [1, 2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Характеристики материала. Режим доступа: <https://korundrf.ru> (Дата обращения: 05.01.2026).
2. Методика расчётов. Режим доступа: https://ptitweb.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/kniga_sp_tsn_nikolaev.pdf (Дата обращения: 12.01.2026).

УДК: 697.1:622.276.04

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И УСТРОЙСТВ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

¹Нестеренко С. В., генеральный директор ООО «Волгограднефтепроект»

¹Федоров В. В., зам. генерального директора ООО «Волгограднефтепроект»

²Фокин В. М., д.т.н., профессор кафедры ЭТиТГСВ

²Евстафьева Н.Ю., к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ

¹ООО «Волгограднефтепроект»

²Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье приведены основные мероприятия энергетического аудита по энергосбережению и совершенствованию теплотехнических устройств, для систем теплоснабжения морских нефтегазоконденсатных месторождений.

Ключевые слова: энергетический аудит, энергосбережение, теплотехнические устройства, морские нефтегазовые месторождения.

Энергетический аудит теплоэнергетических систем включает в себя:

- разработку экспериментального стенда и методик проведения энергоаудита теплоэнергетических систем теплоснабжения;
- разработку мероприятий энергосбережения и совершенствования теплоэнергетических систем теплоснабжения.

Совершенствование систем теплоснабжения, отопления и горячего водоснабжения на морских нефтегазоконденсатных месторождениях включает в себя несколько этапов. Этап аналитического и документального обследования включает в себя:

- геолого-промысловую характеристику скважин месторождения;
- обзор и анализ информации о теплотехническом оборудовании, системах теплоснабжения, режимах его работы;
- обзор и анализ скважин по флюидам (вода, нефть, газ и др.), а именно: глубина скважины, пластовая температура флюида и температура флюида на устье, дебит флюида, срок эксплуатации скважин и др.;
- обзор и анализ показателей энергоэффективности по технологическому процессу сепарации флюида;
- обзор и анализ зависимости плотности, вязкости, давления, температуры воды, нефти и газа после ступеней сепарации флюида;

- обзор и анализ потребления природного газа и моторных топлив (после сепарации) на собственные нужды основного и вспомогательных производств, а также тепловых потерь по основным технологическим процессам;
- обзор и анализ оборудования систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, теплообменников в режимах потребления и генерации;
- обзор и анализ теплогенерирующих установок (котельных агрегатов), а также технологического (топливо использующего) оборудования;
- обзор и анализ использования вторичных энергоресурсов, альтернативных топлив и возобновляемых источников энергии;
- разработка перечня мероприятий по энергосбережению и совершенствованию флюидных теплотехнических устройств, для систем теплоснабжения морских нефтегазоконденсатных месторождений.

В качестве исследуемого объекта выбрана стационарная платформа, расположенная на российском участке дна Каспийского моря, которая является частью комплекса объектов обустройства нефтегазоконденсатного месторождения Каспийского шельфа [1]. Обзор и анализ полученной или собранной информации объектов обустройства, позволяет заключить следующее.

Для нагрева воды различного назначения применяются паровые, водяные, а также в значительных количествах — электрические. Для подвода тепловой энергии к потребителям использована система теплоснабжения: нагреватели воздуха жидкостные системы общесудовой вентиляции; нагреватели воздуха жидкостные системы технологической вентиляции; жидкостные нагревательные секции центральных кондиционеров системы кондиционирования; змеевики обогрева цистерн; нагреватели для тепловых завес; рабочие зоны на открытых и полукрытых пространствах бурового модуля; установка подготовки топливного газа [2]. В качестве нагревателей воздуха в системе воздушного отопления приняты жидкостные и электрические нагреватели воздуха, установленные в помещениях для вентиляционного оборудования. Нагреватель воздуха системы воздушного отопления — жидкостной или электрический, и основан на компоновочных решениях по системам вентиляции и кондиционирования [3].

Снабжение потребителей горячей водой обеспечивается при помощи проточных электронагревателей, установленных непосредственно перед потребителями. По переходной галерее предусмотрена прокладка трубопроводов различного назначения и с соответствующими параметрами. Для получения пара установлены электрические парогенераторы производительностью 350 кг/ч пара каждый. Для обеспечения теплом потребителей объектов обустройства установлена модульная двух топливная котельная установка, состоящая из двух котлоагрегатов по 6,0 МВт каждый и вспомогательного оборудования. В качестве топлива используется дизельное топливо и топливный нефтяной газ. Для подготовки топливного газа имеется установка подготовки топливного газа, поступающего для газлифта. В качестве теплоносителя в системе используется незамерзающий гликолевый теплоноситель с антикоррозионными присадками, способное обеспечить, при соответствующей концен-

трации водного раствора, надежную эксплуатацию в диапазоне до 150 °С и давлении 1,6 МПа. Применение в системе теплоснабжения незамерзающего теплоносителя является мероприятием по защите от замораживания оборудования, арматуры и трубопроводов.

Снабжение потребителей горячей водой обеспечивается при помощи проточных электронагревателей, установленных непосредственно перед потребителями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям). Безруких П.П. и др. под ред. Безруких П.П. Москва: ИАЦ Энергия, 2007. 272 с.
2. Фокин В.М., Бодрова Е.В. Геотермальные устройства в системах теплоснабжения. Монография. Волгоград. ВолгГАСУ. 2011. 100 с.
3. Лобков А.М. Сбор и обработка нефти и газа на промысле. М.: Недра, 1968. 284 с.

УДК: 699.8:331.101.1

ОСОБЕННОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОЩУЩЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

¹Попова А.Д. (10 «Г» кл.)

Научный руководитель — д.т.н., профессор кафедры ЭТиТГСВ ²Фокин В.М.

¹МОУ Лицей № 9 им. А.Н. Неверова Дзержинского района Волгограда

²Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются условия пребывания человека в окружающей его среде. Особый интерес для человека представляет материал (вещество), с помощью которого человек может защитить себя от избыточного или болевого ощущения температуры, звукового давления, светового излучения и т.п.

Ключевые слова: окружающая среда, теплоизоляция, звукоизоляция, теплозащитные материалы, светозащитные материалы.

Эргономика среды, эргономические показатели теплозащитных материалов, физиология человека, чаще всего включают температурные, акустические и световые ощущения. Комфортные условия пребывания человека в окружающей его среде обеспечиваются определенными теплоизоляционными, звукоизоляционными, теплозащитными и светозащитными материалами. Наиболее эффективными изоляторами для звукоизоляции и термоизоляции могут служить органические пористые теплоизоляционные и звукоизоляционные материалы, имеющие определенные тепло-звукофизические свойства.

Вебер Э.Г. — один из основателей психофизики, на основе экспериментальных наблюдений разработал ряд методик и приборов для опытного изучения органов чувств человека (эстезиометр), а также определил наличие за-

кономерных соотношений между силой воздействия внешних физических раздражителей и вызываемыми ими субъективными ощущениями.

Фехнер Г.Т. – основоположник психофизиологии и психофизики, на основе экспериментальных наблюдений Эрнста Вебера сформулировал «основной закон психофизики или восприятия», устанавливающий логарифмическую зависимость между интенсивностью раздражителя и параметром субъективного ощущения.

Если закон представить в графическом виде, то логарифмическая кривая будет стремиться к области, которую характеризует адаптация человека к воздействию стимула. В физиологии это понятие носит название «порога» (например, болевого, если речь идет о болевом воздействии), когда изменение параметра стимула уже не приводит к адекватной оценке этого изменения, оно практически не замечается. Закон справедлив для любых раздражителей: звука, температуры, света, обаяния и др. Особый интерес для человека представляет материал (вещество), с помощью которого человек может защитить себя от избыточного или болевого ощущения температуры, звукового давления, светового излучения и т.п.

Акустические (звуковые) и температурные колебания (волны) распространяются в телах по закону косинуса. Отметим, что еще в 1729 году Пьер Бугер в законе затухания плоских волн (закон Бугера), установил, что линейный коэффициент половинного поглощения волн: $kx = 0,69$. Известно, что тепловая энергия передается во всем диапазоне электромагнитных волн. Акустическое ощущение, при определенных условиях, вредно воздействует на организм человека. В зависимости от среды, в которой распространяются шумы (звуки), различают: воздушные – распространяющиеся в воздушной среде, и структурные – распространяющиеся в твердых телах. Структурные шумы (звуки) воспринимаются главным образом в том случае, когда они преобразуются в воздушные звуки. Особым видом структурных шумов являются ударные звуковые волны, возникающие при прямом воздействии ударов по строительным конструкциям зданий и сооружений. Степень физиологического воздействия на человека зависит от интенсивности шума, его частотного диапазона и длительности действия. Проблема защиты человека от шума должна решаться совместно технологами и конструкторами, так как для ее решения необходимо не только наличие акустических материалов, но и правильное их применение.

Световое ощущение человека, как и температурное, также подтверждает степень темпа восприятия электромагнитных волн. Установлено, что когда человек из темноты выходит на свет, то зрачки глаз сужаются в течение 5 с, и наоборот, когда человек со света входит в темное помещение, то зрачки глаз для восприятия или ощущения расширяются в течение 5 минут. Глаза человека воспринимают электромагнитные волны только светового видимого излучения в диапазоне: 0,38...0,76 мкм ($1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$), с которыми переносится до 40 % тепловой энергии. Однако, наибольшую чувствительность глаза

человека имеют к желто-зеленому цвету, к волнам длиной — 0,555 мкм. Эта чувствительность условно принята за единицу.

Восприятие температурных градиентов человеком напрямую связано с обилием нервных окончаний в организме. Каждый такой датчик при контакте со средой, чья температура отличается от телесной, генерирует электрический нейронный сигнал. Мозг, получая эту информацию, проводит ее многоуровневый анализ, что и позволяет субъекту осознать тепловое воздействие. Термическая чувствительность варьируется в зависимости от участка тела, а итоговое восприятие определяется множеством сопутствующих факторов. Более того, реакция на одни и те же температурные стимулы глубоко индивидуальна (каждый адепт — уникален). Так, один человек предпочитает пить холодную воду, другой — почти кипяток, и для каждого это абсолютная норма. Одни легко ныряют в зимнюю прорубь, другие адаптированы к воде с температурой $\approx +50$ °С. Пределы воспринимаемых организмом температур можно обозначить лишь ориентировочно. Например, для спортивных занятий в бассейне оптимальной признана вода в диапазоне $+26 - 28$ °С. Данная величина обусловлена активными движениями пловца и высоким показателем теплоотдачи от жидкости к телу — порядка $1500 - 2000$ Вт/(м²·К). Выход за эти рамки в сторону повышения чреват перегревом, а при значениях ниже $+(16...20)$ °С и длительном нахождении — переохлаждением. При температуре воды порядка $+(5...10)$ °С, в среднем человек может продержаться порядка 10...15 мин [1]. Поэтому для обеспечения длительного пребывания в холодной воде, используют и применяют теплоизоляционные костюмы. Время пребывания человека в холодной воде зависит от температуры воды, толщины гидрокостюма и его теплофизических свойств (ТФС), а также от психологических особенностей человека или ситуации (страх, шок).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин, В.М. Тепловзвучная аналогия / В.М. Фокин, А.В. Ковылин, Д.Г. Усадский. Санкт-Петербург: Издательство «Наукоемкие технологии», 2023. 263 с.

УДК 691.534

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ФУНКЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Рустамова Д.Б., докторант PhD

Межотраслевой институт прикладных технических квалификаций Беларусь-Узбекистан
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Научный руководитель — к.т.н., проф. кафедры СиИОС Сатторов З.М.

Ташкентский архитектурно-строительный университет
г. Ташкент, Республика Узбекистан

В статье рассматриваются классификация и основные функции теплоизоляционных сухих строительных смесей. Приведены их виды по вяжущему, заполнителю, плотности

и области применения. Особое внимание уделено теплоизоляционным, энергосберегающим и защитным свойствам материалов. Показано, что данные смеси повышают энергоэффективность зданий, снижают теплопотери и улучшают эксплуатационные характеристики строительных конструкций.

Ключевые слова: заполнитель, конструкция, плотность, прочность, строительные материалы, строительные смеси, сухие смеси, температура, теплоизоляция, теплопроводность, ячеистый бетон.

Современное строительство развивается в направлении повышения энергоэффективности зданий и сооружений, что связано с необходимостью снижения теплопотерь, экономии энергоресурсов и обеспечения комфортного микроклимата внутри помещений. В этих условиях особую роль играют теплоизоляционные сухие строительные смеси, применяемые для ограждающих конструкций зданий, включая стены из ячеистого бетона и газобетонных изделий [1 – 9].

Теплоизоляционные сухие строительные смеси представляют собой многокомпонентные композиционные материалы заводского изготовления, состоящие из вяжущего вещества, легких заполнителей, минеральных наполнителей и модифицирующих добавок. Их основная функция заключается в формировании слоя с пониженной теплопроводностью, обеспечивающего снижение теплопотерь через строительные конструкции. Классификация теплоизоляционных сухих строительных смесей осуществляется по нескольким основным признакам: виду вяжущего, типу заполнителя, плотности, назначению и области применения [10 – 13].

В зависимости от вида вяжущего различают следующие группы смесей: цементные теплоизоляционные смеси; гипсовые смеси; известковые смеси; полимер-модифицированные смеси; комбинированные системы (цементно-полимерные, гипсо-полимерные). Цементные смеси обладают высокой прочностью и влагостойкостью. Гипсовые отличаются экологичностью и хорошей паропроницаемостью. Полимер-модифицированные системы характеризуются повышенной эластичностью и адгезией. Заполнитель определяет основные теплоизоляционные свойства материала: природные пористые заполнители (перлит, вермикулит, пемза); искусственные легкие заполнители (керамзит); полимерные микросферы (пенополистирол); наноструктурированные материалы (аэрогели); смешанные заполнители. Пористые заполнители создают воздушные включения, что снижает теплопроводность материала. По плотности смеси подразделяются на: очень легкие (до 500 кг/м^3); легкие ($500\text{-}800 \text{ кг/м}^3$); облегченные ($800\text{-}1200 \text{ кг/м}^3$). Снижение плотности напрямую связано с уменьшением теплопроводности, однако может снижать прочностные характеристики.

По назначению в зависимости от функционального назначения выделяют: теплоизоляционные штукатурные смеси; кладочные теплоизоляционные растворы; выравнивающие смеси; ремонтные составы; фасадные теплоизоляционные системы.

По области применения: наружные стены зданий; внутренние перегородки; конструкции из ячеистого бетона и газобетона; промышленные и жилые здания; реконструкция и реставрация сооружений.

Основные функции теплоизоляционных сухих строительных смесей выполняют комплекс функций, направленных на повышение энергоэффективности и долговечности строительных конструкций.

Теплоизоляционная функция заключается в снижении теплопроводности ограждающих конструкций. Это достигается за счет: высокой пористости структуры; наличия воздушных включений; использования легких заполнителей. В результате уменьшаются теплотери через стены и обеспечивается стабильный температурный режим внутри здания.

Энергосберегающая функция снижение теплотерь приводит к уменьшению затрат на отопление и кондиционирование помещений. Это особенно важно для регионов с холодным климатом и резкими перепадами температур.

Защитная функция теплоизоляционные смеси защищают конструкции от: температурных перепадов; влаги и осадков; образования трещин; разрушения структуры материала.

Конструкционно-эксплуатационная функция материалы способствуют: увеличению срока службы конструкций; повышению прочности отделочных слоев; улучшению адгезии; снижению деформаций.

Технологическая функция сухие смеси отличаются высокой технологичностью: удобство хранения и транспортировки; простота приготовления; возможность механизированного нанесения; стабильность характеристик.

Экологическая функция современные теплоизоляционные смеси безопасны для окружающей среды: отсутствие токсичных веществ; использование природных компонентов; соответствие санитарным нормам.

Теплоизоляционные сухие строительные смеси являются важным элементом современного энергоэффективного строительства. Их классификация основана на составе, плотности и области применения. Основные функции материалов направлены на снижение теплотерь, повышение энергоэффективности зданий и обеспечение долговечности строительных конструкций. Применение таких материалов особенно эффективно в конструкциях из ячеистого бетона и газобетона, где требуется сочетание прочности и высоких теплоизоляционных характеристик [14 – 17].

В результате проведенного анализа установлено, что теплоизоляционные сухие строительные смеси являются важным элементом современного энергоэффективного строительства. Их широкое применение обусловлено сочетанием низкой теплопроводности, технологичности и универсальности использования в различных типах строительных конструкций. Систематизация теплоизоляционных смесей показала, что их классификация по виду вяжущего, заполнителя, плотности, назначению и области применения позволяет более точно подбирать материалы в зависимости от условий эксплуатации и требований к ограждающим конструкциям. Это обеспечивает оптимальный

баланс между прочностью, долговечностью и теплоизоляционными свойствами. Анализ функциональных характеристик подтвердил, что основными задачами данных материалов являются снижение теплопотерь, повышение энергоэффективности зданий, защита конструкций от внешних воздействий, а также улучшение эксплуатационных и технологических показателей.

Таким образом, теплоизоляционные сухие строительные смеси можно рассматривать как перспективный класс строительных материалов, применение которых особенно эффективно в современных стеновых системах, включая конструкции из ячеистого бетона и газобетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов / В.Н. Богословский. М.: Книга по Требованию, 2013. С. 416.
2. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2016. 256 с.
3. Гагарин В.Г. Тепловая защита зданий. М.: Изд-во МГСУ. 2018. 312 с.
4. Загороднюк Л.Х. Повышение эффективности сухих строительных смесей с учётом характеристик базовой поверхности. Режим доступа: <https://famous-scientists.ru/dissertation/18835> (Дата обращения: 21.04.2026).
5. Логанина В.И., Фролов М.В., Рябов М.А. Теплозащитные свойства покрытий на основе сухих строительных смесей нового поколения. Вестник МГСУ. 2016. № 5.
6. Щукина Т.В., Копытина М.Ю., Китаев Д.Н., Сухоруких А.С. Теплозащитные свойства покрытий на основе сухих строительных смесей нового поколения. Строительные материалы. Научно-технический и производственный журнал. 2018. № 4, С.71-75.
7. Абрамова А.Ю. Повышение эффективности смесей сухих строительных клеевых на цементном вяжущем. Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-smesei-sukhikh-stroitelnykh-kleev-ykh-na-tsementnom-vyazhushchem> (Дата обращения: 21.04.2026).
8. Король Е.А. Отделочные материалы для ячеистых бетонов М.: Изд-во АСВ, 2015. 198 с.
9. Пашенко А.А. Сухие строительные смеси. Киев: Будівельник, 2012. 224 с.
10. Федосов С.В., Логинов В.И. Долговечность строительных материалов. М.: Стройиздат, 2014. 280 с.
11. Кузнецов Н.И. Экономическая эффективность строительных технологий. М.: Инфра-М, 2017 240 с.
12. Pavlík Z., Černý R. Thermal and hygric properties of lightweight plasters // Construction and Building Materials. 2016. Vol. 112. P. 238–245.
13. Arizzi A., Cultrone G. Durability of lightweight mortars // Cement and Concrete Composites. 2014. Vol. 45. P. 123-135.
14. Smith J. Thermal insulation in dry building mixes. Construction Materials Journal, 21(4), 112-120, 2017.
15. Zhang L., Wang H., Liu Y. Durability of finishing layers in different environmental conditions. Building Research & Information, 47(5), 538-550, 2019.
16. Lee K., Park S. Adhesion and thermal performance of insulating plaster layers. Journal of Building Engineering, 32, 101-110, 2020.
17. Zhang L., Poon C.S. Energy-efficient building materials // Energy and Buildings. 2017. Vol. 152. P. 307-317.

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛЕГКИХ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Сатторов З.М., к.т.н., профессор кафедры СиИОС
Мадраймов Н.А., докторант PhD кафедры СиИОС
Ташкентский архитектурно-строительный университет
г. Ташкент, Республика Узбекистан

В статье рассматриваются современные научные исследования, посвящённые разработке устойчивых и энергоэффективных бетонных материалов с использованием промышленных отходов. Проанализированы результаты исследований, используемые материалы и методы, а также основные полученные результаты, включая показатели прочности, теплопроводности и теплоизоляционных свойств разработанных материалов. Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейшего развития технологий производства экологически безопасных и ресурсосберегающих бетонных материалов для современного строительства.

Ключевые слова: устойчивый бетон, техногенные отходы, зола-уноса, панели SUS-CON, энергоэффективность, строительные материалы.

Введение. В современных условиях устойчивого развития строительной отрасли особое значение приобретает рациональное использование природных ресурсов и снижение негативного воздействия промышленности на окружающую среду. Стремительный рост объемов строительства сопровождается увеличением потребления традиционных строительных материалов, таких как цемент, природный песок и щебень, добыча которых требует значительных энергетических затрат и приводит к истощению природных ресурсов. Одновременно с этим в результате деятельности энергетической, металлургической и других отраслей промышленности образуются значительные объемы техногенных отходов, которые зачастую складываются на отвалах и занимают большие площади, оказывая неблагоприятное воздействие на экологическую ситуацию. Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является вовлечение техногенных отходов в производство строительных материалов, в частности легких бетонных изделий. Использование угольной золы в составе легких бетонных смеси способствует улучшению его эксплуатационных характеристик, в частности повышению прочности, термостойкости, теплоизоляционных свойств и долговечности материала. С целью научного обоснования данного подхода в настоящей работе проанализированы результаты зарубежных исследований, посвященных использованию золы ТЭС в производстве строительных материалов.

1. Vinai R., Soutsos, M., Largo A., Attanasio A., Larraza I., Chozas Liger V., Gupta A. проводили исследование по «Разработка экологически чистого, инновационного и энергоэффективного бетона на основе интеграции всех отходов: панели SUS-CON для строительных применений (Development of sus-

tainable, innovative and energy-efficient concrete, based on the integration of all-waste materials: SUS-CON panels for building applications)». В этой статье исследовании использованы бесцементные щелочно-активированные вяжущие на основе золы-уноса и лёгкие заполнители, полученные из переработанных пластиковых отходов. Проведена оптимизация состава бетонной смеси с учётом параметров производства вяжущего и заполнителей для обеспечения требуемых свойств свежего и затвердевшего бетона. Разработанный состав бетона показал прочность при сжатии около 7 МПа, прочность при изгибе около 1,3 МПа и коэффициент теплопроводности 0,34 Вт/м·К. Полученные характеристики подтверждают возможность промышленного производства сборных строительных элементов. Для практической оценки эффективности были изготовлены сборные панели и построены демонстрационные конструкции размером 2,5×2,5×2,5 м, где проводился мониторинг внутренних и внешних температур. Результаты полевых испытаний показали, что конструкции, выполненные из бетона SUS-CON, обладают более высокими теплоизоляционными свойствами по сравнению с традиционным портландцементным бетоном [1].

2. Hesam Afsoosbiria, Agnieszka Machowska проводили исследование по «Разработка экологически чистого бетона с использованием побочных продуктов в качестве «зеленого» материала и потенциальные решения для обеспечения устойчивости в строительстве из массивного бетона – всесторонний обзор (Development of Sustainable Concrete Using By-Products as a Green Material, and Potential Solutions for Sustainability in Mass Concrete Construction – Comprehensive Review)». В данной работе представлен обзор современных тенденций и перспектив развития устойчивого строительства с применением массивного бетона. Особое внимание уделяется внедрению экологически безопасных технологий, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду за счёт использования промышленных побочных продуктов и вторичных ресурсов в качестве компонентов бетонных смесей. Рассматриваются возможности оптимизации содержания клинкера, применения дополнительных цементирующих материалов и рационального подбора заполнителей, что способствует повышению прочности, долговечности и термической устойчивости бетона. Показано, что грамотный выбор и сочетание материалов позволяют уменьшить вероятность образования температурных трещин, увеличить срок службы конструкций и снизить экологическую нагрузку. Отмечается, что дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку усовершенствованных методов проектирования составов бетонных смесей и формирование стандартизированных подходов к созданию устойчивой строительной инфраструктуры [2].

Цель исследований. Посмотрим цель исследования Vinai R., Soutsos M., Largo A., Attanasio A., Larraza I., Chozas Liger V., Gupta A. «Разработка экологически чистого, инновационного и энергоэффективного бетона на основе интеграции всех отходов: панели SUS-CON для строительных применений (Development of sustainable, innovative and energy-efficient concrete, based on

the integration of all-waste materials: SUS-CON panels for building applications)» является разработка устойчивого, инновационного и энергоэффективного бетона для строительных конструкций на основе комплексного использования отходов материалов. В рамках работы предусматривается создание новых бетонных композитов с применением щелочно-активированных вяжущих и вторичных заполнителей, полученных из переработанных отходов, с целью снижения потребления традиционного цемента и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

Основной задачей исследования является оптимизация состава бетонной смеси для получения требуемых физико-механических и теплоизоляционных свойств материала, а также разработка сборных строительных панелей типа SUS-CON, предназначенных для применения в строительстве энергоэффективных зданий. Кроме того, исследование направлено на оценку эксплуатационных характеристик разработанного бетона, включая прочность, теплопроводность и долговечность, а также на определение его эффективности по сравнению с традиционными портландцементными бетонами. Результаты исследования должны способствовать внедрению экологически безопасных технологий в строительной отрасли, рациональному использованию промышленных отходов и снижению энергетических затрат и выбросов углекислого газа при производстве строительных материалов [1].

Материалы и методы исследования. Методика исследования включала подбор и оптимизацию состава бетонной смеси с учётом соотношения вяжущего, заполнителей, воды и активирующих компонентов. Для определения оптимального состава были проведены лабораторные испытания, направленные на изучение свойств как свежей, так и затвердевшей бетонной смеси. Свежая смесь оценивалась по показателям подвижности, однородности и технологичности, тогда как затвердевший бетон исследовался по показателям прочности при сжатии, прочности при изгибе, плотности и теплопроводности. Для практической оценки эффективности разработанного материала были изготовлены сборные строительные панели типа SUS-CON, предназначенные для использования в ограждающих конструкциях зданий. Экспериментальные образцы панелей были применены при создании демонстрационных конструкций, где проводился мониторинг температурных режимов внутри и снаружи сооружений. Сравнительный анализ выполнялся с аналогичными конструкциями, изготовленными из традиционного портландцементного бетона, что позволило оценить теплоизоляционные свойства и энергетическую эффективность разработанного материала.

Полученные экспериментальные результаты были обработаны и проанализированы с целью определения оптимальных технологических параметров производства устойчивого бетона и оценки перспектив его применения в современном строительстве. Проведённый анализ научных исследований показал, что применение промышленных отходов и вторичных ресурсов при производстве бетонных материалов является одним из перспективных направлений развития устойчивого строительства [3-4].

Таким образом, результаты рассмотренных исследований подтверждают, что использование техногенных отходов в производстве бетонных материалов способствует созданию экологически безопасных, энергоэффективных и ресурсосберегающих строительных технологий. Дальнейшие научные исследования в данном направлении должны быть направлены на совершенствование составов бетонных смесей, разработку новых видов экологически безопасных и ресурсосберегающих бетонных материалов, а также внедрение стандартизированных методов технологий производства для современного строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Vinai R., Soutsos M., Largo A., Attanasio A., Larraza I., Chozas Ligerio V., Gupta A. // 9th International Concrete Conference 2016: Environment, Efficiency and Economic Challenges for Concrete. // Peer reviewed version. // pp-13.
2. Hesam Afsoosbiri, Agnieszka Machowska // Development of Sustainable Concrete Using By-Products as a Green Material, and Potential Solutions for Sustainability in Mass Concrete Construction – Comprehensive Review. Sustainability 2025, 17, 9983. // Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/su17229983> (Дата обращения: 21.04.2026).
3. Сатторов З.М., Мадраймов Н.А. Энергия и ресурсосберегающие ячеистые бетоны на основе угольной золы тепловых электростанций: физические и физико-механические свойства // Производство инновационных строительных материалов на основе местных сырьевых ресурсов. Сборник статей Международного научно-практического форума. Ташкент 15-16 октября 2024 г. С 171-180.
4. Сатторов З.М., Мадраймов Н.А. Энерго- и ресурсосберегающий пенозолобетон необходимость изучения свойства // В строительстве энерго- и ресурсосберегающих зданий современное строительство материалы и технологии. Сборник статей Международного научно-практического форума. Фергана 19-20 декабря 2024 г. С 401-404.

УДК: 697.27:621.362

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Стефаненко Н.И., зав. лабораторий кафедры ЭТиТГСВ
Колесников Ф.А., аспирант кафедры ЭТиТГСВ
Усадский Д.Г., к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ
Фокин В.М., д.т.н., профессор кафедры ЭТиТГСВ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматриваются термоэлектрические устройства, предназначенные для получения электрической энергии, не зависящей от внешних источников энергоснабжения, а также для расширения функциональных и эксплуатационных возможностей системы отопления, в части дальнейшего использования полученной электрической энергии в стеклопакетах для снижения тепловых потерь в окружающую среду.

Ключевые слова: термоэлектрические устройства, генераторы тока, электрическая энергия, внешние источники энергоснабжения.

Принцип действия термоэлектрических устройств основан на использовании разницы температур для выработки тока, что позволяет обеспечить энергоснабжение без привязки к внешним источникам. Подобные генераторы (ТЭГ) осуществляют трансформацию тепла в электричество без промежуточных этапов. Универсальность таких генераторов обусловлена возможностью утилизировать любые тепловые потоки, включая низкопотенциальное тепло. В ситуациях с малым перепадом температур, когда альтернативные способы преобразования оказываются бесперспективными, ТЭГ остаются единственным работоспособным решением.

Сущность получения электроэнергии в термоэлектрических преобразователях заключается в устройстве, которое установлено в зоне разницы температур подающих и обратных трубопроводов системы теплоснабжения или в зоне разницы температур нагретых трубопроводов и наружного воздуха [1]. Аналогичный принцип работы имеют термопары или тепломеры, которые используются для выработки электроэнергии. Для этого большой массив термопар соединяют последовательно, место соединения нагревают, а свободные концы дополнительно охлаждают и присоединяют к массивным пластинам из алюминия или меди, чтобы ещё больше охладить и увеличить разницу температур между горячим и холодным концом. Термоэлектрические преобразователи предназначены для расширения функциональных и эксплуатационных возможностей системы отопления, в части дальнейшего использования полученной электрической энергии в стеклопакетах для снижения тепловых потерь в окружающую среду. Термоэлектрические преобразователи могут быть использованы в системах отопления и горячего водоснабжения зданий различного назначения.

Некоторые преимущества термоэлектрических устройств:

- работа совершается электрическим током, а теплота может добавляться или отводиться при контроле направления теплового потока, что исключает использование вредных для окружающей среды веществ;
- бесшумность, компактность и лёгкость перехода из режима охлаждения в режим нагрева, возможность работы в любом пространственном положении и установки в системах отопления и горячего водоснабжения;
- увеличенный срок службы устройства, ввиду отсутствия движущихся частей, что снижает требования к техническому обслуживанию;
- устройство может одновременно обеспечивать работу электроприборов с низким энергопотреблением, например светодиодных ламп или нагревательных элементов в стеклопакетах, что позволяет сократить энергопотребление от электросети;
- малая инерционность, что позволяет применять преобразователи для регистрации быстропротекающих процессов;
- устройство имеет малую материалоемкость, высокую технологичность и точность измерения температуры на уровне $\pm 0,01$ °C.

Некоторые недостатки термоэлектрических преобразователей:

— возникновение термоэлектрической неоднородности из-за резких перепадов температур, механических напряжений, коррозии и химических процессов в проводниках, что приводит к изменению градуировочной характеристики и погрешностям до 5 °С;

— эффект «антенны», который возникает при большой длине термопарных и удлинительных проводов и связан с электромагнитными полями;

— эффект Пельтье, когда в момент снятия показаний необходимо исключить протекание тока через термопару, так как ток, протекающий через неё, охлаждает горячий спай и разогревает холодный.

Нельзя однозначно сказать, какие материалы термопары наиболее устойчивы к длине, так как выбор материала зависит от требуемого диапазона температур, стабильности характеристик и стоимости. Для обычных термопар используют недорогие металлы и сплавы (никель, хром, алюминий, медь, железо). Для стеклопакетов и их особенностям применительно использовать некоторые типы термопар: «хромель-капель», которые обладают высокой чувствительностью и стабильностью, а также «хромель-алюмель», которая недорогая и устойчива к деформации.

Чтобы минимизировать эффект «антенны» в термопарах, используют следующие методы:

— применение удлинительных или компенсационных проводов с улучшенными характеристиками, которые минимизируют потери сигнала даже при значительном увеличении длины;

— обеспечение минимального температурного градиента вдоль провода чтобы исключить механические повреждения при натяжении;

— использование экранированной витой пары для подключения к термопаре и хорошее заземление для поглощения электромагнитных полей;

— применение термопар с высоким коэффициентом подавления помех.

На точность измерений также влияют характеристики материалов термопары и температурные изменения по всей длине проводника. При выборе удлинительного провода для термопары необходимо учитывать факторы:

— совместимость материалов, когда удлинительный провод должен быть изготовлен из материалов, близких или похожих на основной провод термопары (например, для термопары типа ХК требуется удлинительный провод типа ХК);

— диапазон температур, при котором удлинительный провод может выдерживать температурные условия, в которых он будет установлен;

— соотношение длины и диаметра (калибра) удлинительного провода, которые определяют качество отправляемого сигнала (более длинные провода могут потребовать большего калибра для уменьшения сопротивления провода и снижения потерь передаваемого сигнала);

— потребности в экранировании для защиты от электромагнитных и радиочастотных помех, чтобы избежать ненужных помех, которые могут повлиять на показания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин, В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. Москва: Машиностроение-1, 2006. ISBN 5-94275-279-6.

УДК 621.43

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ СТАРТЕРА АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Тырловой С.И., к.т.н., доцент кафедры ДВС
Шевченко Д.С., Щеголев В.И. (ТЛ-821)
Луганский государственный университет
Институт транспорта и логистики

Одним из аспектов совершенствования ДВС является улучшение пусковых качеств дизелей. Быстрый запуск транспортного дизеля уменьшает износ системы пуска, снижает расход топлива и дымление дизеля при пуске. К числу основных факторов, влияющих на надежность пуска дизеля, относится его пусковая частота вращения.

Ключевые слова: механическая система, физический момент инерции, стартер.

Одним из аспектов совершенствования ДВС является улучшение пусковых качеств дизелей [1,2]. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы (МС) позволяет моделировать режимы пуска ДВС.

Для неизменяемой МС с одной степенью свободы теорема об изменении кинетической энергии (T) в интегральной форме за время $\Delta t=t-t_0$ имеет вид:

$$T - T_0 = \sum A_K, \quad (1)$$

где $\sum A_k$ – сумма работ внешних сил, приложенных к точкам системы за Δt .

В таком виде теорема об изменении кинетической энергии наиболее часто применяется к исследованию движения поршневых ДВС. Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) поршневого двигателя состоит из коленчатого вала (КВ) 1, шатунов 2, 2' и поршней 3, 3' (рис. 1).

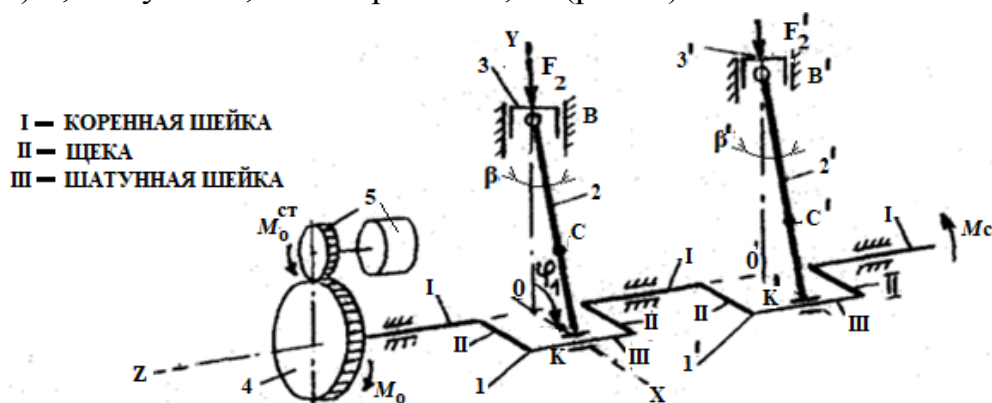


Рис. 1. Расчетная схема КШМ 2-х цилиндрового 4-х тактного двигателя, где: 1-коленчатый вал; 2,2'-шатуны; 3,3'-поршни; 4-маховик; 5-стартер.

При пуске от стартера кривошипно-шатунный механизм (КШМ) приходит в движение из состояния покоя. Во время движения КШМ находится под действием внешних силовых факторов: M_0 -момент от стартера на КВ; F_2, F_2' —силы газов на поршни; G_2, G_2' —силы тяжести шатунов, приложенных в центрах их масс (C и C'); M_C -момент сопротивления прокручиванию. При начале пуска вспышки в цилиндрах отсутствуют и можно принять $F_2 F_2'=0$, также можно пренебречь и силами тяжести по сравнению с остальными силовыми факторами. В начале пуска КШМ находится в положении, близком к изображенной позиции на рис. 1 ввиду практического выравнивания сил газов в цилиндрах при останове ДВС.

Для определения мощности стартера требуется определить момент M_0 , необходимый для достижения частоты вращения вала $n=n_{\text{пуск}}$ при угле поворота вала $\varphi=\varphi_1$ (например φ_1 -ВМТ). В ряде приложений данной теоремы эффективно используют приведение масс и моментов инерции звеньев к одному элементу системы, движение которого исследуют – здесь к оси z .

Приведенный момент инерции механизма находится из выражения:

$$J_{\Pi} \frac{\omega_1^2}{2} = T(\omega_1),$$

где ω_1 -угловая скорость коленчатого вала 1 (см. рис. 1); $T(\omega_1)$ -кинетическая энергия механизма, выраженная в зависимости от ω_1 .

Кинетическая энергия механизма T при его движении в произвольный момент времени по отношению к неподвижной системе отсчета $Oxyz$:

$$T = T_1 + T_2 + T_2' + T_3 + T_3' + T_4 + T_5.$$

Здесь для определения кинетической энергии шатуна (T_2 или T_2'), совершающего плоскопараллельное движение, применена теорема Кенига:

$$T_2 = m_{\text{ш}} \cdot \frac{V_C^2}{2} + J_C \cdot \frac{\omega_1^2}{2},$$

где V_C и J_C – скорость и момент инерции центра масс шатуна.

С учетом $T_2 = T_2'$ и $T_3 = T_3'$ для данного механизма получено выражение:

$$J_{\Pi} = 2 \left(m_{\text{ш}} \left(1 + \frac{\cos^2 \varphi}{9 \cos^2 \beta} - \frac{2 \cos^2 \varphi}{3 \cos^2 \beta} \cdot \cos(\varphi + \beta) \right) + \frac{J_C}{l^2} \cdot \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \beta} + m_{\Pi} \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\cos^2 \beta} + J_1 \right) + J_4,$$

здесь $m_{\text{ш}}, m_{\Pi}$ -массы шатуна и поршня; β -угол качания шатуна; J_1, J_4 -моменты инерции кривошипов и маховика 4 (см. рис. 1) с присоединенным стартером.

Определение крутящего момента M_0 производится с помощью теоремы (1) с учетом $T_0=0$. Например, для дизеля 2Ч8,5/8 $M_0 = J_{\Pi} \cdot \frac{\omega_1^2}{\pi} + 23,5$. Получив $J_{\Pi}=0,237 \text{ кгм}^2$ и задав стартерную частоту вращения $n_{\text{пуск}}=120 \text{ мин}^{-1}$ (или $\omega_1=4 \pi \text{ с}^{-1}$), определим потребный момент на коленчатом валу: $M_0=35,4 \text{ Нм}$.

Таким образом, определится искомая мощность стартера $N_{\text{СТ}} = M_0 \cdot \omega_1 \cdot \eta_{\text{СТ}}$, обеспечивающая оптимальную стартерную частоту вращения при повороте коленчатого вала на заданный угол поворота, что способствует сокращению времени запуска, при этом уменьшается износ системы пуска, снижается расход топлива и дымление дизеля при пуске.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карташевич А.Н. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации / А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок, Д.С. Разинкевич // Монография. Минск. 2005. 180с.

2. Тырловой С.И. Корректор топливоподачи транспортного дизеля / С.И. Тырловой // Вестник Восточноукраинского государственного университета. 2000. №7(29). С.101-105.

УДК 66.042.945; 519.718

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РЕСУРСА СТАЛЬНЫХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Филатова Е.Б. (4-УПНК-2.1.3)

Научный руководитель — к.т.н., доц., зав. кафедрой ТГВ Зеленцов Д.В.

Самарский государственный технический университет

Академия строительства и архитектуры

В статье представлены результаты разработки математической модели определения вероятности безотказной работы газопроводов при их длительной эксплуатации и потере механических свойств металла. Получен обобщенный показатель надежности газораспределительных систем, учитывающий внезапные отказы и отказы, связанные с процессом износа и старения элементов сети.

Ключевые слова: надежность газовой сети, внезапные отказы, постепенные отказы, старение материала трубопроводов, пластичность металла, ударная вязкость металла.

Надежность подземных газопроводов и бесперебойность подачи газа — главная эксплуатационная задача, закладываемая на стадии проектирования. Несмотря на внедрение полиэтиленовых газопроводов, основная часть газотранспортной системы Самарской области остается стальной, причем около 60% стальных распределительных газопроводов эксплуатируются более 20 лет. Поскольку на время аварийно-восстановительных работ абоненты отключаются, а повторный пуск требует времени и затрат, первоочередная задача — прогнозирование безотказной работы существующих газовых сетей.

На основании статистических данных за 2017–2022 годы выявлены основные причины отказов и аварий на подземных стальных газопроводах [1]. Максимальное количество выходов из строя элементов сетей связано с развитием трещинообразных дефектов, вызванных старением металла. Следовательно, для определения надежности необходимо учитывать как внезапные отказы, так и отказы, возникающие при износе и старении материала.

Надежность газовой сети, учитывающая только внезапные отказы, наиболее полно представлена А.А. Иониным [2]:

$$R(t) = 1 - \left(1 - e^{-\sum \omega_i t}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\Delta Q_i \omega_i}{Q_0 \sum \omega_i}, \quad (1)$$

где Q_0 – газовая нагрузка сети, м³/ч; ΔQ_i – недоподача газа потребителям при рассматриваемом отказе, м³/ч; ω_i – поток отказа элемента сети, 1/год; t – период эксплуатации, лет.

В качестве механических свойств металла, влияющих на деградационные изменения элементов газораспределительных сетей приняты пластичность и ударная вязкость. По методике, приведенной в РД 12-411-01 [3] были определены изменения указанных свойств в зависимости от времени эксплуатации. При этом, вероятность безотказной работы сетей газораспределения при изменении прочности и трещиностойкости металла со временем предлагается определять по формулам (2) и (3).

$$P(t)_1 = 1 - \frac{|\varphi(t) - \varphi_0|}{\varphi_0} \quad (2)$$

$$P(t)_2 = 1 - \frac{|a(t) - a_0|}{a_0}, \quad (3)$$

где $\varphi(t)$ и φ_0 – пластичности металла в рассматриваемый период времени и в начале эксплуатации; $a(t)$ и a_0 – ударная вязкость металла в рассматриваемый период времени и в начале эксплуатации, Дж/см².

Вероятность безотказной работы стальных элементов систем газораспределения в связи со старением металла будет равна:

$$P(t) = P(t)_1 + P(t)_2 - P(t)_1 \cdot P(t)_2 \quad (4)$$

На основании зависимостей (2)–(4) был построен сводный график вероятности безотказной работы систем газораспределения с различными сроками службы, определена линия регрессии, выяснен ее характер и получены формулы: (5) – для времени эксплуатации газопровода до 10 лет и (6) – для времени эксплуатации газопровода от 10 до 50 лет.

$$P(t) = -10^{-5}t^2 + 1 \quad (5)$$

$$P(t) = -5 \cdot 10^{-5}t^2 + 5 \cdot 10^{-4}t + 1 \quad (6)$$

Проверка адекватности математической модели проводилась по критерию Фишера, модель достоверна на 95%.

Таким образом, для реальных условий эксплуатации стальных газопроводов при присутствии двух типов отказов: внезапных, носящих случайный характер и подразумевающих постоянство их интенсивности, и постепенных, связанных со старением материала, получен следующий показатель надежности:

$$R(t) = \begin{cases} \left[1 - \left(1 - e^{-\sum \omega_i t} \right) \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\Delta Q_i \omega_i}{Q_0 \sum \omega_i} \right] \cdot [-10^{-5}t^2 + 1] & 0 \leq t \leq 10 \\ \left[1 - \left(1 - e^{-\sum \omega_i t} \right) \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\Delta Q_i \omega_i}{Q_0 \sum \omega_i} \right] \cdot [-5 \cdot 10^{-5}t^2 + 5 \cdot 10^{-4}t + 1] & t > 10 \end{cases} \quad (7)$$

В заключении хотелось бы отметить, что полученная зависимость является общей и пригодна для прогнозирования надежности газораспределительных систем не зависимо от условий эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филатова Е.Б., Баландина О.А., Пуринг С.М. Анализ аварийности на распределительных газопроводах Самарской области. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии: сборник статей. Самара: СамГТУ, 2023. С. 629–636.
2. Ионин А.А. Газоснабжение / А.А. Ионин. М.: Стройиздат, 1965. 448 с.
3. РД 12-411-01. Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов. Режим доступа: <https://internet-law.ru/stroyka/text/9956/> (Дата обращения: 10.12.2025).

УДК 621.643.4:622.691.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА ПОВОРОТА НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ УДЛИНЕНИЕ ТРУБОПРОВОДА

Фролов В.Н. (СМ -7-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Ефремова Т.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Проведен анализ температурного удлинения трубопровода при применении стандартных гнутых стальных отводов.

Ключевые слова: температурное удлинение, трубопровод, газоснабжение, стальные отводы, угол поворота, компенсирующая способность, температурные деформации.

При эксплуатации газопроводов неизбежно возникают температурные деформации, обусловленные изменением температуры транспортируемой и окружающей сред. Эти деформации приводят к возникновению продольных напряжений, которые при отсутствии компенсации могут вызывать повреждение трубопровода [1].

Одним из простейших способов снижения температурных напряжений является использование отводов различных углов (90° , 45° , 30°), которые обеспечивают самокомпенсацию за счет геометрии трассы [2]. Стальные отводы выпускаются серийно, имеют нормативные размеры и широко применяются в строительстве. Температурное удлинение трубопровода обусловлено увеличением межатомных расстояний материала при повышении температуры. Для инженерных расчетов температурное удлинение определяется линейно зависимостью:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}; \quad (1)$$

Для отводов 90° :

$$\Delta x = 100 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot L; \quad (2)$$

$$\Delta y = 100 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot L \cdot \sin(90^\circ); \quad (3)$$

Для отводов 45° :

$$\Delta y = 100 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot L \cdot \sin(45^\circ); \quad (4)$$

Для отводов 30°:

$$\Delta y = 100 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot L \cdot \sin(30^\circ), \quad (5)$$

где α – коэффициент линейного расширения (для стали - $12 \cdot 10^{-6}$ мм/м·°C);

Δt - перепад температур наружного воздуха, °C;

L - расчетная эквивалентная длина, м.

Расчеты выполнены при длине $L = 1$ м. Результаты расчета отражены в таблице 1 и на рис 1.

Таблица 1

Расчет влияния угла поворота отвода на температурное удлинение
стального трубопровода

Стальной тросопровод						
x м	y м	α мм/м·°C	Δt °C	Δx см	Δy см	ΔL_r см
Угол 90°						
1	1	12·10 ⁻⁶	10	0,0120	0,0120	0,0155
			20	0,0240	0,0240	0,0310
			30	0,0360	0,0360	0,0465
Угол 45°						
1	1	12·10 ⁻⁶	10	0,0120	0,0085	0,0147
			20	0,0240	0,0170	0,0294
			30	0,0360	0,0255	0,0441
Угол 30°						
1	1	12·10 ⁻⁶	10	0,0120	0,0060	0,0134
			20	0,0240	0,0120	0,0268
			30	0,0360	0,0180	0,0402

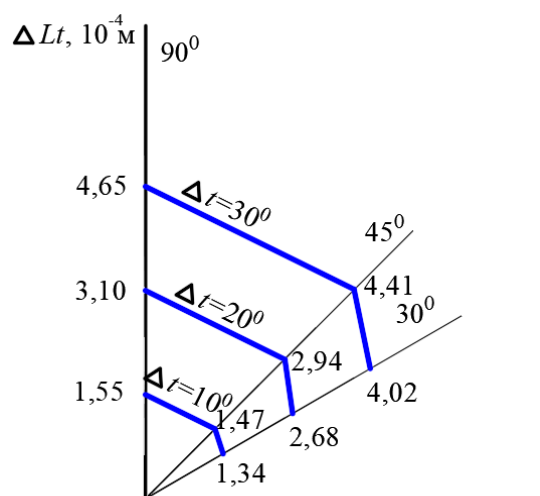


Рис. 1. Влияние угла поворота на температурное удлинение стального трубопровода

Анализ результатов таблицы 1 и рис. 1 показывает, что, чем больше угол поворота, тем большая доля температурного удлинения может быть поглощена изгибом, и тем меньше продольных усилий передается дальше по трубопроводу. Следовательно, компенсирующая способность отвода 30° относительно мала, а температурные удлинения в значительной степени передаются на соседние участки трубопровода. Отводы 45° обеспечивают промежуточную компенсирующую способность и широко применяются в газораспределительных сетях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*. М.: Госстрой России, 2012.
2. ГОСТ 17375-2001. Отводы стальные крутоизогнутые. Конструкция и размеры. М.: Стандартинформ, 2001.

УДК 628.33

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАСТИНЧАТЫХ И РОТОРНЫХ РЕКУПЕРАТОРОВ

Хлыбов А.Д. (СМ -7-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТиТГСВ Веселова Н.М.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В данной статье рассмотрены основные различия роторных и пластинчатых рекуператоров, а также произведен анализ целесообразности использования каждого из видов тепловых утилизаторов в конкретных природных условиях.

Ключевые слова: вентиляция, рекуператоры, микроклимат.

В современных установках вентиляции применяется ряд технологий утилизации тепловой энергии, при этом ключевое место занимают устройства пластинчатого и роторного типа. Первые отличаются коэффициентом полезного действия, достигающим до 90%, что обуславливает их высокую востребованность в вентиляционных системах. Роторные аналоги утилизируют до 85% тепла, но их ключевое преимущество — передача водяных паров из вытяжного потока в приточный, что позволяет регулировать влажность воздуха внутри здания. Благодаря данным качествам оба вида оборудования активно применяются в самых разных эксплуатационных условиях.

Принцип работы пластинчатого теплообменника основан на движении потоков воздуха через разделяющие их металлические или полимерные перегородки. Процесс идет без смешивания вытяжного и подаваемого воздуха, что гарантирует чистоту притока и предотвращает попадание загрязнителей обратно в помещение [1]. Монтаж таких устройств в механической приточно-вытяжной вентиляции обеспечивает требуемый воздухообмен и позволяет

повторно использовать энергию отводимых газозоудных смесей. Конструктивная простота и надежность данных рекуператоров объясняют их повсеместное распространение. Кроме того, пластинчатые устройства показывают хорошую производительность при отрицательных температурах, что делает их оптимальным выбором для холодных климатических зон. Тем не менее, существует опасность образования наледи на пластинах, для избежания которой требуются специальные защитные механизмы. Роторные агрегаты в этом отношении более практичны — они устойчивы к обледенению за счет переноса влаги. Благодаря этому они эффективнее работают в условиях повышенной влажности и умеренных широтах. Данные различия доказывают, что выбор рекуператора должен напрямую зависеть от климата местности. Главный оценочный параметр для таких систем — коэффициент полезного использования теплоты (КПУ), показывающий, какая доля энергии из отработанного воздуха возвращается обратно. Данная метрика дает объективную основу для сравнения разных моделей и их способности восстанавливать тепло в конкретных режимах работы. Исходя из этого, коэффициент утилизации служит ключевым инструментом при проектировании и настройке климатических систем [2]. В регионах с холодным климатом пластинчатые рекуператоры могут быть менее эффективны из-за риска обмерзания, требующего дополнительных мер для обеспечения их работы. В то же время, роторные рекуператоры более устойчивы к этим условиям, что делает их предпочтительным выбором для таких регионов. На рис. 1 представлен график сравнения рабочей температуры рекуператоров без риска обмерзания. Данные взяты путем расчета в специализированных программах.

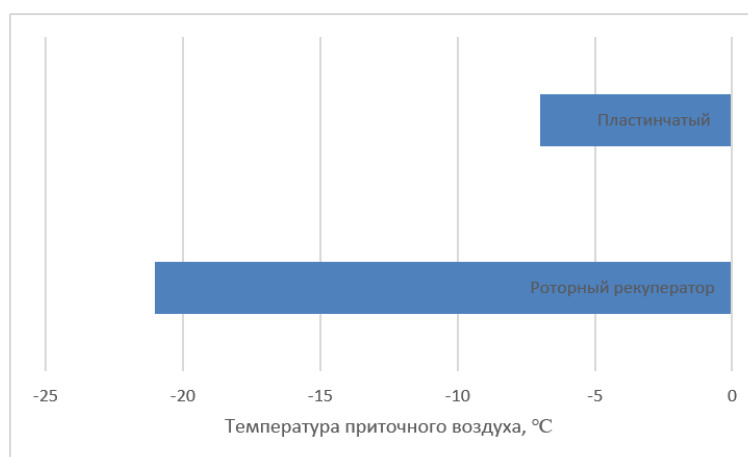


Рис. 1. Сравнение рабочей температуры рекуператоров без риска обмерзания.

Анализируя данный график, мы можем увидеть, что у роторного рекуператора, действительно, диапазон рабочих температур больше чем у пластинчатого. Способность переносить влагу позволяет ему работать без риска обмерзания вплоть до температуры - 22°C, в то время как пластинчатый рекуператор начинает работать при температуре - 6 °C. На основе проведенного анализа рекомендуется использовать роторные рекуператоры в регионах с холодным климатом, так как их устойчивость к обмерзанию является ключевым преимуществом. В условиях сухого климата предпочтение следует отда-

вать пластинчатым рекуператорам благодаря их простоте и надежности. Эти рекомендации помогут проектировщикам выбирать оптимальные решения для обеспечения энергоэффективности и качества воздуха в зданиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Händel C. Рекуперация теплоты в системах вентиляции – использование отработанной теплоты или источник возобновляемой энергии? // Энергосбережение. 2020. № 8. С. 28–29.
2. Боровицкий А.А. Метод определения оптимального коэффициента эффективности местных вытяжных устройств // Системы промышленной вентиляции. 2025. № 3. С. 38–39.

УДК 347.517.6

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ В СЕТЯХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Шаповал Д.Н. (ТЭМ 21-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИСЭ Аляутдинова Ю.А.,
Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

В условиях роста тарифов на энергоресурсы и ужесточения нормативных требований к энергоэффективности зданий особую актуальность приобретает задача совершенствования систем теплоснабжения. В условиях перехода к энергоэффективным и цифровым системам теплоснабжения возрастает потребность в качественной экспериментальной подготовке инженерных кадров, способных анализировать сложные гидродинамические и тепловые процессы. В статье рассматриваются ключевые аспекты экспериментального изучения гидродинамических и тепловых процессов, протекающих в современных системах отопления. [1].

Ключевые слова: теплообмен, система отопления, лабораторный стенд, тепловой баланс, термометрия, автоматизация эксперимента, теплотехника.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения зданий. Согласно данным Министерства энергетики, доля потребления тепловой энергии в жилом и коммерческом секторах составляет до 35–40% от общего энергобаланса страны. Целью данной работы является поиск путей совершенствования экспериментальной базы для увеличения понимания работы систем автоматизации и цифровизация в современных условиях строительной отрасли. Экспериментальные исследования выполнены на базе учебно-лабораторного комплекса кафедры «Инженерные системы и экология» Астраханского государственного архитектурно-строительного университета (АГАСУ).

С точки зрения теплотехники, система отопления представляет собой сложный инженерный комплекс, предназначенный для создания и поддержания заданного теплового режима в помещении в холодный период года. Процесс теплообмена здесь носит сложный характер. Не стоит забывать, что отопительный прибор является частью гидравлической системы всего много-

этажного дома, поэтому изменение в одном отопительном приборе повлечет за собой изменение во всей системе, что без глубокого изучения теоретических основ тепломассообмена и теории автоматического управления, а также особенностей конструкций и эксплуатации тепломассообменного оборудования, приборов учета и контроля [2].

Современные лабораторные стенды оснащены системой автоматизации сбора данных - прецизионные датчики температуры (термисторы или термопары) с подключением к аналого-цифровому преобразователю (АЦП) и ЭВМ, что позволяет снимать показания теплоносителя и воздуха с высокой точностью, а также передавать экспериментальные значения на персональный компьютер для сохранения и последующего анализа данных [3,4]. Для наглядного представления затрат тепловой энергии непосредственно в системах теплоснабжения установлен компактный тепловычислитель (аналог теплосчетчика, устанавливаемого в тепловом пункте здания). В целях повышения точности гидравлических измерений, расширения функциональных возможностей стенда и приближения условий эксперимента к реальным эксплуатационным режимам современных систем отопления, необходимо выполнить добавить к существующей лабораторной установке специализированной арматуры: расходомерного клапана с функцией регулирования и ручных балансировочных клапанов (рис. 1).

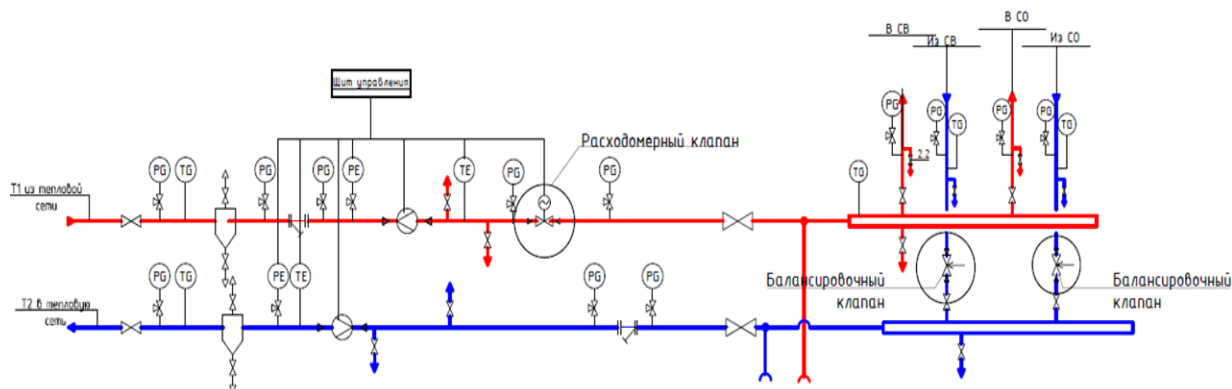


Рис. 1. Принципиальная схема модернизированного лабораторного стенда

Установка расходомерного и балансировочных клапанов позволит повысить точность настройки расхода теплоносителя и снизит погрешность измерения гидравлического расхода, что в свою очередь предоставит возможность изучить расширенный спектр гидравлических режимов, включая гидравлическую разбалансировку и переходные процессы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осинцев К.В., Кускарбекова С.И., Савостеенко Н.В., Максимов Н.М. Опытное исследование аэро- и гидравлической систем прямоточного котла на лабораторном стенде путем внедрения автоматического управления устройствами и сбора данных // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». 2024. Т. 24, № 3. С. 45–55.
2. Карапузова Н.Ю., Усадский Д.Г., Лепилов В.И., Ковылин А.В. Теоретические основы расчетов тепломассообменного оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие. Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2016. 130 с.

3. К методике определения плотности лучистых тепловых потоков от излучателей линейной протяженности / Е.С. Аралов, В.Н. Мелькумов, Б.М. Кумицкий, С.В. Чуйкин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2023. № 3(45). С. 22-27. DOI 10.52684/2312-3702-2023-45-3-22-27.

4. Reduction of solar photovoltaic system output variability with geographical aggregation / M. R. Aldeman, J. H. Jo, D. G. Loomis, B. Krull // Renewable and Sustainable Energy Transition. 2023. Vol. 3. P. 100052. DOI 10.1016/j.rset.2023.100052.

УДК 667.6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В КАРКАСНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Шелехова И.В. (ГСХм-25-1)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ГСХ Шелехов И.Ю.
Иркутский национальный исследовательский технический университет

В статье рассматривается проблема теплопотерь в стыковых соединениях «пол-стена» каркасных домов, ведущих к промерзанию и разрушению конструкций. Представлены результаты натурного эксперимента по компенсации утечек тепла с использованием системы «теплый пол» и различных источников энергии. Доказано, что кратковременная интенсивная подача тепла эффективно нивелирует мостики холода без увеличения затрат на отопление

Ключевые слова: каркасное домостроение, комбинированные системы отопления, параметры микроклимата, энергоэффективность.

В современном каркасном домостроении одной из ключевых проблем, напрямую влияющих на комфорт и экономическую эффективность здания, являются теплопотери. Если общее утепление стен и пола выполнено правильно, то главным мостом холода (путем утечки тепла) часто становятся именно стыковые соединения — места примыкания межэтажных перекрытий и полов первого этажа к наружным стенам. В каркасном доме конструкция пола (балки или плита) врежется в каркас стены. Если в этом узле не предусмотрено специальное конструктивное решение, возникает разрыв в слое утеплителя. Стена имеет свою толщину теплоизоляции, а торец перекрытия — свою, часто меньшую. В результате образуется зона, где сопротивление теплопередаче резко падает.

Из-за усадки древесины, деформаций или некачественного монтажа в местах примыкания элементов пола к стойкам каркаса и обшивке образуются микрощели. Ветер создает избыточное давление, и холодный воздух проникает внутрь конструкции, что приводит к сквознякам на уровне пола и выдуванию тепла из помещения [1]. Теплый влажный воздух из помещения стремится наружу. Попадая в зону стыка (мост холода), он быстро остывает. Холодный воздух не может удерживать столько же влаги, сколько теплый, поэтому на элементах каркаса (балках, нижней обвязке) выпадает конденсат

(роса). Это приводит к возникновению постоянной влажности, что создает идеальную среду для грибка и плесени, разрушая несущие элементы дома за 2-3 сезона. Кроме этого, мокрый утеплитель (особенно минеральная вата) перестает работать, его теплопроводность возрастает в десятки раз, усугубляя проблему, а в сильные морозы именно в этих узлах на внутренней отделке появляются черные пятна плесени и иней [2].

В рамках натурного эксперимента, проводимого на объекте одноэтажного каркасного дома, рассматривалась задача компенсации повышенных теплопотерь, возникающих в узлах стыковых соединений конструкций. Дефекты в монтаже утеплителя и наличие мостиков холода в местах примыкания стен к перекрытиям потребовали поиска оптимального источника тепловой энергии. В условиях каркасного домостроения, где важна минимизация нагрузки на перекрытия, наиболее удобным теплоносителем является электроэнергия. Она стабильно подается в распределительный щит, легко трансформируется в тепло с минимальными потерями и позволяет точно регулировать температуру в помещениях. Для нивелирования неравномерности прогрева ограждающих конструкций была выбрана система напольного обогрева («теплые полы»). Данный выбор обусловлен планируемым использованием альтернативных источников, которые не всегда генерируют теплоноситель с параметрами, достаточными для высокотемпературных радиаторных систем. В соответствии существующих стандартов, температура на поверхности пола ограничена 40°C, однако данный тип обогрева признан наиболее комфортным для восприятия человеком [3].

Для анализа теплопотерь через узлы сопряжения стен и пола в помещении каркасного дома был оборудован испытательный участок.

Водяные теплые полы в каркасном помещении были выполнены по бетонной стяжке, уложенной поверх несущего основания. Финишное покрытие — ламинат.

Для контроля температурного поля в зоне потенциальных утечек тепла под ламинатом с шагом 500 мм монтировались термопары для замера температуры поверхности напольного покрытия. Токоведущие провода и сигнальные кабели от термопар проложены под покрытием и выведены на контроллеры марки «ОВЕН» *TPM138*. Сбор данных осуществлялся через ПО *OWEN PROCESS MANAGER* с последующим экспортом графиков в *Excel*. Учет потребленной энергии фиксировался счетчиком «Энергомер» *MT4014*.

Параметры внутреннего микроклимата рассчитывались с учетом совместной работы системы отопления и теплотехнических характеристик ограждающих конструкций. Температура воздуха в объеме помещения поддерживалась на уровне +21°C с помощью контактных термодатчиков. Основой для методики расчетов послужили положения строительной теплофизики, что позволило оценить влияние стыковых соединений на общий тепловой баланс здания [4].

Система отопления была завязана в единый тепловой узел с тремя генераторами:

1. Электрокотел ЭВН-12/220.
2. Твердотопливный котел КВр-12,5 («Рубин»).
3. Солнечный коллектор (трубчатый, площадь абсорбции 10 м²).

Для сглаживания пиков теплогенерации в систему был установлен бак-аккумулятор объемом 63 л.

Испытания различных режимов работы теплогенераторов проводились в течение отопительного периода (с 15.09.2024 по 15.04.2025). Оценивалась работа каждого источника по отдельности и их комбинации. В ходе анализа температурных полей поверхности пола и примыкающих конструкций был сделан вывод о прямой зависимости равномерности прогрева от количества работающих источников. Чем больше объем подготовленного теплоносителя, тем ниже инерционность системы и тем быстрее компенсируются теплопотери в проблемных зонах — стыках стен и пола. При установке электрокотла, мощность которого превышала стандартные расчетные значения для данного объема помещений в два раза, эффект равномерности прогрева усилился, при этом среднерасчетные затраты на отопление остались на прежнем уровне. Это свидетельствует о том, что кратковременная, но интенсивная подача тепла позволяет эффективнее «пробивать» термическое сопротивление мостиков холода в каркасной конструкции.

Проведенное исследование подтверждает, что стыки «пол-стена» являются критической зоной теплопотерь в каркасном доме. Дефекты монтажа и разрывы утеплителя в этих узлах приводят не только к перерасходу энергии, но и к разрушению конструкций из-за конденсата и плесени. Натурный эксперимент показал, что система «теплых полов» в сочетании с кратковременной, но интенсивной подачей тепла (например, от электрокотла увеличенной мощности) способна эффективно компенсировать утечки через мостики холода. Ключевым фактором равномерного прогрева является низкая инерционность системы и достаточный объем теплоносителя, позволяющий быстро нивелировать теплопотери в проблемных зонах без существенного роста затрат на отопление.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шелехов, И.Ю. Оптимизация параметров микроклимата в спортивных каркасно-тентовых зданиях / И.Ю. Шелехов, М.И. Федотова, А.И. Шелехова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13, № 2(45). С. 369-377.
2. Журавлёв А.Е., Пешков А.В. Рекомендации по эксплуатации жилого помещения как путь повышения надежности и безопасности. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024;14(4):727-734. Режим доступа: <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-4-727-734> (Дата обращения: 25.06.2026).
3. Шелехов, И.Ю. Анализ использования саморегулируемых нагревательных элементов для систем "теплый пол" в сельской местности / И.Ю. Шелехов, И.В. Алтухов, В.Д. Очиров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 2(196). С. 113-120.
4. Шелехов, И.Ю. Инженерные системы. Системы теплый пол / И.Ю. Шелехов, В.А. Янченко. Иркутск: ИНИТУ, 2019. 94 с.

УДК 514.1+004.94

ЛЕНТА МЁБИУСА

Бадан А.Р. (С-113)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры «Графика» Сергеева И.А.
Сибирский государственный университет путей сообщения

Существует великое множество поверхностей, которые можно классифицировать по какому-либо признаку: виду образующей поверхности, закону ее движения, развёртываемости, по порядку алгебраического уравнения и проч. Среди всех поверхностей выделяются особые: лента Мёбиуса, бутылка Клейна, гёмбёц, треугольник Рёло. Интерес представляет лента Мёбиуса, применение которой можно встретить в промышленности, технике, архитектуре и искусстве.

Ключевые слова: неориентируемая поверхность, моделирование поверхности, Булева операция

При изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» студенты знакомятся с различными поверхностями, их признаками и свойствами. Решают позиционные и метрические задачи. В дальнейшем полученные знания помогают в компьютерном моделировании. Студент выполняет ряд заданий [1], результатом являются владение основными командами программного комплекса и навыки работы с проектно-конструкторской документацией. Полученные знания и умения по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике необходимы в формировании профессионально-значимых компетенций будущего инженера [2].

Среди огромного количества поверхностей есть очень необычные. К ним однозначно можно отнести ленту Мёбиуса. Эта поверхность получила свое название в 19 веке в честь открывшего её математика. Она является неориентируемой, т.е. односторонней поверхностью: движение по ней заканчивается в той точке, откуда началось. При этом края поверхности не пересекаются. Для разделения ленты требуется минимум два разреза, что делает ее двусвязной поверхностью. Лента имеет уникальное свойство: если ее разделить по средней линии, то получится другая лента Мёбиуса большего размера, повернутая на 360° , а не на 180° [3]. Физическую модель ленты построить просто: достаточно склеить бумажную полосу, перекрутив один ее конец однократно. Автор предпринял попытку создать электронную модель ленты Мёбиуса в программе Компас 3D. Порядок действий описан ниже [4].

1. В файле новой модели создаём две переменные (диаметр D_1 , длина L_1).
2. Строим эскиз в плоскости $z0x$: проводим дугу диаметром D_1 и выравниваем по линии горизонта.
3. В плоскости $z0y$ строим второй эскиз: точка середины вертикальной прямой длиной L_1 соединяется с началом ранее построенной дуги.

4. Создаем третий эскиз снова на плоскости zOy : точка середины горизонтальной прямой длиной L_1 также соединяется с концом построенной дуги.

5. Строим поверхность по сечениям (Лента «Каркас и поверхности»). Выделяем вертикальный отрезок, затем горизонтальный, указываем осевую линию (дугу), завершаем команду. Толщина модели - 1 мм, симметрично. Это первая часть детали. Сохраняем.

6. Воспользуемся копированием объектов и выбираем файл созданной ленты. Заходим в дерево построения, выбираем из тел «Тело 2». Создаем локальную систему координат с углом 180. Отобразиться фантом второй части и создаем объект

7. Применяем Булеву операцию, объединяем базовый и модифицированный объекты. Деталь готова. Результат показан на рис. 1.



Рис. 1. Модель ленты Мёбиуса

Лента Мёбиуса нашла широкое применение. Например, при ленточной транспортировке увеличивается срок службы конвейеров и равномерный износ материала. Тоже эффект можно наблюдать в матричных принтерах. Установлено повышение эффективности индуктивности электромагнитных устройств с минимизацией габаритов. В астрономии ленту Мёбиуса используют как модель описания вселенной. Медицинские исследования предполагают, что многие наши молекулярные структуры имеют аналогичную топологию, что открывает возможности для разработки новых препаратов. В архитектуре и искусстве: на ВДНХ, г. Москва открыт ландшафтный аттракцион «Лента Мёбиуса».

Лента Мёбиуса совершенно необычный объект, который даёт возможность открывать или описывать что-то новое, с помощью ее модели. Исследования в данной области помогают людям с научными направлениями находить аналоги или новые решения проблем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астахова, Т.А. Компьютерная графика: Практикум для организации аудиторной и самостоятельной работы / Т.А. Астахова, А.В. Петухова, И. А. Сергеева. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. 48 с.

2. Щербакова, О.В. Опыт интеграции графических дисциплин при обучении студентов транспортных вузов / О.В. Щербакова, И.А. Сергеева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2024. № 2. С. 170-173.

3. Давыдова, В.А. Лента Мебиуса: очевидное и невероятное / В.А. Давыдова, В.В. Маеренкова. // Юный ученый. 2020. № 2 (32). С. 32-35. Режим доступа: <https://moluch.ru/young/archive/32/1866>. (Дата обращения: 05.04.2026)

4. Два простых способа создания ленты Мёбиуса в Компасе. Режим доступа: <https://cadsam.ru/blog/uroki-kompas-3d/dva-prostyh-sposoba-sozdaniya-lenty-mebiusa-v-kompase-> (Дата обращения: 05.04.2026)

РЕКОНСТРУКЦИЯ КООРДИНАТНОГО ТРЕХГРАННИКА

Белоусова Е.С. (ПБ-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИГСИМ Маринина О.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

*Рассматривается методика реконструкции координатного трехгранника.**Ключевые слова: координатный трехгранник, оси координат, следы, координатные плоскости, реконструкция.*

Для наглядного изображения различных деталей, в начертательной геометрии очень часто используют аксонометрическое изображение. Одним из этапов построения проекций является реконструкция координатного трёхгранника — восстановление системы координат в аксонометрическом пространстве. Рассмотрим реконструкцию координатного трёхгранника для прямоугольной аксонометрии. Координатный трёхгранник — трёхгранный угол, образованный положительными направлениями осей координат. Его реконструкция позволяет установить связь между натуральной и аксонометрической системами координат. Реконструкция натурального координатного трехгранника по заданным аксонометрическим осям заключается в совмещении координатных плоскостей, образующих трехгранник, с плоскостью аксонометрических проекций путем вращения координатных плоскостей вокруг сторон треугольника следов [1].

Рассмотрим построение совмещенных координатных плоскостей на чертеже треугольника следов ABC . Совмещенная вершина трехгранника O_0 должна находиться на продолжении оси $O_0 Z_0$, так как точка O вращается в плоскости перпендикулярной оси вращения — прямой AB . На стороне треугольника следов AB , как на диаметре, строим полуокружность (центр окружности лежит в точке, делящей отрезок AB пополам). Точка пересечения оси $O_0 Z_0$ с полуокружностью является точкой O_1 , т. е. совмещенным положением вершины координатного трехгранника O . Соединив точку O_1 с точками A и B , получим треугольник AO_1B , который является совмещенным положением натуральной координатной плоскости xOy . Аналогично производится совмещение координатных плоскостей $хOz$, $уOz$. Реконструированный натуральный координатный трехгранник может быть использован для определения:

- а) величин аксонометрических масштабов по известному натуральному масштабу, а, следовательно, и величин проекций отрезков, расположенных параллельно натуральным координатным осям;
- б) показателей искажения;
- в) величин малых осей эллипсов, изображающих окружности в аксонометрии.

На сторонах реконструированных координатных плоскостей откладываем отрезки, взятые на ортогональном чертеже предмета по соответствующим натуральным осям. Затем возвращаем координатные плоскости обратным вращением в исходное положение. При этом построение на сторонах реконструированных плоскостей отрезки займут соответствующие положения на аксонометрических осях. Эти отрезки являются аксонометрическими единицами измерения всех параметров заданной детали, параллельных натуральным координатным осям x , y , z . Отношения полученных аксонометрических единиц к истинной величине длины являются показателями искажения по аксонометрическим осям. Чтобы упростить определение аксонометрических единиц измерения, можно пользоваться угловым графическим масштабом. Для построения масштаба необходимо на его горизонтальной шкале отложить натуральные единицы измерения, а на вертикальной прямой — аксонометрические единицы измерения u_0 , v_0 , w_0 . Через полученные точки проводим наклонные линии. Определение аксонометрических единиц измерения проходит аналогично построению самого масштаба: например, длину детали L откладываем сначала на горизонтальной шкале масштаба, из полученной точки по вертикали берется отрезок L_0 до соответствующей линии U_0 . Аналогично определяются аксонометрические единицы измерения всех параметров детали по осям x_0 , y_0 , z_0 [2]. Рассмотрим определение величин большой и малой осей эллипса, которой является аксонометрической проекцией окружности. Так как плоскости окружности в наиболее распространенных примерах расположены параллельно одной из координатных плоскостей, то большая ось эллипса параллельна соответствующей стороне треугольника следов и равна по величине диаметру изображаемой окружности. Малая ось перпендикулярна к большой, ее величина может быть определена на реконструированном натуральном трехграннике.

Реконструкция координатного трехгранника широко используется в практике технических чертежей, для более наглядного изображения с совмещением натуральных величин изображаемого предмета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник. / А.А. Чекмарев. М.: ИНФРА-М, 2014. 396 с.
2. Проецирование геометрических тел: учебное пособие / А.М. Бударин, Г.М. Горшков. Ульяновск: УлГТУ, 2016. 105 с.

УДК378.147.88+004.92

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ В КОМПАС 3D

Дылдин Д.Д. (С-111)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры «Графика» Сергеева И.А.
Сибирский государственный университет путей сообщения

Резьбовые соединения являются наиболее применяемыми видами соединений в технике, на производстве и в быту. Такая популярность объясняется надежностью, возможностью воспринимать большие нагрузки, ремонтпригодностью. Все резьбы стандартизованы, что обеспечивает быструю замену вышедшей из строя части изделия. Автор предпринял попытку создать модели различных видов резьбы в отечественной программе КОМПАС 3D. Данные модели можно использовать как наглядное пособие при изучении раздела «Машиностроительное черчение».

Ключевые слова: резьбовое соединение, параметры резьбы, моделирование резьбы,

С видами соединений изделий студенты-строители впервые знакомятся при изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика», раздел «Машиностроительное черчение». Резьба является лидером в видах соединений. Стоит оглядеться вокруг себя и сразу можно найти примеры использования резьбового соединения. Еще в Древнем Риме были попытки работать с резьбой. Но из-за отсутствия необходимых механизмов нарезание резьбы было трудоемким процессом, и каждое соединение получалось уникальным. Поэтому использовалась резьба, как правило, в только ювелирных украшениях. Только после изобретения российским инженером Нартовым А.К. в 1717 г. токарно-винторезного станка с механизированным суппортом обеспечило широкое внедрение резьбы во все сферы деятельности человека.

В учебном курсе предусмотрено задание «Соединение резьбовое» [1]. Согласно стандарту [2] резьба на чертеже показывается условно. При моделировании пользователь может выбрать опцию визуализации витков резьбы. Однако это способ не дает представления о профиле резьбы. Моделирование резьбы с различным профилем может применяться как средство наглядности при изучении данной темы. Такие пособия помогают студенту более полно воспринимать учебный материал [3]. Так как резьба образуется винтовым движением, то для ее моделирования потребуется построить винтовую линию с шагом резьбы. Формообразующей операцией будет «по траектории». Первая модель это модель метрической резьбы, она используется наиболее часто. Имеет треугольный профиль, углом при вершине равен 60° . Ниже описан алгоритм построения модели.

1. Строим цилиндр с номинальным стандартным диаметром. Добавляем фаску (зависит от шага резьбы).

3. Создаем спираль цилиндрическую диаметром, равным диаметру построенного цилиндра. Способ построения «по шагу и высоте», указываем высоту спирали (это длина нарезания) и указываем шаг. Он равен шагу резьбы + s . Расстояние s измеряется между точками профиля, взятыми от вершины на расстоянии $1/8$ высоты профиля.

5. Вводим вспомогательную плоскость через начальную точку спирали.

6. Строим эскиз профиля резьбы. Размеры берем стандартные.

8. Выбираем команду «Вырезать выдавливанием», опция «Вырезать по траектории» (траекторией будет построенная спираль).

Резьбу можно построить не вырезанием, а выдавливанием по траектории.

Для этого диаметр цилиндра уменьшаем на удвоенную высоту профиля резьбы. Строим такую же спираль и такой же эскиз. Но эскиз разворачиваем вершиной наружу. Выбираем команду «Элемент выдавливания», опция «Элемент по траектории» и выполняем построение по спирали. Построение метрической резьбы можно выполнять с помощью приложения «Механика», раздел «Валы и механические передачи 3D», разъёмные соединения, внешняя цилиндрическая ступень с метрической резьбой. На месте дерева модели появляется панель, в которой назначаются параметры резьбы. Построение других видов резьбы (упорной, трубная цилиндрическая, трапецеидальной, круглой и пр.) отличаются эскизом профиля. Все значения для его построения берутся из стандарта. Построенные модели резьбы показаны на рис. 2.

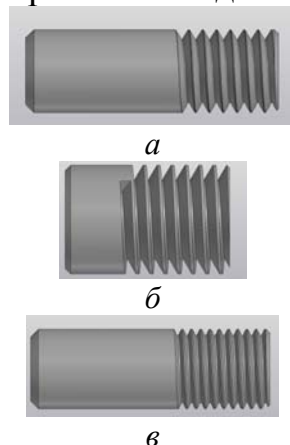


Рис. 1. Модели резьбы: *а* - метрическая, *б* - упорная, *в* - трубная цилиндрическая

Работая над данным проектом, автор расширил навыки владения функционалом программы Компас 3D, разработал метод построения модели резьбы. Данные модели планируется использовать как средства наглядности на занятиях по инженерной графике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астахова, Т.А. Компьютерная графика: Практикум для организации аудиторной и самостоятельной работы / Т.А. Астахова, А.В. Петухова, И.А. Сергеева. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. 48 с.
2. ГОСТ 2.311-68. Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы [Текст]. Взамен ГОСТ 529-50; Введ. 1971–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1971. 7 с.
3. Сергеева, И.А. Дидактическая наглядность в курсе графических дисциплин/И.А. Сергеева, О.Б. Болбат//Образование и проблемы развития общества.2024.№ 4(29). С.27-33.

УДК 514.182.2

ГРУППЫ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ТЕЛ: ТЕОРИЯ, МЕТОДЫ И ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

Коробков В.Р. (ПБ 1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИГСМ Маринина О.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассматривается пересечение тел.

Ключевые слова: сертификация, соответствие, аудит, сертификат.

Линия пересечения кривых поверхностей может быть плоской и пространственной. Возможны четыре случая взаимного пересечения:

1. Частичное врезание, когда часть образующих одной поверхности пересекается частью образующих другой. Линия пересечения – замкнутая пространственная кривая.

2. Полное проникание: все образующие одной поверхности пересекаются со второй поверхностью. Линии пересечения распадаются на две (или больше) отдельные кривые.

3. Одностороннее внутреннее соприкосновение: пересекающиеся поверхности имеют в одной точке общую плоскость касания. Эта точка на кривой пересечения является или угловой (точка излома), или узловой (двойной) [1].

4. Двойное соприкосновение: пересекающиеся поверхности имеют в двух точках общие касательные плоскости. В этом случае в пересечении участвуют все образующие обеих поверхностей и они пересекаются по двум кривым линиям. Линия пересечения двух поверхностей в проекциях всегда располагается в пределах контура наложения проекций двух пересекающихся поверхностей.

Построение линии пересечения поверхностей начинают с очевидных точек, где изображена линия пересечения например призмы с конусом, такими точками являются точки А и В. Затем определяют характерные точки, расположенные, например, на очерковых образующих поверхностей вращения или крайних ребрах, определяющих видимую и невидимую части линии пересечения. Это точки С и D. Они располагаются на верхней горизонтальной грани призмы. Все остальные точки называются промежуточными. Обычно их определяют методом вспомогательных секущих плоскостей [2]. Последовательность построения линий пересечения этим методом следующая:

- а) выбирают вид вспомогательных плоскостей;
- б) строят линию пересечения вспомогательных плоскостей с заданными поверхностями;
- в) находят точки пересечения построенных линий и соединяют их между собой.

Вспомогательные секущие плоскости должны быть параллельны между собой и пересекать обе заданные поверхности по простым линиям: прямым и окружностям, причем окружности должны располагаться в плоскостях, параллельных плоскости проекций. Например: плоскость рассекает конус по окружности, а призму – по прямым линиям.

Пересечение соосных тел вращения. Если тела имеют общую ось, линия пересечения — окружность, лежащая в плоскости, перпендикулярной этой оси. Например, пересечение двух цилиндров или цилиндра и конуса с общей осью даёт окружность.

Пересечение проецирующих тел. Если хотя бы одно тело занимает проецирующее положение (все его точки проецируются на одну из плоскостей проекций в линию), построение упрощается: одна проекция линии пересечения совпадает с проекцией проецирующего тела, а вторую строят по принадлежности точкам второго тела [3].

Таким образом, в результате построения линии пересечения вы получите в каждом конкретном случае лекальную, кривую или ломаную линию, в зависимости от геометрических тел участвующих в пересечении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шогенова, Ф.М. Начертательная геометрия. Пересечения геометрических тел: учебное пособие / Ф.М. Шогенова, Б.В. Шогенов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова. Нальчик: КБГУ, 2024. 70 с.
2. Лукинских, С.В. Элементы начертательной геометрии в инженерной графике: учебное пособие / С.В. Лукинских, Л.В. Баранова, Т.И. Сидякина. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023.
3. Барская, И.В. Инженерная графика. Часть 2. Начертательная геометрия. Поверхности: учебно-методическое пособие / И.В. Барская, М.Г. Калафата, Н.В. Рыбакова. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. 70 с.

УДК 372.862

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И ОБЛАСТИ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ

Коряковцев Е.Ю. (ПГС-3-25)

Степанова И.Е., ст. преподаватель кафедры ИГСИМ
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Статья несет ознакомительный характер с термином «Инженерная графика», как с дисциплиной, раскрывается понятие термина. Также статья посвящена рассмотрению некоторых промышленных и производственных областей применения инженерной графики.

Ключевые слова: инженерная графика, области применения, чертеж.

В процессе своего развития человек испытывал потребность в визуализации инженерной мысли. Уже в эпоху строительства пирамид египтяне создавали простейшие чертежи и планы. С появлением и развитием инженерной графики процесс создания чертежа значительно облегчился, а сам чертеж стал нести в себе намного больше информации.

Инженерная графика изучает методы и средства графического представления технических процессов и объектов. Дисциплина включает в себя начертательную геометрию, техническое и архитектурное черчение, а также другие ответвления [1, 2]. На сегодняшний день существует множество программ, позволяющих создавать модели объектов не только на плоскости, но и

в трехмерном пространстве. Они различаются по функционалу, уровню сложности, сфере применения и доступности (платные/бесплатные, онлайн/настольные). Некоторые популярные программы:

AutoCAD. Обеспечивает возможность создания и редактирования как двухмерных, так и трёхмерных моделей, а также проведение разнообразных анализов и визуализацию проектов.

NanoCAD. Российская САПР-платформа, которая позволяет создавать модели объектов не только на плоскости, но и в трёхмерном пространстве. Ключевой инструмент для работы с 3D-моделированием — модуль «3D».

SolidWorks. Специализируется на создании трёхмерных моделей и широко применяется в областях машиностроения, автомобилестроения и других отраслях. Предлагает инструменты для выполнения сложных операций по созданию моделей, их анализу и симуляции различных сценариев.

Компас-3D. Пакет систем автоматизированного проектирования российского производства, который широко используется для проектирования в машиностроении, архитектуре, строительстве и других отраслях. Позволяет создавать трёхмерные модели любой сложности, а также автоматически генерировать чертежи и спецификации для них.

ZWCAD. Программа для 3D-моделирования и визуализации, поддерживает внешние приложения и интерфейсы.

SketchUp. Простой и универсальный инструмент для 3D-моделирования. Часто используется в ландшафтном дизайне, архитектуре, промышленном дизайне. Позволяет создавать эскизы и добавлять объём с помощью инструментов «вытягивания». Есть бесплатная версия.

Cinema 4D. Профессиональная программа для 3D-моделирования, анимации, симуляции и рендеринга. Сочетает инструменты для создания CAD-, CAM- и CAE-моделей, что делает её универсальным инструментом для дизайнеров, инженеров и производителей.

Tinkercad. Браузерный инструмент от Autodesk, не требующий установки. Основан на работе с примитивными формами (кубы, сферы, цилиндры), которые можно комбинировать и трансформировать для создания более сложных объектов. Подходит для быстрого прототипирования и обучения основам 3D-моделирования.

Fusion 360. Облачная платформа от Autodesk, объединяющая инструменты для промышленного дизайна, машиностроения и проектирования (CAD, CAM, CAE). Использует параметрический подход, что позволяет легко вносить изменения в модель на любом этапе.

Дисциплина не стоит на месте и активно развивается. На данный момент с помощью инженерной графики инженеры и конструкторы могут визуализировать процессы и объекты, выявлять сильные и слабые места конструкции, обеспечивать эффективный обмен информацией между всеми участниками проекта. Однако все эти возможности не могут быть использованы без определенных навыков. Основными целями инженерной графики как дисциплины, изучающейся в высших учебных заведениях, являются формирование

и развитие пространственного и геометрического мышления, а также приобретение навыка чтения чертежа. Находясь на улице или в помещении, человек оказывается в окружении множества предметов и объектов, созданных с помощью планов и чертежей.

Инженерная графика играет важную роль в проектной деятельности в различных областях, таких как: машиностроение, строительство, автомобилестроение, архитектура, авиастроение и др. Она является неотъемлемой частью процесса проектирования и позволяет передать и визуализировать информацию о конструкции, форме и размерах объекта. В машиностроении широко используется инженерная графика. Она позволяет конструкторам и инженерам визуализировать идеи, оптимизировать производство, служит для создания чертежей деталей. В авиационной и космической промышленности инженерная графика используется для создания самолетов и других летательных аппаратов. Она помогает рассмотреть сложные узлы и конструкции с различных сторон и облегчает коммуникацию участников проекта. Инженерная графика в архитектуре и строительстве необходима для проектирования зданий и конструкций, позволяет создавать чертежи фасадов, разрезов, а также моделировать структуры в пространстве. В медицине инженерная графика применяется для создания моделей человеческих органов в трехмерном пространстве и планирования операций.

В заключении хочу сделать вывод о проделанной работе. Инженерная графика используется в огромном количестве производственных, строительных и промышленных процессов. На сегодняшний день невозможно представить изготовление или производство чего-либо без помощи инженерной графики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусарова А.М., Шахнамазова С.П. Применение инженерной графики в различных областях деятельности человека. 2024.
2. Степанова И.Е., К вопросу о методике преподавания дисциплины «Начертательная геометрия» в условиях онлайн обучения. 2021.

УДК 744.43

ВЛИЯНИЕ ШТРИХОВКИ И ШРАФИРОВКИ НА ВОСПРИЯТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Кривчиков И.О (ОИСД-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИГСМ Торгашина С.Н.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассмотрена техника, которая используется в изобразительном искусстве, графике, дизайне и черчении для создания текстур, теней, эффекта динамики или выделения определённых областей на изображении, а также способ придания объёмности участку, покрытому равномерно расположенными одинаковыми структурными элементами.

Ключевые слова: нанесение штрихов, создания текстуры, градиент, плавный переход, наклонные плоскости, равные расстояния.

ШТРИХОВКА – это нанесение штрихов определенной толщины, силы нажатия и степени затемнения на том или ином расстоянии друг от друга.

Некоторые виды штриховки: Простая – линии наносятся параллельно друг другу и повторяют направление описываемой плоскости. Длина штриха зависит от типа поверхности: чем она однороднее, тем штрих длиннее. Перекрёстная (пересекающаяся) – заключается в наложении двух и более слоёв штриховки под разными углами. Помогает выявлять форму и объём предметов, глубину пространства, заполнять тоном тёмные крупные пятна. Точечная – используется для создания текстуры или градиента. Объём изображаемого предмета зависит от расстояния между точками и от того, как они выстроены. Контурная (фигурная) – линии следуют за формой объекта, повторяя его контуры. Помогает подчеркнуть объём и форму объекта, создать иллюзию трёхмерности. Часто используется для рисования цилиндрических или округлых предметов. Круговая – линии наносятся круговыми или полукруговыми движениями. Создаётся эффект плавных переходов между светом и тенью [1].

ШРАФИРОВКА – штриховка, выполненная в виде сетки. Некоторые особенности шрафировки. Оттенение многогранников выполняют сначала наклонными штрихами, параллельными осям x и y , потом рисуют тонкие вертикальные штрихи, а затем штрихи обводят более ярко с постепенным переходом к светлым местам предмета. Наклонные плоскости заштриховывают прямыми, параллельными наклону плоскости. Для оттенения сферической поверхности сначала наносят наклонную штриховку в виде меридианов шара, касательных к общей огибающей окружности, затем рисуют горизонтальные штрихи-параллели. На цилиндре и конусе шрафировку выполняют сначала горизонтальными штрихами в виде эллипсов, касательных к образующим, затем проводят вертикальные и наклонные штрихи. Штриховку или шрафировку используют для придания большей наглядности изображениям, выполненным в аксонометрических проекциях. При правильном нанесении они придают значительную наглядность изображаемому предмету в отличие от изображения без использования штриховки. Если же штриховка или шрафировка нанесены неправильно, изображение может быть визуальным искажено, а представление о его размерах и форме – неправильным. Таким образом, наглядность изображения значительно уменьшается.

Рассмотрим наиболее распространенные ошибки и их последствия в нанесении штриховки или шрафировки.

Искажение направления. Вследствие наклонно нанесенной штриховки, вертикально изображенные буквы кажутся наклонными при рассмотрении с близкого расстояния. Из-за примыкающей наклонно наложенной штриховки параллельные прямые линии между заштрихованными поверхностями

кажутся расходящимися с правой и левой сторон. То есть штриховка может создавать иллюзию изогнутых или ломаных линий, даже когда она наложена между параллельных прямых.

Искажение расстояния. Равные расстояния между точками могут казаться неодинаковыми, если одно пространство немного затемнено, а другое остается белым. Это происходит из-за того, что незатемненное расстояние между точками кажется несколько большим по сравнению с таким же затемненным. Это происходит из-за оптической иллюзии, которая создается из-за неоднородности штриховки [2].

Искажение степени затемнения. Из двух одинаково заштрихованных поверхностей более темной кажется та, которая нанесена на белом фоне, а более светлой та, которая нанесена на черном фоне.

Штриховка и шрафировка плоских поверхностей. Чтобы определить примерную степень затемнения той или иной поверхности, примем за основу следующие виды нанесения штриховки:

Темная поверхность – расстояние между штрихами должно быть меньше толщины штрихов, независимо от толщины самих штрихов (т).

Серая поверхность – расстояние между штрихами больше толщины штрихов примерно от 2 до 5 раз (с).

Светлая поверхность характеризуется полным отсутствием штриховки или нанесением редкой штриховки только у передних сторон или углов фигуры (св).

Также кроме вышеуказанных основных тонов применяют переходы тонов: Т/с – переход от темного к серому тону; с/св – переход от серого к светлому тону; другие тона, которые выполняются с помощью нанесения штриховки с постепенно увеличивающимися или уменьшающимися расстояниями между штрихов [3].

Вместо нанесения штриховки параллельными линиями в одном направлении часто применяют шрафировку. Наносить штриховку и шрафировку можно линиями различной толщины. При выполнении работы тушью, штрихуя линиями разной толщины, из-за неудобства прибегают очень редко. На грани какого-либо тела следует несколько больше затемнять близкую к наблюдателю часть грани по сравнению с удаленной частью, когда штриховку или шрафировку наносят на изображение плоских поверхностей. Когда свет падает сверху и слева, верхние и левые грани предмета должны быть светлыми, остальные – затемненными, это следует учитывать при нанесении тени на поверхность изображаемой детали. Как же следует наносить штриховку на наклонных поверхностях, все просто – штриховать следует по направлению линии, являющейся стороной угла наклона. В прямоугольниках линии штриховки обычно наносят параллельно боковым его сторонам, а поперечные линии шрафировки следует наносить параллельно стороне основания. В случаях, когда очертание фигуры – равнобедренный треугольник, линии штриховки наносятся параллельно медиане, представляя, что треугольник является частью прямоугольника. В

эллипсе направление штриховки или шрафировки учитывается в зависимости от того, в какой плоскости лежит эллипс. Если фигура находится в горизонтальной плоскости, линии штриховки наносятся параллельно оси OY , а шрафировка накладывается под углом равным 45° . При положении эллипса во фронтальной плоскости линии штриховки параллельны оси OZ , а шрафировка накладывается перпендикулярно. Когда же эллипс находится в профильной плоскости, линии штриховки параллельны оси OY , а линии шрафировки им параллельны. Таким же образом штрихуются основания цилиндров, параллельных тем или иным плоскостям проекций [4]. Штриховка и шрафировка цилиндрических и конических поверхностей. Штриховку и шрафировку на цилиндрические поверхности, оси которых параллельны оси OZ , наносят исходя из того, что свет падает сверху и слева. Мысленно разделяя всю видимую цилиндрическую поверхность на 4 равные части, каждую штрихуют, применяя переходы тонов:

На первой - левой части наносят штриховку, переходящую от темного к светлому тону (т/св);

На второй части – штриховку, переходящую от светлого к серому тону (св/с);

На третьей части – штриховку, переходящую от серого к темному тону (с/т);

На четвертую – переходящую от темного к серому тону (т/с).

Рекомендуется выполнять штриховку тонкими штрихами с различными расстояниями между ними либо сеткой шрафировкой, или параллельно идущими по направлению образующих цилиндра линиями различной толщины. Штриховку и шрафировку на внутренних поверхностях цилиндра наносят так же, как и на внешних, только тона располагают в обратной последовательности. Нанесение штриховки и шрафировки на конические поверхности, оси вращения которых параллельны оси Z , аналогично видам нанесения штриховки и шрафировки на внешние цилиндрические поверхности, упомянутым выше. Чередование тонов при нанесении штриховки и шрафировки на внутренние конические поверхности обратно чередованию тонов при нанесении на внешнюю коническую поверхность. При этом стоит обратить внимание на то, что линии штриховки конических поверхностей проводят по образующим конуса в направлении от основания к вершине. Правильное нанесение штриховки на изображение шара является сложным построением, требующим знание теории и большого количества времени для выполнения. Приближенный способ нанесения штриховки, указанный выше не требует особых пояснений.

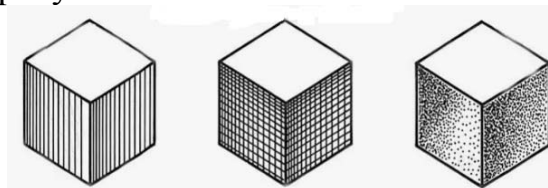


Рис. 1. Нанесение штриховки и шрафировки

Таким образом, правильная вариация толщины, плотности, направления и качества линий управляет вниманием зрителя и создаёт иллюзию глубины даже в чисто линейном изображении [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гофман Ю.М.. Техники Черно-Белой Графики. Федеральное агентство по образованию Амурский Государственный Университет. Благовещенск, 2011. 117 с.
2. Ли Н.Г. Рисунок. Основы академического рисунка: учебник. М.: Изд-во «Эксмо», 2014.
3. Короев Ю.И. Начертательная геометрия: учебник для вузов / Ю.И. Короев. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Архитектура-С, 2003. 424 с.
4. Могилевцев В.А. Наброски и учебный рисунок: учебное пособие. СПб.: Изд-во «Арт-индекс», 2015.
5. Кузин В.С. Рисунок. Наброски и зарисовки: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2013.

УДК 004.92

ТИМ В КОМПЛЕКСЕ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ГРАФИКИ

Кузнецова О.Г., ст. преп. кафедры ИГС
Решетников М.К., д.т.н., проф. кафедры ИГС
Бородулина С.В., к.т.н., доц. кафедры ИГС

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
Институт машиностроения, материаловедения и транспорта

В статье рассматриваются основные аспекты освоения комплекса Renga в рамках учебной дисциплины «Компьютерная графика в архитектурном проектировании» для направления «Архитектура». Описана концепция выстроенного метода программированного обучения для разработанных методических указаний по освоению ТИМ. Дано общее заключение о применяемых приемах в процессе создания ЦИМ.

Ключевые слова: объектно-ориентированное приложение, программный комплекс Renga; технология информационного моделирования (ТИМ); цифровая информационная модель (ЦИМ)

Учебные комплексы дисциплин изучаемых студентами архитектурно-строительной сферы неделимо связаны с ТИМ. Так, задачей преподавания «Компьютерной графики в архитектурном проектировании» среди прочих является развитие навыков использования полнофункциональных САПР, предоставляющих возможности архитектурного проектирования и моделирования. Следовательно, стоит выстраивать систему освоения комплексно, используя в качестве главного принципа метод программированного обучения. Суть подхода заключена в разбиении материала на логически завершённые учебные дозы с системой контроля усвоения после каждой порции информации [1]. Целевая установка направленности всего курса – создание цифровой информационной модели (ЦИМ) различной по сложности и на-

полноты. Главной задачей при изучении комплекса «Renga» – использование технологии информационного моделирования в рамках регламента технического задания.

Выстроенная концепция методических указаний по курсу (рис. 1) состоит из связанных блоков, которые призваны решать конкретно поставленные вопросы. Костяк системы реализуем в такой последовательности – «Моделирование», «Конструирование» и «Концептуальное проектирование». «Информационный» и «Демонстрационный» блоки рассматриваются в параллели со всеми задачами. Отдельный блок – «Элемент каталога» ставит задачу изучения принципов работы с каталогами и библиотеками объектов, при изучении программы – является задачей со звездочкой.



Рис. 1. Схема построения учебно-методического курса по программе Renga

Подводя итог, следует сказать, что принципы построения самого процесса обучения технологии информационного моделирования строятся на логике изучаемой программы. База организационной структуры «Renga» строится на закономерностях «интуитивно-понятного интерфейса [2]». Набор инструментов связан с главной настройкой для «Стиля объекта», а объекты определяются прописанными для них свойствами; «простота» программы – это лишь внешняя характеристика для создания базы по объектам, а использование программы, как профессионального инструмента информационного моделирования, связано с осмысленным пониманием алгоритмов. Можно видеть такую систему, построенную из информационных классов, ориентированных на выполнение главной задачи – создания ЦИМ, прежде всего визуальных – информационно-графических, обладающих рядом атрибутов, редактируемых и создаваемых в процессе работы. Основа всему «Стили», через них происходит наполнение модели контекстом информации для экземпляра класса [3]. Следовательно, эффективное освоение программы связано с владением инструментарием управления стилем и свойством для объекта, и «Профилем», что неделимо связано с предлагаемой иерархической системой

обучения. Основа учебной модели – это изучение принципов работы с типовой геометрией; средний уровень – умение создание конструктивных каркасов; вершина – самостоятельное концептуальное моделирование; а общие задачи – информационное наполнение и визуальное представление ЦИМ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочкарева, Э.И. Программированное обучение // Научные высказывания. 2025. №7 (75). С. 15-17. Режим доступа: https://nvjournal.ru/article/Programmirovannoe_obuchenie (Дата обращения: 24.02.2026).
2. Renga: офиц. сайт. Режим доступа: <https://rengabim.com> (Дата обращения: 24.02.2026).
3. Отечественная BIM-система Renga: обзор и впечатления // Рабочий журнал технократа. 11.02.2023. Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Y-dSmiwuiXaKMot1> (Дата обращения: 03.03.2026)

УДК 69:004.9+774+744.021.23

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ И МАКЕТОВ ЗДАНИЙ В «КОМПАС-3D»

Маланка М.И. (3501)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИП Хайдаров Г.Г.
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

Рассмотрено создание и применение трехмерных компьютерных моделей для создания трехмерных макетов зданий и сооружений. Рассмотрены конкретные примеры создания трехмерных макетов.

Ключевые слова: образовательные, технологии, студенты, обучение, трехмерная, модель, строительство, компьютерная, графика, макет.

Для студентов по специальности «Промышленное и гражданское строительство» (код 08.03.01 «Строительство») на кафедре инженерного проектирования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) были разработаны задания по моделированию объектов и выполнению макетов. А именно: каркаса промышленного железобетонного здания, макета жилого дома, макетов местности с нанесением на них числовых отметок и границ земельных работ, а также ряд других макетов зданий.

На основании учебного задания с целью развития пространственного представления учащихся была реализована методика для создания компьютерной модели жилого дома [1]. Также данная модель была реализована в виде макета на трехмерном принтере. При выполнении макета мелкие детали макета: окна, двери, мебель, бытовая техника, лестницы, облицовка дома были выполнены отдельно. Затем мелкие детали были приклеены: макеты дверей, интерьера помещений. Для наглядности макета крыша здания сделана

съемной. При выполнении работы использовалась лицензионная версия программы «КОМПАС-3D» с архитектурно-строительной библиотекой. Компьютерная модель жилого дома показана ниже (рис. 1).

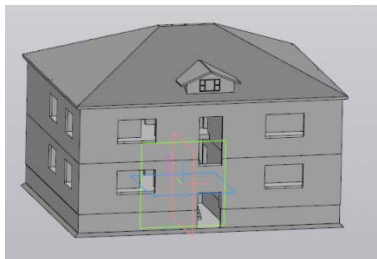


Рис. 1. Трехмерная компьютерная модель жилого дома в «КОМПАС-3D»
Фотография макета жилого дома показана ниже (рис.2).



Рис. 2. Фотографии изготовленного макета жилого дома

На основании разработанной методики также была успешно реализована трехмерная модель и физический макет железобетонной конструкции промышленного каркасного здания. Данная модель позволила студентам детально изучить узлы сопряжения колонн, ригелей и фундаментных стаканов, а также проработать вопросы унификации сборных элементов. Компьютерная модель железобетонной конструкции показана ниже (рис. 3).

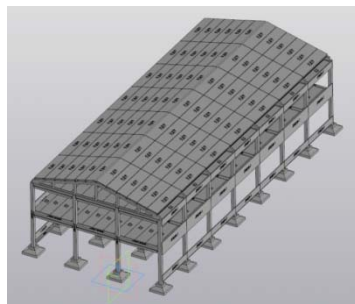


Рис. 3. Трехмерная компьютерная модель железобетонного каркаса
промышленного здания в «КОМПАС-3D»

Фотография одной секции макета железобетонного каркаса промышленного здания показана ниже (рис. 4).



Рис. 4. Фотографии макета одной секции железобетонного каркаса
промышленного здания

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Библиотека проектирования зданий и сооружений: АС/АР. Руководство пользователя. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2016/guide-arhitektura-acap.pdf (Дата обращения: 18.02.2026).

УДК 006.354

КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Трухляев Я.Е. (ТиТ-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИГСМ Маринина О.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Дан основной перечень конструкторской документации необходимой для проектирования, изготовления и эксплуатации изделия.

Ключевые слова: чертеж, спецификация, техническое предложение, сборочный чертеж, схема.

К конструкторским документам относятся графические, текстовые, аудиовизуальные (мультимедийные) и иные документы, установленные стандартами ЕСКД, содержащие информацию об изделии, необходимую для его проектирования, разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта (модернизации) и утилизации. Документ логически состоит из двух частей: содержательной, включающей информацию, ради распространения и сохранения которой создан документ, и реквизитной, включающей сведения (признаки), по которым документ может быть идентифицирован и авторизован [1, 2]. Конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные и рабочие.

В стандартный комплект конструкторской документации могут входить:

Чертеж общего вида: Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Код документа по ЕСКД – ВО. Документ может разрабатываться для всех проектов, но обязательным является только для технического проекта. Правила выполнения – по стандартам [3, 4].

Пояснительная записка: Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений. Код документа – ПЗ. Документ является обязательным для всех проектов. Правила выполнения – по стандартам [3-5].

Ведомость технического предложения [эскизного проекта, технического проекта]: Документ, содержащий перечень документов, вошедших в соответствующий проект. Коды ведомостей: ПТ, ЭП и ТП. Для проектов ведомость проекта документ обязательный. Правила выполнения по стандарту [3-5].

Чертеж общего вида, пояснительная записка и ведомости проектов являются исключительно проектными документами и в рабочую КД не входят.

Спецификация: Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Для спецификации код не установлен. Правила выполнения – по стандарту [5].

Сборочный чертеж: Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Код сборочного чертежа – СБ. Правила выполнения – по стандарту [4-5]. Сборочный чертеж может быть совмещен со спецификацией. Такой совмещенный документ считается спецификацией, не имеет кода и должен выполняться только на листах формата А4.

Чертеж детали: Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Для чертежа детали код не установлен. Правила выполнения: по стандарту [4-5]. Согласно ЕСКД чертежи деталей могут быть включены в документацию ТП, но на практике, как правило, применяются только в рабочей документации.

Технические условия: Документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах. Код – ТУ. Документ может входить как в проектную, так и в рабочую документацию.

Схема: Конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделий и связи между ними. Схемы могут входить как в проектную, так и в рабочую документацию. Номенклатура схем установлена стандартом [5]. По признакам принципа действия и связей составных частей изделия схемы делятся на виды: электрические, гидравлические, кинематические, деления и др. По признаку основного назначения схемы делятся на типы: структурные, функциональные, принципиальные, расположения и др. В КД на РЭС обычно входят электрические схемы: структурная (код – Э1), функциональная (код – Э2), принципиальная (код – Э3), а также схема деления изделия на составные части (код – Е1).

Руководство по эксплуатации: Эксплуатационный документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) изделия, его составных частей и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации изделия и его составных частей [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник. / А.А. Чекмарев. М.: ИНФРА-М, 2014. 396 с.

2. ГОСТ 2.101 – 68 ЕСКД. Виды изделий.
3. ГОСТ 2.001 – 2013 ЕСКД. Общие положения
4. ГОСТ 2.102 – 2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
5. ГОСТ 2.105 – 95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

УДК 72.036

ГЕОМЕТРИЯ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ РОССИИ

Черкашина В.А. (С-114)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры «Графика» Щербакова О.В.
Сибирский государственный университет путей сообщения

В статье рассматривается современная архитектура России, с учетом основных требований к геометрическим формам зданий и сооружений. Автором проводится анализ основных направлений архитектуры современности.

Ключевые слова: архитектура, геометрия в архитектуре, геометрическая архитектура России.

Геометрия всегда была фундаментальной основой архитектуры, которая определяла не только эстетический облик зданий, но и их конструктивную целостность, многофункциональность и взаимодействие с окружающим пространством. Эволюция архитектурной геометрии отражает развитие различных технологий, материалов и архитектурной мысли: от простых геометрических примитивов античности до сложных криволинейных форм современности. Формы геометрии, которые еще древние, использовали в архитектуре остались прежними - это круг, треугольник, квадрат, прямоугольник и их комбинации» [1], но с учетом современных материалов и эстетики видов, они плавно влились в общую картину зданий и сооружений как в мире, так и в России.

Рассмотрим подробно современные требования к архитектурной геометрии, которые можно объединить в группы: минимализм в геометрических формах, цифровая архитектура, экотехнологии [2] в зданиях и сооружениях нашей страны.

Стиль минимализма обычно использует только строгие четкие геометрические формы, набор линий, которые образуют простоту, гармонию, многофункциональность, например, это хорошо отражено в новом корпусе Мариинского театра, которое в целом похоже на монолитный куб (рис. 1). Зачастую стиль кубического минимализма вызывает непонимание у людей, поскольку он глобален, монументален, поэтому не всем может понравиться.

С активным развитием компьютерных технологий, геометрия архитектуры, тоже приобрела глобально новые возможности в моделировании сложных зданий и сооружений, что было не доступно ранее, например, необычное здание, дворец художественной гимнастики Ирины Винер в Москве, которое несомненно, не оставит никого равнодушным своей необычной формой кострукцией (рис. 2).



Рис. 1. Новое здание Мариинского театра в Санкт-Петербурге



Рис. 2. Дворец художественной гимнастики Ирины Винер в Москве

Также в современной архитектурной геометрии необходимо придерживаться принципов экотехнологий, то есть создавать здания в гармонии с природными формам, адаптируя их к климатическим условиям.

Несомненно, мир классической геометрической архитектуры «не стоит на месте», а активно развивается, используя самые современные компьютерные направления и технологии, поэтому мы можем надеяться, что в самое ближайшее время у нас в стране и в мире, будут появляться необычные по геометрической форме здания и сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Супрун Л.И., Супрун Е.Г., Игошева Е.Д. Геометрия и архитектура // Вестник Евразийской науки. 2019. № 1. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/18SAVN119.pdf> (Дата обращения: 05.04.2026).
2. Гульджанова Д., Мырадов Р., Чоров Ш. Роль геометрии в древней и современной архитектуре // Вестник науки. 2024. № 12 (81). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-geometrii-v-drevney-i-sovremennoy-arhitecture> (Дата обращения: 05.04.2026).

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 006.91

УНИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ, КАК МЕТОД СОКРАЩЕНИЯ ЧИСЛА ТИПОВ ДЕТАЛЕЙ

Кривчиков И.О. (ОИСД-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИГСМ Торгашина С.Н.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассмотрен базовый метод унификации, который является активной формой унификации и заключается в создании модификаций или унифицированного ряда изделий на основе конструкции базового изделия.

Ключевые слова: единообразие, рациональное число, разновидность, сокращение разнообразия, взаимозаменяемость, экономическая эффективность стандартизация, параметрический ряд, типоразмерный ряд, тип изделия, главный параметр, унифицированная составная часть

Унификация – это приведение различных видов продукции и средств её производства к рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, свойств и т. На выбор вида унификации влияет назначение и решаемые задачи, а именно индивидуальный метод унификации используют при создании оригинальных и уникальных приборов и их составных частей. Агрегатно-модульный метод применяют при разработке однотипных изделий одного функционального назначения. Унификацию машин, их деталей и сборочных единиц проводят на базе существующего или возможного подобия изделий, предназначенных для выполнения аналогичных по технологии и условиям работы операций или процессов. Для перспективных приборов проводят опережающую унификацию, основанную на научно-техническом прогнозировании тенденций будущего развития этих приборов, их составных частей, изменений, технико-экономических характеристик, методов производства, обслуживания, ремонта [1]. Индивидуальный метод унификации используют при разработке моноблочных изделий, имеющих простую конструкцию, не требующую разбивки её на функциональные блоки и узлы, а также сверхминиатюрных, не позволяющих производить их из блоков. Унификацию осуществляют по следующим направлениям:

Общая унификация — это унификация сходных по назначению деталей и сборочных единиц изделий, которые не имеют конструктивного подобия и отличаются размерами основных параметров.

Модификационная унификация — это унификация между базовой моделью и конструктивными модификациями, выполняемыми на основе этой базовой модели. К базовой модели относится узел (или машина), который при-

нят за основной типовой представитель типоразмерного ряда изделий аналогичного назначения и на который базируются при разработке всего ряда. Модификация является разновидностью базовой модели, унифицированная с ней и отличающаяся от последней некоторыми не основными параметрами [2].

Внутритиповая унификация (размерно-конструктивная унификация) — это унификация между однотипными изделиями, имеющими различные параметры. Внутритиповая унификация осуществляется в изделиях одного функционального назначения, имеющих одинаковое числовое значение главного параметра, но отличающихся конструктивным исполнением составных частей. Например, унифицированы токарно-винторезные станки для обработки заготовок диаметром 320 и 400 мм.

Межтиповая унификация — это унификация сборочных единиц и деталей изделий, отличающихся конструкцией, но имеющих сходные величины основных параметров. Например, унификация фрезерных, строгальных и шлифовальных станков разных размеров (одинаковые станины, стойки, двигатели). Основными задачами межтиповой унификации является выпуск оборудования одинакового назначения, но разной размерности из одних и тех же узлов, и деталей, снижение трудоёмкости проектирования и изготовления изделий. Межтиповая унификация может проводиться на различных уровнях:

Заводская - охватывает номенклатуру изделий, выпускаемых только одним предприятием или объединением.

Отраслевая (ведомственная) - унификация изделий или их элементов, изготавливаемых одной отраслью промышленности.

Межотраслевая (межведомственная) - охватывает изделия, которые находят применение в разных отраслях промышленности. Например, сборочные единицы и детали общемашиностроительные: муфты, редукторы, соединения трубопроводов [3].

Эффективность работ по унификации характеризуется уровнем унификации, т.е. насыщенностью изделий унифицированными составными частями (детальями, узлами, механизмами). Для расчёта уровня унификации используют: Коэффициент применяемости, который показывает уровень применяемости составных частей, то есть уровень использования во вновь разрабатываемых конструкциях деталей, узлов, механизмов, применявшихся ранее в предшествовавших аналогичных конструкциях. Рассчитывают по количеству типоразмеров, по составным частям изделия или в стоимостном выражении.

По числу типоразмеров:

$$K_{нр} = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где: n - общее количество типоразмеров составных частей изделия;

n_0 - количество типоразмеров оригинальных составных частей.

К оригинальным относят составные части изделия, разработанные впервые для данного типоразмера изделия. Типоразмер изделия (модель) это

предмет производства определенной конструкции, с конкретными параметрами, обладающий ограниченной заменяемостью, предназначенный для удовлетворения заданных потребностей и отличающийся от других изделий типоразмерного ряда числовыми значениями параметров.

По составным элементам:

$$K_{np} = \frac{N - N_0}{N_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

где N – общее количество составных элементов; N_0 – количество уникальных (оригинальных) элементов.

В стоимостном выражении:

$$K_{np.c} = \frac{C - C_0}{C} \cdot 100\% \quad (3)$$

где: C – общая стоимость всех составных частей изделия;

C_0 – стоимость оригинальных (разработанных впервые для данного изделия) составных частей.

Уровень унификации по стоимостному выражению – это показатель, который отражает долю стоимости унифицированных (ранее применявшихся) составных частей изделия в общей стоимости всех его компонентов. Он позволяет оценить экономическую эффективность унификации с точки зрения затрат.

Унифицированными считаются составные части (детали, узлы, механизмы), которые используются в двух и более изделиях данной группы или комплекса и являются взаимозаменяемыми. При расчёте для составных частей, изготавливаемых на предприятии, обычно используется заводская себестоимость, а для покупных компонентов – отпускная цена. Этот показатель характеризует уровень унификации только с точки зрения стоимости. Для более полной оценки может применяться комплексный коэффициент применимости, который учитывает также массу унифицированных деталей, трудоёмкость их изготовления и другие параметры. Оптимальный уровень унификации устанавливается на основе экономических расчётов, учитывающих расходы на всех этапах жизненного цикла продукции – от производства до эксплуатации. С повышением уровня унификации производственные расходы снижаются, но могут возрасти затраты на эксплуатацию, так как унифицированный объект иногда используется в неоптимальных условиях. Поэтому оптимальный уровень определяется по суммарным расходам. Этот подход чаще применяется для продукции крупносерийного и массового производства, где доля производственных расходов в общей стоимости невелика. В таких случаях уровень унификации может определяться по единому фактору – размеру совокупного полезного эффекта изделия на единицу общих расходов за его жизненный цикл. Важно учитывать, что повышение уровня унификации до 100% не всегда целесообразно, так как это может негативно сказаться на технико-экономических показателях производства [4].

Пример расчёта для овального стола: овальная столешница - 1 шт.; ножки - 5 шт. Общее количество составных частей $N = 6$. Количество типоразмеров составных частей $n = 2$, так как все ножки одного типоразмера. Количество типоразмеров оригинальных элементов $n_0 = 1$, так как овальная столешница разработана только для данного стола.

$$K_{\text{пр}} = (2 - 1) / 2 \times 100\% = 50\%.$$

Объяснение: коэффициент применяемости показывает, что из общего количества типоразмеров составных частей изделия (2) только 1 типоразмер (1) разработан только для данного изделия, что составляет 50% от общего количества типоразмеров.

Коэффициент повторяемости, который характеризует уровень унификации и взаимозаменяемость составных частей изделий определённого типа.

$$K_{\text{п}} = \frac{N - n}{N - 1} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где N - общее количество составных частей изделия.

При определении показателей уровня унификации в данном случае из расчёта исключают детали, не входящие в составные части изделия.

Пример расчёта для овального стола: овальная столешница - 1 шт.; ножки - 5 шт. Общее количество составных частей $N = 6$. Количество типоразмеров составных частей стола $n = 2$, так как все ножки одного типоразмера

$$K_{\text{п}} = [(6 - 2) / (6 - 1)] \times 100 = 80\%.$$

При необходимости средней повторяемости составных частей в изделии используют формулу:

$$K_{\text{ср}} = \frac{N}{n} , \quad (5)$$

Таким образом, основной целью унификации является устранение неоправданного многообразия изделий одинакового назначения и разнотипности их составных частей и деталей, приведение к возможному единообразию способов их изготовления, сборки, испытаний [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соколов С. П. Об унификации структуры стандартов и технических условий // Стандарты и качество. 2022. № 9. С. 15–17.
2. Правиков, Ю. М. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие. Москва: Кнорус, 2021.
3. Волкова Е.М. Стандартизация и техническое регулирование архитектурно-строительной деятельности в России /Е.М. Волкова/ Международная научная конференция: «Стандартизация и техническое регулирование: современное состояние и перспективы развития» //Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 6 (58). С. 143-152 .
4. Волкова Е.М. Управление качеством архитектурно-строительной деятельности: учеб. пособие / Е.М. Волкова. Н. Новгород: ННГАСУ, 2020. 69 с.
5. Радкевич, Я.М. Метрология: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе.- 6-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2025. 211 с.

УСТРАНЕНИЕ И ИСКЛЮЧЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВОК

Кривчиков И.О. (ОИСД-1-25)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИГСМ Торгашина С.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассмотрены приемы измерения различных величин и правила отыскания и исключения систематических погрешностей.

Ключевые слова: погрешность, поправка, измерения, результат.

При проведении измерений стараются в максимальной степени исключить или учесть влияние систематических погрешностей. Для того чтобы исключить систематические погрешности при измерении, необходимо проанализировать всю совокупность опытных данных. Поскольку приемы измерения различных величин разнообразны, постольку различны и приемы исключения систематических погрешностей. Дать исчерпывающие правила для отыскания и исключения систематических погрешностей невозможно. Наиболее распространенные способы исключения систематических погрешностей из результатов измерений следующие.

УСТРАНЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПОГРЕШНОСТЕЙ до начала измерения. Этот способ исключения систематических погрешностей является наиболее рациональным, так как он полностью или частично освобождает от необходимости устранять погрешности в процессе измерения или вычислять результат с учетом поправок. Под устранением источника погрешностей следует понимать, как непосредственное его удаление (например, удаление источника тепла), так и защиту измерительной аппаратуры и объекта измерения от влияния этих источников [1].

СПОСОБ ЗАМЕЩЕНИЯ заключается в том, что измеряемый объект заменяют известной мерой, находящейся при этом в тех же условиях, в каких находился он сам. Пример: объект, электрическое сопротивление, индуктивность или емкость которого требуется измерить, включают в измерительную цепь. В большинстве случаев при этом пользуются нулевыми методами (мостовые, компенсационные и др.), при которых производится электрическое уравновешивание цепи. После уравновешивания вместо измеряемого объекта, не изменяя схемы, включают меру переменного значения: магазин сопротивления, емкости, индуктивности, переменный конденсатор или индуктивность. Изменяя их значение, добиваются восстановления равновесия цепи. В этом случае способ замещения позволяет исключить остаточную неуравновешенность мостовых цепей, влияние на цепь магнитных и электрических полей, взаимные влияния отдельных элементов цепи, а также утечек и других паразитных явлений.

СПОСОБ КОМПЕНСАЦИИ ПОГРЕШНОСТИ ПО ЗНАКУ заключается в том, что измерения следует проводить таким образом, чтобы погрешность в результате измерений вошла один раз с одним знаком, другой раз – с противоположным. Погрешность исключается при вычислении среднего значения. Пример: требуется измерить ЭДС потенциометром постоянного тока, имеющим паразитную термоЭДС. При выполнении одного измерения получают ЭДС E_1 . Затем меняют полярность измеряемой ЭДС и направление тока в потенциометре. Вновь проводят его уравнивание – получают значение E_2 . Если термоЭДС дает погрешность Δ_E и $E_1 = E_d + \Delta_E$, то $E_d = (E_1 + E_2)/2$. Следовательно, систематическая погрешность, обусловленная действием термоЭДС, устранена [2].

СПОСОБ ПОТИВОПОСТАВЛЕНИЯ заключается в том, что измерения проводят два раза, причем так, чтобы причина, вызывающая погрешность, при первом измерении оказала противоположное действие на результат второго. Рассмотрим пример: сопротивление X измеряют при помощи равноплечего моста, в котором каждое из плеч R_2 и R_3 равно 1000 Ом. Равновесие моста было достигнуто, когда $R'_1 = 1000,4$ Ом. После перемены местами X и R_1 равновесие достигалось при $R'_1 = 1000,2$ Ом.

$$x = \frac{1000,4 \pm 1000,2}{2} = 1000,3 \text{ Ом} \quad (1)$$

Для обнаружения систематических погрешностей в измерениях применяют специальные статистические методы, основанные на анализе закономерностей в рядах наблюдений [3].

Известен ряд способов исключения систематических погрешностей:

ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВОК – способ исключения систематических погрешностей из результатов измерений, основанный на знании систематической погрешности и закономерности её изменения. Поправка – значение величины, одноимённой с измеряемой, которое нужно прибавить к полученному при её измерении значению, чтобы исключить систематическую погрешность. В некоторых случаях используют поправочный множитель – число, на которое умножают результат измерения для исключения систематической погрешности. Поправка численно равна значению систематической погрешности, противоположна ей по знаку и алгебраически суммируется с результатом измерения. Поправку определяют экспериментально при проверке приборов или в результате специальных исследований. Она может задаваться в виде формул, таблиц или графиков. Для исправления результата его складывают только со средним арифметическим значением поправки. Поправку имеет смысл вводить, пока она уменьшает доверительные границы погрешности. Однако следует помнить, что погрешность результата выражается не более чем двумя значащими цифрами, поэтому поправка, если она меньше пяти единиц разряда, следующего за последним десятичным знаком погрешности результата, будет потеряна при округлении, и вводить её не имеет смысла.

Примеры: Исключение погрешности шкалы. Например, к линейным шкалам универсального микроскопа прилагается аттестат, в котором указаны значения и знак поправки для каждого деления шкалы. Внося в результат измерений поправку, взятую из аттестата, исключают систематическую погрешность шкалы, т.е., если в аттестате указано, что цена деления шкалы - 0,01мм, а объект занимает 15 делений окулярмикрометра, то его размер: $15 \times 0,01 \text{ мм} = 0,15 \text{ мм}$. Устранение постоянной систематической погрешности, у которой в зависимости от условий измерения изменяется только знак. В этом случае выполняют два измерения, результаты которых должны быть равны: $X_1 = X_{\text{и}} + \Delta_{\text{с}}$ и $X_2 = X_{\text{и}} - \Delta_{\text{с}}$, где $X_{\text{и}}$ — измеряемая величина. Среднее значение из полученных результатов $(X_1 + X_2)/2 = X_{\text{и}}$ представляет собой окончательный результат измерения, не содержащий погрешности $\pm \Delta_{\text{с}}$.

Таким образом, ввод одной поправки позволяет исключить влияние только одной составляющей систематической погрешности. Для устранения всех составляющих в результат измерения приходится вводить ряд поправок. После введения поправок остаётся ряд элементарных составляющих - не исключённые остатки систематической погрешности. К ним относятся погрешности определения поправок, погрешности, зависящие от точности измерения влияющих величин, и погрешности, связанные с колебаниями влияющих величин (температуры окружающей среды, напряжения питания и т. д.). Перечисленные погрешности малы, и поправки на них не вводятся [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / Ю.В. Димов. СПб.: Питер, 2013. 496 с.
2. Гвоздев В.Д. Прикладная метрология: Величины и измерения. Учебное пособие. М.: МИИТ, 2015. 74 с.
3. Миронычев В.Н., Титов П.Л. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. Электрон. дан. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2015. 140 с.
4. Аристов, А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А.И. Аристов, Л.И. Карпов, В.М. Приходько. М.: ИЦ Академия, 2013. 416 с.

УДК 658.5.011

СПЕЦИФИКА ДОКУМЕНТООБОРОТА В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Линейцева А.А. (ЦУОКСм-24-1)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ГСХ Шелехов И.Ю.
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассматривается анализ проблемы оптимизации документооборота в инвестиционно-строительной отрасли. Особое внимание уделяется исследованию перспек-

тивных технологических подходов, зафиксированных в патентных разработках. Анализируются методы, основанные на информационном моделировании, которые позволяют интегрировать всю документацию в единую цифровую модель объекта, а также системы различного мониторинга. В заключении сделан вывод о внедрение таких технологий и как следствие повышение инвестиционной привлекательности строительных проектов.

Ключевые слова: документооборот, инвестиционно-строительная деятельность, цифровизация, информационное моделирование, цифровое управление, мониторинг строительных объектов, оптимизация процессов.

Внедрение современных стандартов документооборота сталкивается с мощным сопротивлением, которое основывается на укоренившейся культуре бумажного документооборота. Эта модель порождает процесс многоуровневого ручного согласования, воспринимаемого не как бюрократическая рутина, а как единственно верный механизм контроля и распределения ответственности. Специалисты подвергают эту систему проверке на прочность, обнажая ее несовместимость с современными темпами и требованиями к прозрачности и эффективности проектов. В стремительно меняющемся мире инструменты для преодоления этой проблемы уже существуют и продолжают активно создаваться. В мире есть ученые-изобретатели и инженеры, которые разрабатывают способы мониторинга и цифрового управления объектами.

В патенте № RU 2009 128 839 демонстрируется методика, контроля готовности объектов в инвестиционно-строительной сфере основанный на применении информационного моделирования. Данный подход нужен для эффективного мониторинга хода строительства, что в результате повысит общую экономическую эффективность проекта [1]. Ряд изобретений, представленных в патентах № RU 2 381 470 и № RU 2 742 081 показывают системы датчиков и алгоритмы для непрерывного мониторинга деформаций, напряжений и прогнозирования состояния конструкций. В патенте № RU 2 381 470 представлен способ мониторинга и прогнозирования. По вычисленным параметрам строятся графики динамики параметров, анализ которых дает прогнозную оценку состояния объекта в будущем [2]. В патенте № RU 2 742 081 описан похожий метод мониторинга, при котором данные автоматически формировать отчеты и акты, поступая напрямую в систему документооборота [3]. Дистанционный контроль с применением воздушного лазерного сканирования и машинное зрение, представленные в патентах № RU 2 655 956 и № RU 2 694 016 соответственно, позволяют автономно выявлять отклонения между фактическим производством и проектом. Внедрив эти методы, повысится точность и достоверность результатов геотехнического мониторинга [4,5].

Оптимизация документооборота в сфере строительства – стратегическая задача, поставленная современным миром, требующая перехода от бумажного документооборота к цифровому управлению данными. Реализация решений об изменении не только снижает операционные издержки, но и принци-

пиально повышает инвестиционную привлекательность строительных проектов, а также формирует новый отраслевой стандарт работы с информацией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Способ мониторинга готовности инвестиционно-строительного объекта. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=b89181609079c4a1d0f7bc6e1b56af55> (Дата обращения: 11.02.2026).
2. Способ мониторинга и прогнозирования технического состояния зданий и сооружений и система мониторинга и прогнозирования технического состояния зданий и сооружений. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesdirect=true&id=913b0ceb549528fc2beda52ad2a156c6> (Дата обращения: 11.02.2026).
3. Способ мониторинга технического состояния производственных зданий с оценкой рисков аварии. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?Facesredirect=true&id=d8ce91a430d144630a8e2968f9d28be6> (Дата обращения: 12.02.2026).
4. Способ проведения геотехнического мониторинга линейных сооружений и площадных объектов на основе воздушного лазерного сканирования. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=1243d961c6f100f46bafcead5e4658a2> (Дата обращения: 12.02.2026).
5. Обнаружение состояния объектов с использованием системы обработки изображения, соответствующий способ и постоянный машиночитаемый носитель. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesredirect=true&id=55d917a0c92ea2dceb9abf355c44452e> (Дата обращения: 12.02.2026).

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

УДК 004.413.5

АНАЛИЗ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И УРОВНЯ ВЛАДЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЯМИ СРЕДИ СТУДЕНТОВ АРХИТЕКТУРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Беспалов В.В., Красильникова С.В., Угланов И.В. (Арх – 111)
Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИКГ Нефедова С.А.
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В статье рассматривается проблема разрыва между академической подготовкой студентов-архитекторов и реальными требованиями профессионального рынка в области программного обеспечения. На основе опроса студентов и преподавателей выявлены текущие приоритеты в использовании BIM-систем и средств визуализации.

Ключевые слова: BIM-технологии, архитектурное образование, Archicad, Revit, 3ds Max, визуализация.

Современное архитектурное проектирование неразрывно связано с технологиями информационного моделирования. От уровня владения профильным программным обеспечением напрямую зависит конкурентоспособность выпускника. Однако в образовательной среде часто наблюдается диссонанс: программы, удобные для выполнения учебных задач, не всегда совпадают с инструментами, востребованными в ведущих проектных бюро. Для объективной оценки ситуации было проведено исследование методом анонимного анкетирования. В опросе приняли участие две группы: 19 студентов 4–5 курсов и 5 преподавателей архитектурных дисциплин [1].

Анализ анкет студентов показал доминирование программы Archicad, которую выбрали 73,7% опрошенных. При этом 84,2% осознают необходимость владения BIM-системами (рис. 1).

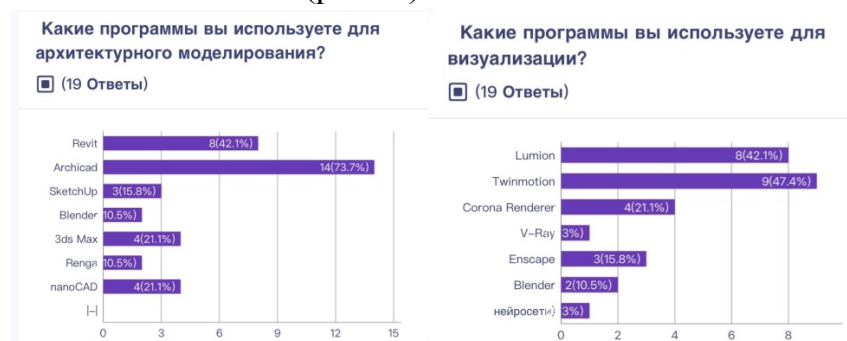


Рис. 1. Используемые программы студентами

Несмотря на популярность Archicad, самой желанной для изучения оказалась программа Revit — ее отметили 63,2% респондентов. В сегменте визуа-

лизации для быстрых задач выбирают инструменты Twinmotion (47,4%) и Lumion (42,1%), а за премиальное качество отвечает связка программа 3ds Max с визуализаторами Corona Renderer или V-Ray (78,9%). Почти половина опрошенных (47,4%) тратит на одну визуализацию от 3 до 6 часов, что подтверждает трудоемкость данного этапа. Главным критерием выбора программного обеспечения студенты считают качество финального изображения (94,7%), далее следуют простота освоения и финансовая составляющая.

Опрос преподавателей позволил скорректировать картину с учетом требований рынка. Большинство респондентов подтвердили, что BIM-технологии являются важнейшим направлением для будущего архитектора. При этом преподаватели отдают предпочтение Revit и Photoshop, как первым программам для изучения первокурсниками. Самыми востребованными в бюро названы программы Revit (100%) и 3ds Max (100%). При оценке работ 80% педагогов отдают предпочтение комбинации фотореалистичного рендера и художественного коллажа [2]. Текущий уровень владения ПО у студентов оценен как средний или ниже среднего, что открывает пространство для профессионального роста. Ключевым навыком специалиста 100% преподавателей считают комплексное владение всеми инструментами — от эскиза до визуализации представляемого проекта и его подачи (рис. 2).



Рис. 2. Предпочтения преподавателей

Проведенное исследование позволило выявить несколько тенденций. Во-первых, наблюдается разрыв между академическим комфортом (Archicad) и рыночной необходимостью (Revit), при этом студенты осознают данный разрыв и готовы его преодолевать (рис. 3).

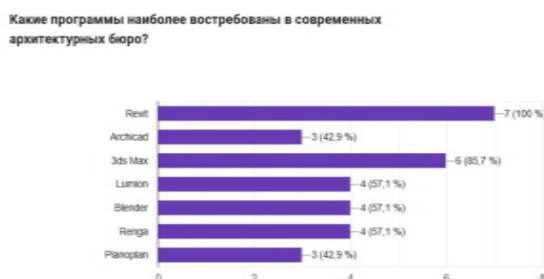


Рис. 3. Требование рынка

Во-вторых, рынок визуализации сегментирован на нишу быстрых решений и нишу премиального качества, причем владение обоими подходами яв-

ляется конкурентным преимуществом. В-третьих, педагогическая стратегия поэтапного усложнения инструментария (от Photoshop к BIM-системам) методически обоснована и позволяет сначала развить композиционное мышление, а затем перейти к детальному моделированию. В-четвертых, наглядно обозначается область развития САПР на отечественном рынке. И как результат проведенного опроса выявил необходимость сокращения разрыва между ожиданиями работодателей и навыками выпускников рекомендуется усилить подготовку по Revit и 3ds Max на старших курсах, а также внедрять модули по постобработке и коллажированию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бутримов М.А., Качемцева Л.В. Интеграция BIM в учебный процесс архитектурных вузов: проблемы и перспективы // Вопросы современной науки и практики. 2024. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-bim-v-uchebnyy-protsess-arhitekturnyh-vuzov-problemy-i-perspektivy> (Дата обращения 23.03.2026).
2. Халаби С.М., Савельева Л.В., Плотникова О.Г. Внедрение технологий информационного моделирования в инженерно-архитектурное образование // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. № 3(40). [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2017/3kvart17/23_khalabi-savelieva-plotnikova/index.php (Дата обращения: 23.03.2026).

УДК 331.45

ВЫЕЗДНЫЕ СЕМИНАРЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПЛОЩАДКИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО – ТРУДОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Бунакова И.А. (ТБ – 14)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры ТБ Забелин В.А.
Нижегородский государственный архитектурно – строительный университет

В статье рассмотрена эффективность выездных занятий для повышения профессиональной подготовки специалистов в области охраны труда. Проводя занятия в таком формате, у студентов значительно повышаются практические навыки мониторинга условий труда и оценка профессиональных рисков на рабочих местах, что повышает адаптацию на рабочем месте после окончания обучения и конкуренцию на рынке труда.

Ключевые слова: выездные семинары, экскурсия, студенты, повышение компетенций.

Производство и строительство является динамично развивающейся областью с повышенным уровнем рисков. В связи с этим подготовка будущего специалиста по охране труда, способного анализировать угрозы на рабочем месте и нейтрализовывать их, ставит ее первостепенной задачей при обучении в области охраны труда. Одним из эффективных способов достижения данной задачи являются выездные семинары на действующие строительные

объекты, коммунальные предприятия, производства и т.д. В связи с динамичным темпом развития инфраструктур, важно предоставлять актуальную информацию по имеющимся рискам и несчастным случаям на этих объектах. Сотрудничество с представителями компаний и специалистами охраны труда дает возможность студентам расширить свои имеющиеся знания.

На основании доступных данных от Федеральной службы государственной статистики (Росстат) по Нижегородской области, а также статистики Роструд в 2024 году в строительной отрасли региона было занято около 20 тысяч работников. Из них около 31,5 % трудились во вредных и (или) опасных условиях труда. За год зарегистрировано около 463 несчастных случаев, из которых около 23 — со смертельным исходом [1,2].

Начиная с 1 курса кафедра «Техносферная безопасность» организует экскурсии и выездные семинары по дисциплине «Безопасность труда при строительно-монтажных работах» для 3 курса. Первое практическое занятие для студентов 3 курса было проведено на строительной площадке ООО «Мостопроектстрой». Были освещены такие темы как: охрана труда на строительной площадке, техника безопасности при заливке бетона, техника безопасности в арматурном цехе, техника безопасности при строповке грузов. Следующее практическое занятие совместно со студентами 1 курса включало в себя ключевые строительные площадки: Ледовый дворец на Стрелке и ЖК «Анкор» от ООО «Консоль». Студенты побывали на будущей ледовой арене, в технических помещениях с холодильными установками, а также ознакомились с решениями по обеспечению охраны труда. Помимо практических занятий для студентов 2 курса была организована экскурсия по строительной площадке жилого комплекса «Печерский» застройщика ООО «Каркас – Монолит». В рамках имеющихся знаний по безопасной работе на высоте, подробно рассказано о безопасной эксплуатации строительных люлек, организации работ на высоте, правилах техники безопасности для каждого вида работ и контроль подрядчиков при допуске к работе. АО «Транснефть – Автоматизация и метрология» позволила увидеть, как испытывают системы автоматизации для нефтяной отрасли, работу охраны труда и пожарной безопасности на данном объекте. Студенты узнали тонкости проверки систем на каждом этапе производства и ознакомились с порядком проведения инструктажа по технике безопасности и юридическими нормативами. Помимо строительных площадок студенты 1 курса посетили Слудинскую водопроводную станцию АО «Нижегородский водоканал», где подробно изложили этапы очистки, фильтрации и превращения сточных вод в питьевую, особенности каждого этапа очистки, о современных технологиях подготовки воды. В результате прохождения дисциплины и участия в выездных занятиях студенты приобретают и развивают компетенции в соответствии с образовательной программой направления подготовки «Техносферная безопасность» [3].

Таким образом, проведение семинаров в таком формате и организация экскурсий позволили сделать учебный процесс более практико-

ориентированным и соответствующим требованиям современной профессиональной подготовки специалистов. В дальнейшем планируется расширение перечня выездных объектов, а также возможность проведения совместных учебных семинаров с Государственной инспекцией труда и Ассоциацией строителей Нижегородской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Нижегородской области. Режим доступа: <https://52.rosstat.gov.ru/> (Дата обращения: 27.10.2025).
2. Государственная инспекция труда в Нижегородской области. Режим доступа: https://git52.rostrud.gov.ru/osnov/operativnye_dannye_o_neschastnykh_sluchayakh_v_nizhegorodskoy_oblasti/2024_god/ (Дата обращения: 27.10.2025).
3. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования направления подготовки «Техносферная безопасность». Режим доступа: https://nngasu.ru/education/high_education/napr/200301_TB_VTPP_och/1_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%9E%D0%9F%D0%9E%D0%9F_20.03.01_%D0%A2%D0%91.pdf (Дата обращения: 23.10.2025).

УДК 378.51

ЗНАЧЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РАЗВИТИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

¹Ермилова Н.Ю., к.п.н., доцент кафедры ИГСм

²Поздняя Л.В., учитель высшей категории

¹Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

²МОУ «Гимназия № 11 Дзержинского района Волгограда»

Рассматриваются особенности развития пространственного мышления у обучающихся общеобразовательных учреждений через графические образы.

Ключевые слова: пространственное мышление, пространственные образы, развитие интеллекта школьников.

Пространственное мышление — вид умственной деятельности, который обеспечивает создание пространственных образов и оперирование ими в процессе решения практических и теоретических задач. Это сложный процесс, куда включаются не только логические операции, но и множество последовательных и перспективных действий, без которых мышление протекать не может. Также пространственное мышление — это способность представлять и мысленно преобразовывать объекты в трехмерном или в двумерном пространстве. Это навык, благодаря которому мы можем вообразить, как предмет выглядит с другой стороны, как части конструктора соединяются в единое целое [1]. Пространственное мышление важно в различных сферах:

- архитектура, инженерия, промышленное производство — для создания точных чертежей, макетов, проектирования объектов;
- дизайн — для работы с объёмными композициями, перспективой, 3D-моделированием;
- навигация — для водителей, пилотов, специалистов по картографии;
- медицина — для ориентации в анатомии пациента, интерпретации данных томографии, планирования операций;
- образование — при изучении геометрии, физики, химии, где требуется представление молекулярных структур, геометрических фигур.

Формирование современных научных представлений и понятий о пространстве одна из важнейших задач интеллектуального развития обучающихся. Механизмом пространственного мышления является оперирование образами и их преобразование. В этот процесс вовлекаются образы, возникающие на различной графической основе, поэтому в пространственном мышлении происходит постоянное перекодирование образов, то есть переход от пространственных образов реальных объектов к их условно-графическим изображениям, от трёхмерных изображений к двумерным и обратно.

Развитие пространственного мышления учащихся на основе формирования графических образов геометрических понятий проходит при обучении геометрии в основной школе и особенно ярко на уроках черчения [2]. Графические изображения служат основой для формирования пространственных представлений, которые отражают соотношения и свойства реальных объектов — форму, величину, взаимное положение частей, расположение на плоскости или в пространстве.

Развитое пространственное мышление позволяет актуализировать способность к:

- оперированию образами: пространственное мышление включает создание образов и их видоизменение, трансформацию в требуемом направлении; образы выступают и исходным материалом, и оперативной единицей, и результатом мыслительного процесса; развитие навыков анализа и воспроизведения пространственных характеристик: графические задания (например, графические диктанты, моделирование, преобразования предметов) тренируют умение воспринимать, анализировать и воспроизводить пространственные образы, стимулируют творческое и визуальное мышление;
- формированию графических знаний и умений: овладение системой графических знаний — важное условие развития пространственного мышления; упражнения, связанные с классификацией различных видов изображений, их преобразованием, способствуют усвоению основополагающих понятий о пространстве и его элементах.
- поддержке обучения: пространственные представления, при правильном использовании, поддерживают обучение чтению, математике (алгебре, геометрии), черчению и элементам начертательной геометрии, естественным наукам; они также обеспечивают интеллектуальное моделирование и визуализацию, которые стимулируют инновации и научные открытия.

Методы использования графических изображений:

- Графические диктанты учат активизировать внимание, слушать и выполнять инструкции, развивают навыки восприятия, анализа и воспроизведения пространственных образов.
- Задания на изменение пространственного положения предмета: например, упражнения на конструирование по техническим условиям, доконструирование, переконструирование.
- Изучение геометрического материала — специфика геометрического содержания математической подготовки способствует овладению графическими умениями и навыками, необходимыми для развития пространственного мышления.
- Использование систем динамической математики — технологии, основанные на динамических графических инструментах, позволяют формировать пространственные образы геометрических понятий, варьировать свойства объектов, закреплять образы через решение задач с изменёнными условиями или неполными данными [3].

Графические построения в рамках предметов «Черчение», «Начертательная геометрия» и пространственное мышление тесно связано с продуктивными формами деятельности: обучение черчению (проецирование; сечения; разрезы, моделирование, конструирование) и основам начертательной геометрии (проекция точек на поверхности предмета, геометрические тела и сечущая площадь; пересечение геометрических тел), изобразительному и научно-техническому творчеству. В ходе этих занятий формируются умения представлять в пространстве результаты действий и воплощать их в рисунке, чертеже и т.д.

Таким образом, графические изображения являются важным инструментом для развития пространственного мышления, помогая человеку ориентироваться в пространстве, решать задачи, связанные с формой, размером, взаимным расположением объектов, и формировать системные представления о мире.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берсенева И.Н. Развитие пространственного мышления. Режим доступа: <https://videouroki.net/razrabotki/razvitie-prostranstvennogo-myshleniya-statya.html?ysclid=mnzxdxn8ta576870919>. (Дата обращения: 04.04.2026).
2. Как развить пространственное мышление. Режим доступа: <https://externat.foxford.ru/polezno-znat/10-neskuchnyh-sposobov-razvit-prostranstvennoe-myshlenie>. (Дата обращения: 08.04.2026).
3. Мозговая М.А. Формирование графических образов геометрических понятий как основа развития пространственного мышления при изучении геометрии в средней школе // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60-1. С. 190-193. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-graficheskikh-obrazov-geometricheskikh-ponyatiy-kak-osnova-razvitiya-prostranstvennogo-myshleniya-pri-izuchenii-geometrii>. (Дата обращения: 12.04.2026).

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ПО ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кобко А.А., к.т.н., доцент кафедры инженерного проектирования
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

В статье рассматривается использование современных информационных технологий на примере САПР Компас-3D в процессе изучения дисциплины инженерная графика. Применение информационных технологий повышает познавательный интерес студентов к изучению графических дисциплин и уровень их профессиональной подготовки.

Ключевые слова: инженерная графика, информационные технологии, система автоматизированного проектирования, Компас-3D, трехмерные модели (3D модели), конструкторская документация.

Разработка новых механизмов и машин в условиях интенсивного развития современных технологий требует от инженера владения инновационными методами расчёта и конструирования. Система автоматизированного проектирования (САПР), представляющая собой комплекс аппаратных и программных средств, реализует информационную технологию выполнения функций проектирования. САПР позволяет инженерам-конструкторам при проектировании новых механизмов и машин получать их цифровые модели.

Развитие аппаратно-программных средств систем автоматизированного проектирования на сегодняшний день идет по пути постепенного превращения в виртуальную инженерию. Таким образом, появляется необходимость подготовки специалистов способных работать с современными конструкторскими программами. Все более актуальным становится обучение графическим дисциплинам с использованием современных компьютерных программ.

На занятиях по дисциплине инженерная графика активно используются возможности современных информационных технологий. Во время занятий, не отступая от традиционной методики преподавания, осуществляется визуализация учебного материала с применением следующих информационных технологий:

- трехмерная графика;
- пространственные 3D-модели;
- анимации, демонстрирующие последовательность построений;
- видеозанятия;
- компьютерные тесты.

Существенная часть практических занятий по изучению инженерной графики осуществляется с помощью компьютерной программы Компас-3D компании Аскон. Для этого на кафедре Инженерного проектирования созданы рабочие места, оборудованные компьютерами с установленным лицензион-

ным программным обеспечением Компас-3D, все компьютеры объединены в локальную сеть, что удобно для проверки и последующего хранения работ студентов.

Действия в динамике и трехмерные модели изучаемых объектов повышают уровень понимания геометрических построений [1]. Для лучшего восприятия материала можно показать одновременно пространственную модель геометрического объекта и его комплексный чертеж. С помощью САПР Компас-3D есть возможность визуализировать и демонстрировать графический материал в большом объеме, что позволит сделать занятие более информативным и интересным, а новый материал доступным и легко запоминающимся.

Важной особенностью для будущих инженеров является то, что чертежи, создаваемые в САПР Компас-3D полностью соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД. Программа содержит все необходимые компоненты, такие как форматы, масштабы, чертежные линии, шрифты, размеры и т.д. Также в ее составе имеются библиотеки стандартных изделий (крепежные изделия, профили, подшипники и т.д.), различных материалов и конструктивных элементов (отверстия гладкие и резьбовые, проточки для резьбы, канавки, шлицы, шпоночные пазы и т.д.).

Помимо трехмерных моделей и чертежей Компас-3D позволяет разрабатывать схемы, спецификации, таблицы, инструкции, расчетно-пояснительные записки, технические условия, текстовые и прочие документы. Использование в графической подготовке студентов современных информационных технологий позволяет сделать процесс обучения более доступным, наглядным, интересным, стимулирующим к осознанному пониманию учебного материала.

На сегодняшний день компьютерная графика является наиболее наглядным и эффективным средством представления информации. Визуализация учебного материала с помощью графических пакетов позволяет обучающимся представить и понять сложный теоретический материал по инженерной графике и повысить уровень их графической подготовки.

Полученные навыки работы в САПР Компас-3D станут основой для последующего успешного изучения дисциплин, таких как теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, проектирование и расчет технологических машин и ряда других. Кроме того, они могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, в производственной, проектно-технологической, научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубникова Л.И. Небреева М.Л. Компьютерное сопровождение преподавания графических дисциплин, как условие формирования графической компетентности. / Инновационное развитие профессионального образования. 2017. №3 (15).

ТЕОРИЯ ТЕНЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ В КУРСЕ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Кузнецова О.Г., ст. преподаватель кафедры ИГС

Бородулина С.В., к.т.н., доцент кафедры ИГС

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Институт машиностроения, материаловедения и транспорта

В статье рассматриваются основные аспекты преподавания специального блока «Теория теней и перспективы» в курсе начертательной геометрии для направлений «Архитектура» и «Дизайн архитектурной среды». Рассматривается содержание, используемые методы педагогические и начертательной геометрии. Дается общее заключение о применяемых приемах для успешного освоения практического раздела.

Ключевые слова: начертательная геометрия, теория теней; центральная проекция, перспектива; метод, конструктивно-геометрическое мышление

Теория теней и перспективы в курсе начертательной геометрии читается для направлений «Архитектура» и «Дизайн архитектурной среды», являясь базовой для дисциплин профессионального цикла. Цель преподавания дисциплины: привитие студентам определённой системы знаний, умений и навыков получения и чтения конкретных графических моделей (чертежей), основанных на ортогональном и центральном проецировании. Развитие и совершенствование пространственного представления и воображения, навыков конструктивно-геометрического мышления, способности к анализу и синтезу пространственных представлений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей [1]. Освоение специального блока предполагает выстроенную комплексно связанную систему применяемых педагогических операций практического и теоретического характера, используемых для изучения выданного материала. Специфицируем применяемые методы решения прикладных задач: построения перспектив, теней в ортогональных и наглядных изображениях.

Проекционный блок включает в себя освоение методов:

- ✓ проецирования параллельного для получения ортогональных проекции и аксонометрических изображений, центрального – перспектив;
- ✓ построения центральных проекций: радиального, совмещённых высот, прямоугольных координат, перспективной сетки, способа архитектора.

Данные методы дают возможность овладеть умением изображать геометрию объекта в требуемом виде, а также читать созданные проекции. Изучение теоретических основ для построения перспектив позволяет качественно сформировать практический навык. Первостепенным здесь является понимание и применение геометрического аппарата линейной перспективы. Отдельной темой, позволяющей расширить арсенал рациональных изобразительных средств архитектурного технического рисунка, является «Геометрические операции в перспективе». «Композиция изображения, выбор точки зрения и

параметров углов» является темой, суммирующей все рекомендации для центральных проекций, по достижению наибольшей наглядности отвечающей условиям нормального восприятия зрителем. Ознакомительными темами являются «Краткий исторический очерк» и «Виды перспективы» их задача расширить кругозор студента. Блок «Теория теней» рассматривает алгоритм освоения принципов построения теней в ортогональных проекциях для основных геометрических фигур и тел, способов построения для отработки их на архитектурных элементах, основные аспекты построения линии равной освещенности, построение теней в наглядных изображениях (аксонометрии и перспективе). Именно данный блок раскрывает для обучающегося возможности логического мышления в графическом представлении, т.к. именно тени в объекте однозначно определяют его форму, следовательно, умение их строить значит понимать суть формирования объёма в пространстве. В качестве основных используются субъектные методы – для преподавателя – информационно-сообщающий, объяснительно-иллюстративный, инструктивно-практический; для обучающегося – исполнительный и репродуктивный, используемый для отработки стандартных графических операций и приемов. Теоретический материал структурирован, в процессе изложения уточняются цели и задачи, которые реализуются в практических демонстрационных примерах. Используются такие методы, как: проблемный – при решении комплексных задач, требующих творческого подхода; проектный – предполагающий выполнение сквозных заданий, объединяющих все изученные темы [2].

Подводя итог, следует отметить, что необходимо объединять в единый комплекс содержание, используемые методы, форму обучения, предусматривающая чередование лекций, практик и закрепление навыков в самостоятельной работе студента. Изучаемый учебный материал выстраивается в логически связанную цепочку, в которую включен метод рекурсии, как отсылки к базовому алгоритму. Т.к. сама суть графических построений теней и перспективы предполагают самоподобие практических операций. Так, например определение любой точки пространства в перспективе сводится к проведению через неё прямой, далее – построение бесконечной прямой и определение на ней точки. Вопрос, как именно провести прямую, будет вопросом целесообразности; а простой задачей – рекурсией, будет определение точки через радиальную прямую.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Начертательная геометрия / RP_07.03.03_5972_267_2025.pdf [Электронный ресурс] СГТУ. Режим доступа: <https://www.sstu.ru/sveden/document/programms/plan/5972/>.
2. Методика преподавания начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики: последовательность изучения материала / А.А. Идрисова, Т.С. Шкурат, О.Д. Зубенко, Е.А. Тихонов // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: Сборник статей XXIX Межд. научно-тех. конф., Пенза, 15-16 августа 2025 года. Пенза: ПГУАС, 2025. С. 81-84.

ПЕРСПЕКТИВА ОБЪЕКТА

Максимова Л.Ф., Даниелян С.Г. (ПЗ – 114)

Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИКГ Нефедова С.А.
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)

В данной статье рассмотрены проблемы перспективного построения на восприятие объекта.

Ключевые слова: виды перспективы, нарушения условий построения, восприятие, способы построения теней.

Перспектива объекта является одним из способов восприятия архитектурной среды. В свою очередь построение перспективного изображения позволяет передать пространственные характеристики объекта на одной плоскости и обеспечить высокую наглядность. Перспектива тесно связана с восприятием архитектурной среды человеком и играет важную роль, как на этапе разработки проекта, так и при его визуальной оценке. Восприятие архитектурного объекта происходит на двух уровнях: бессознательном; сознательном.

В архитектуре используются разные способы и методы построения перспективы, а так же их совокупность. Самый распространенный прием построения перспективы в архитектуре и строительстве основан на линейном способе построения. А для наглядной визуализации выполняют построение теней, которые формируют ощущение объёма и глубины [1]. В архитектурной практике в зависимости от поставленных задач применяют различные способы построения теней. На рис. 1 приведены три способа построения и наглядно видно, что построение нисходящими лучами дает максимально реалистичное изображение, показывает полноценный объем фигуры и не затеняет собственными тенями, как при способе восходящих лучей (рис. 1).

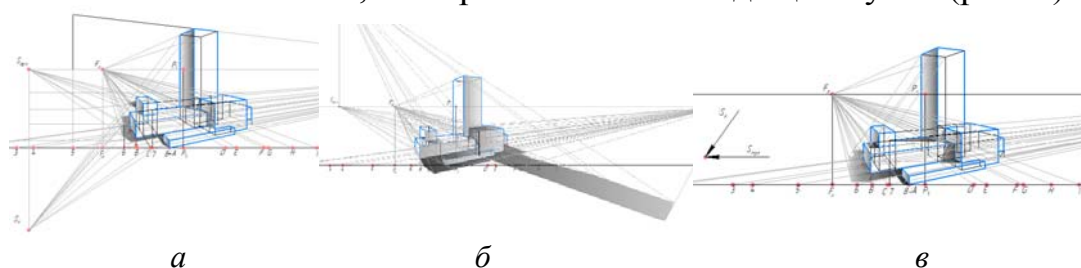


Рис. 1. Три способа построения теней, где:

a – нисходящие лучи, *б* – восходящие лучи; *в* – фронтальные лучи

Изучая данную тему, была поставлена задача, разобраться, каким образом допущенные ошибки могут повлиять на восприятие объекта. При построении перспективного изображения принимают следующие условия: расположение картинной плоскости относительно плоскости главного фасада должно быть под углом 25–30°; главная точка картины должна оказаться в средней трети

угла зрения; допустимый угол зрения должен быть $18\text{--}53^\circ$, а рекомендуемый $30\text{--}40^\circ$; величина вертикального угла равна 70° . Нарушение данных условий меняет восприятие, нарушает пропорциональные величины и искажает объект [2]. Рассмотрели нарушение двух условий: изменение угла зрения и нахождения главной точки картины в недопустимом месте (крайне левом и крайне правом положении) (рис. 2).

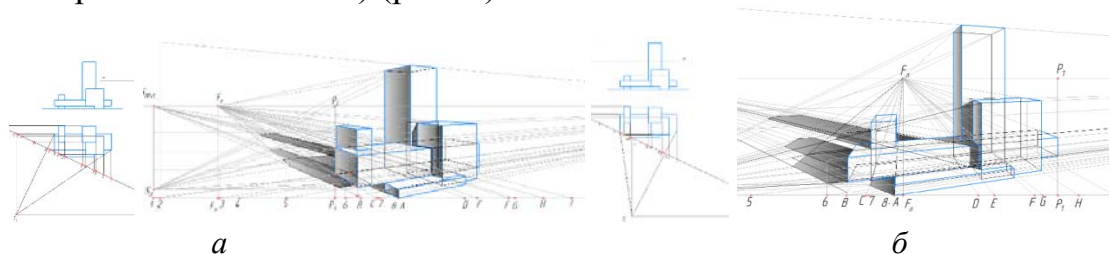


Рис. 2. Положение точки P, где: *a* – крайне левое, *б* – крайне правое

Нарушение – крайне левого положения показало искажение фигур и как пропорциональность отличается от исходных данных. При нарушении крайне правого положения видно не только искажение пропорциональности объекта, но и закрытие левой части, что не дает наглядности. А это в свою очередь является основной задачей построения перспективного изображения. Нарушение другого условия по изменению угла зрения позволяет сделать следующие выводы. Изменение угла зрения на 18° дает наглядное представление, что объект получается очень мелкий, а это эффект когда объект расположен очень далеко (рис. 3).

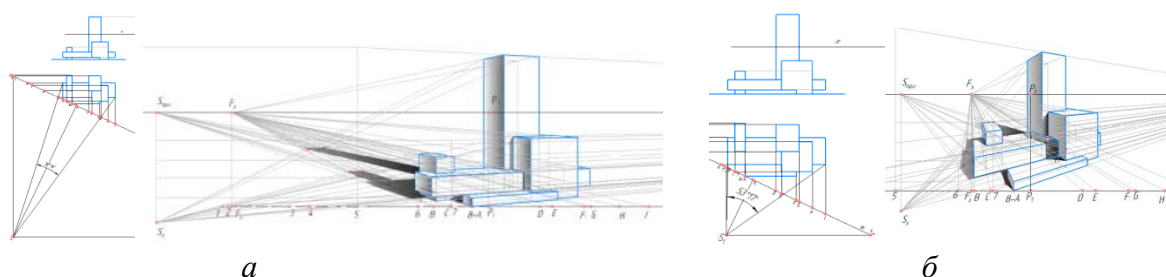


Рис. 3. Угол зрения, где: *a* – 18° , *б* – 53°

При изменении угла зрения на 53° полностью рассмотреть объект не возможно и необходимо переводить взгляд. А так же пропорции зданий искажаются.

После исследования данной задачи нами был сделан вывод, как важно соблюдать поставленные условия построения перспективного изображения, так как ошибки влияют на восприятие архитектурного объекта и всей архитектурной композиции, а это является неотъемлемым и важным этапом проектирования зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Начертательная геометрия. Конспект лекций по начертательной геометрии для студентов строительных специальностей: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, практическим и лабораторным занятиям по начертательной геометрии / Составители: Ахметов Н.Д. и др. Набережные Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2017. 104 с.

2. Адонкина Е.В. Начертательная геометрия и Инженерная графика [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ng.sibstrin.ru/adonkina/ng/NG-IG.htm> (Дата обращения: 014.03.2026).

УДК 69:004.9+774+37.018.43

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Маланка М.И. (3501)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ИП Хайдаров Г.Г.
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

Рассмотрено применение дистанционных образовательных технологий, как дополнение к очной форме обучения. Для улучшения качества обучения применены интернет технологии обучения студентов строительной и машиностроительной специальностей. Рассмотрены конкретные примеры применения дистанционной образовательной технологии в обучении студентов: видеоклипы, тестирование в среде MOODLE, применение заданий с интернет-сайта, интерактивные программы.

Ключевые слова: дистанционные, образовательные, технологии, студенты, обучение, видеоклипы, строительство, машиностроение, компьютерная, графика, тестирование, Moodle, программирование, OpenGL.

В педагогической практике уже выработались формы дистанционных образовательных технологий (ДОТ) [1]. Данные технологии были применены для обучения студентов по направлению подготовки 08.03.01 «Промышленное и гражданское строительство». Технологии ДОТ в учебной программе идут не вместо аудиторной работы, а в дополнение к ней.

Наиболее распространены из этих технологий: лекции, контроль в виде тестов, практические занятия, самостоятельная работа. В Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете) данные технологии уже применяются, а именно:

- Лекции и видеоклипы для ДОТ:

В дополнение к традиционным аудиторным лекциям дистанционные лекции имеют ряд преимуществ. Например, разработан набор видеоклипов по дисциплине «Компьютерная графика» с примерами программирования математических алгоритмов компьютерной графики. Этот набор опубликован на каналах haidarovgde (RUTUBE и ранее на YOUTUBE).

- Контроль (тестовые вопросы) для ДОТ:

Для повышения качества обучения и контроля знаний студентов были разработаны следующие обучающие материалы в среде MOODLE:

- тесты для контроля знаний обучающихся,
- тесты по инженерной графике для «механиков»,
- тесты по инженерной графике для «строителей».

- Практические занятия с примерами выполнения для ДОТ:

Размещение учебных материалов на сайте поддержки по дисциплине «Инженерная графика» - «Компьютерное трехмерное моделирование КОМПАС-3D» с образцами выполнения типовых заданий, чертежей и трехмерных моделей в «Компас - 3D».

- Самостоятельная работа обучающихся для ДОТ:

В качестве наглядного пособия к лекциям раздела «Начертательная геометрия» дисциплины «Инженерная графика» создан комплект интерактивных программ с применением библиотеки OpenGL по темам: точка, прямая, плоскость, пересечение прямой и плоскости, пересечение тел вращения с плоскостью. Например, интерактивная программа для тренировки обучающихся по теме «Точка» выложена в интернете для скачивания в свободном доступе. Данная программа позволяет показывать изображение точки в трехмерном пространстве в зависимости от изменения координат: X, Y, Z. Программа позволяет рассматривать полученное решение задачи с любой стороны трехмерного пространства.

В настоящее время разработаны и продолжают разрабатываться тесты по инженерной графике для студентов по направлению подготовки строительство 08.03.01 «Промышленное и гражданское строительство». Тесты содержат вопросы по выполнению строительных чертежей, по строительным ГОСТам, СП, СНиП. Темы разработанных тестов по строительной специальности: Основные стандарты. Форматы чертежей. Основные надписи. Нанесение размеров на строительных чертежах. Масштабы на строительных чертежах. Типы линий на чертежах. Условные графические обозначения на строительных чертежах. Фасады зданий. Планы зданий. Разрезы зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хайдаров Г.Г., Хайдаров А.Г. Практика применения дистанционных образовательных технологий для обучения студентов по бизнес-информатике и по инженерной и компьютерной графике. Педагогический опыт: теория, методика, практика : материалы II Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 9 апр. 2015 г.). Чебоксары: Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2015. 328 с. С. 102-103.

УДК 378.091.27:744

ПРОГРАММИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

¹Маринина О.Н., к.т.н. доцент кафедры ИГСИМ

²Маринина Е.А. (ПС-ПКМЗ-112)

¹Волгоградский государственный технический университет

²Волгоградский государственный социально-педагогический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассматриваются методы программированного обучения студентов в педагогическом процессе.

Ключевые слова: методы, дидактика, инженерная графика, линейное программирование, разветвленное программирование..

В настоящее время в век технического прогресса, компьютеризации и искусственного интеллекта программирование, как метод обучения в высших учебных заведениях может реализовываться в двух основных формах: программированное обучение (как технология управления учебным процессом) и непосредственное изучение программирования как дисциплины с акцентом на практические навыки. Термин «программирование» обозначает, что решение задачи должно быть представлено в виде строгой последовательности элементарных операций, сам же материал должен быть подан в форме строгой логической последовательности «кадров» каждый из которых содержит, как правило, порцию нового материала и контрольный вопрос. Как правило, естественной базой для программирования педагогического процесса являются алгоритмы обучения, также как и алгоритмы для решения задач. Получается, что логико-алгоритмический подход необходимое условие программированного обучения. Программированное обучение не отрицает принципов дидактики. Программирование усовершенствует процесс обучения путем лучшей реализации этих принципов. Что бы добиться нужных целей необходимо:

- 1) правильно отобрать учебный материал;
- 2) рационально дозировать его подачу, рассчитывая на разработанные «оптимальные» алгоритмы обучения;
- 3) активизировать самостоятельную деятельность обучающегося по усвоению учебного материала;
- 4) обеспечить возможность каждому студенту работать со свойственной ему скоростью усвоения (индивидуальный подход);
- 5) постоянно контролировать деятельность обучаемого (обратная связь на всех этапах обучения).

Рассмотрим две системы программирования «линейную» и «разветвленную», которые отличаются исходными предпосылками и способами составления. Обе эти системы можно объединять в «комбинированную» систему, сочетая два метода программирования.

В линейной программе (по системе американского психолога Б.Скиннера [1]) учебный материал должен подаваться небольшими порциями «кадрами», включающими, как правило, довольно простой вопрос по изучаемому в этом кадре материалу. Предполагается, что обучающийся прочитав внимательно этот и предшествующий материал, сможет безошибочно ответить на поставленный вопрос. При переходе к следующему кадру студент прежде всего узнает правильно ли он ответил на вопрос предыдущего кадра. Так как каждый кадр содержит очень небольшую информацию по новому материалу, то даже то простое сравнением своего неверного ответа с верным студент легко выяснит, где именно им была допущена ошибка.

В разветвленной программе (предложена американским психологом Н. Краудером [2]) учебный материал разбивается на порции, несущие значительно большую информацию, чем при линейном программировании. В конце каждого кадра студентам предлагается вопрос, ответ на который они сами не формулируют, а выбирают из приведенных в этом же кадре, нескольких вариантов ответов, из которых только один правильный, остальные варианты ответов задаются с учетом наиболее вероятных ошибок допускаемых студентами. Против каждого из ответов указывается страница, к которой должен обратиться обучающийся, выбравший ответ. Выбравший правильный ответ отсылается к странице, на которой изложена следующая порция нового материала. Выбравший неправильный ответ, отсылается к странице, на которой разъясняется допущенная им ошибка и предлагается возвратиться к последнему кадру, чтобы еще раз прочитав внимательно материал, выбрать правильный ответ, или в зависимости от допущенной ошибки открыть страницу, на которой дается дополнительное разъяснение непонятного. Таким образом один и тот же материал читается разными обучающимися по-разному.

Сравнивая две системы программирования учебного материала, можно заметить: при линейном программировании студент самостоятельно формулирует ответы на поставленные вопросы (конструктивные ответы), что является важным элементом обучения. При разветвленном программировании обучающийся лишь выбирает один из нескольких готовых ответов, уже сформулированных кем-то. Применяется система «множественного выбора». Сделав выводы, получаем, что линейная программа имеет преимущества, так как на возникающие вопросы обычно нигде заранее не заготовлены ответы и студент должен самостоятельно формулировать ответы, а не выбирать из готовых вариантов (что кардинально отличается от банального тестирования). Для реализации такой программы, необходимо тщательно составить линейную программу. Порции материала должны быть достаточно мелкими, их последовательность строгой в логическом отношении. Контрольные вопросы нетрудными. Разветвленная же программа ближе к реальному процессу обучения. Делая выводы по выше сказанному, и линейная и разветвленная программы помогут продвинуться обучающимся в освоении изучаемого материала с различными скоростями. Оба вида программирования хорошо укладываются в схему изучения инженерной графики в высших учебных заведениях. Это достаточно сложный предмет, к которому нужен особый подход преподавателя. Используя программированное обучение, у студентов создается необходимый интерес к получению знаний, что поможет с меньшими затратами сил освоить изучаемый материал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скиннер Беррес Фредерик / Фёдоров А.А. // Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. (Дата обращения: 28.04.2026).
2. Норман Краудер / Коллектив авторов // Советская историческая энциклопедия [Электронный ресурс]. (Дата обращения: 28.04.2026).

РОЛЬ ПСИХОЛОГА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

¹Маринина Е.А. (ПС-ПКМЗ-112)

²Маринина О.Н., к.т.н. доцент кафедры ИГСИМ

¹Волгоградский государственный социально-педагогический университет

²Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Рассматривается роль, задачи и цели психолога в образовательном процессе.

Ключевые слова: психолог, образование, обучающийся, консультации, взаимопонимание, психологическая помощь.

В настоящее время, с развитием искусственного интеллекта, интернета, огромного количества информации, роль психолога стала особенно важна. Во всех образовательных учреждениях обучающимся необходима психологическая поддержка, которую может оказать, только квалифицированный специалист в области образования.

Психолог в образовательном процессе играет ключевую роль в создании благоприятной психологической атмосферы, поддержке психического здоровья участников образовательного процесса и оптимизации обучения. Его деятельность направлена на профилактику проблем, раннее выявление трудностей и создание условий для гармоничного развития личности [1]. Основными задачами психолога в образовательном заведении являются:

Помощь в решении проблем, связанных с обучением, развитием и социализацией. Это может включать работу с тревожностью, стрессом, низкой самооценкой, проблемами в общении со сверстниками или родителями. Психологическая поддержка педагогов. Помощь в решении профессиональных задач, связанных с обучением и воспитанием детей, развитие эмоциональной грамотности, профилактика профессионального выгорания. Психологическая профилактика. Выявление и предупреждение психологических проблем у учащихся и преподавателей, таких как тревожность, стресс, конфликты, вносящие в образовательный процесс отрицательное влияние. Своевременная диагностика. Комплексное изучение личности учащихся, их когнитивных способностей, эмоционального состояния и социальных навыков с помощью тестов, бесед, наблюдений [1].

Консультирование. Индивидуальная или групповая работа с учащимися, родителями и педагогами для решения конкретных проблем, разрешения конфликтов, получения рекомендаций по воспитанию и обучению.

Коррекционная работа. Разработка и реализация программ для исправления выявленных отклонений в психологическом развитии и поведении, например, занятий по развитию внимания, памяти, эмоциональной сферы.

Проведение лекций, семинаров, круглых столов для повышения психологической культуры участников образовательного процесса.

Интерес к оказанию психологической помощи с каждым годом возрастает, что говорит о информированности населения о психологической службе, о своеобразном росте доверия к сотрудникам психологической службы, а в итоге - о росте психологической культуры населения в целом, без которой трудно представить сегодня развитие современного сообщества. Получив консультацию квалифицированного психолога-практика, педагога и родители далее самостоятельно взаимодействуют с ребёнком, корректируя его развитие [1,2]. Все взрослые люди, работающие в учреждениях образования, решают общую задачу - обеспечивают обучение и воспитание подрастающего поколения. При этом каждый из них играет определённую роль и занимает свое определенное место в учебно-воспитательном процессе, имеет свои задачи, цели и методы. Практически психолог приходит в образовательное учреждение тоже как специалист, а не как «скорая помощь» для воспитателя или учителя и «нянька» для детей. Психолог - равноправный член педагогического коллектива и отвечает за эту сторону педагогического процесса, которую, кроме него, никто профессионально обеспечить не может, а именно - за психическое развитие и психологическое здоровье обучающихся. В своей работе он опирается на профессиональные знания о возвратных закономерностях и индивидуальном своеобразии психического развития, об истоках психической деятельности и мотивах поведения человека [1,2].

Хорошее взаимопонимание и сотрудничество психолога с обучающимися и преподавателями всегда способствует оптимизации образования. В соответствии с вышесказанным, можно подвести итог, что психолог просто необходим в образовательном процессе и играет одну из ведущих ролей, для нормализации отношений родители- обучающийся- преподаватель. Образовательное учреждение – это единый социальный организм, единое образовательное пространство в котором должна быть «здоровая» атмосфера между всеми участниками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубровина И.В. Предмет и задачи школьной психологической службы // Вопр. психол. 1988. № 5. Режим доступа: <https://psychlib.ru/inc/absid.php?absid=34879>.
2. Положение о психологической службе в системе народного образования // Вопр. психол. 1991. № 1. С. 182 - 185.

УДК 614.8

ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ НА ТЕМУ «РИСК КАК ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ»

Пронина Ю.Г., ст. преподаватель кафедры техносферной безопасности
Медяник В.А., к.т.н., доцент кафедры техносферной безопасности
Сало В.И., к.т.н., доцент кафедры техносферной безопасности
Луганский государственный университет им. В. Даля
Институт гражданской защиты

Рассмотрена методика проведения занятия по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» на тему риск, дано определение опасности и риска.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, риск, индивидуальный риск.

Безопасность жизнедеятельности человека в производственной среде связана с оценкой опасности технических систем и технологий. Производственная среда насыщается все более мощными техническими системами и технологиями, которые делают труд человека более производительным и менее тяжелым физически. При этом сохраняется сила аксиома: потенциальная опасность является универсальным свойством взаимодействия человека со средой обитания и ее компонентами, все производственные процессы и технические средства потенциально опасны для человека. Опасность – негативное свойство системы «человек-среда обитания», способное проявить себя при определенных условиях, причинить ущерб здоровью людей или окружающей среде, и обусловленное энергетическим состоянием среды и действиями человека. Скрытая опасность – опасность, факторы которой без применения специальных приборов не идентифицируются (электрический ток, яд, взрывчатое вещество и т.п.). Явная опасность – факторы опасности идентифицируются без применения специальных приборов (шум, вибрация, свет и т.п.).

В литературе [1] сложилось два подхода к изучению риска. При первом подходе риск оценивается как направленность на особо привлекательную цель, достижение которой связано с физической опасностью. При втором – риск означает осуществление альтернативного выбора в ситуации неопределенности, где успех зависит от случая, а неуспех проявляется в недостижении желаемого результата (не обязательно в физических последствиях).

Риск (R) определяется как отношение количества происшествий с нежелательными последствиями n к максимально возможному их количеству N за определенный период времени: $R = \frac{n}{N}$. Исходя из этого, индивидуальный

риск – риск (частота возникновения) поражающих воздействий определенного вида, возникающих при реализации определенных опасностей в определенной точке пространства (где может находиться индивидуум). Индивидуальный риск характеризует распределение риска во времени и пространстве. Уровень риска для определенного человека зависит от целого ряда факторов, зависящих от его места нахождения и времени. Подавляющее большинство людей изменяют свое местонахождение в течение дня и каждый день только определенное время проводят дома.

Рассмотрим пример риска (R) воздействия на человека опасного фактора:

Пусть некий житель живет в небольшом населенном пункте, насчитывающем 420 человек. Статистические данные за 25 лет говорят о том, что за это время из числа жителей этого населенного пункта 17 человек погибли и 154 человека пострадали и что численность населения за этот период времени почти не менялась. Житель этого населенного пункта 40 часов в неделю

работает в ближайшем населенном пункте, на 3 недели в году выезжает на отдых, 6 недель каждый год проводит в командировках, а остальное время находится дома.

Решение

1. Определяем индивидуальный риск гибели для жителя «А» по формуле

$$R_{II} = \frac{N_{II} \cdot D \cdot t}{T \cdot N_0 \cdot d \cdot t_d}, \quad (1)$$

где N_{II} – число погибших жителей в данном населенном пункте (17); d – число недель в году (52); t_d – число часов в неделю ($24 \cdot 7 = 168$); t – число часов в неделю, когда житель подвержен опасности ($168 - 40 = 128$), где 40 – количество часов в неделю, когда житель работает в ближайшем населенном пункте; T – отрезок времени учета статистических данных (25 лет); N_0 – количество населения, проживающего в данном населенном пункте (420); D – количество недель, проводимых жителем в населенном пункте, где он проживает постоянно ($52 - 3 - 6 = 43$), где: 3 – количество недель в году, когда житель выезжает на отдых; 6 – количество недель в году, когда он находится в командировках; N_{TP} – количество жителей данного населенного пункта, которые пострадали за отрезок времени учета статистических данных (154).

$$R_{II} = \frac{17 \cdot 43 \cdot 128}{25 \cdot 420 \cdot 52 \cdot 168} = 10,2 \cdot 10^{-4}.$$

2. Индивидуальный риск стать жертвой несчастного случая любой степени тяжести ($R_{Ж}$) для жителя «А» определяем по следующему выражению:

$$R_{Ж} = \frac{(N_{II} + N_{TP}) \cdot D \cdot t}{T \cdot N_0 \cdot d \cdot t_d}, \quad (2)$$

$$R_{Ж} = \frac{(17 + 154) \cdot 43 \cdot 128}{25 \cdot 420 \cdot 52 \cdot 168} = 103 \cdot 10^{-4}.$$

Вывод: Сравнивая R_{II} и $R_{Ж}$ можно сделать вывод, что вероятность стать жертвой несчастного случая любой степени тяжести у жителя в 10 раз выше, чем погибнуть.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Психология. Учебник / Под ред. Ю.И. Александрова. СПб.: Питер, 2001. 496 с.

УДК 614.8

РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ НА ТЕМУ «БИОРИТМЫ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА»

Пронина Ю.Г., ст. преподаватель кафедры техносферной безопасности
 Медяник В.А., к.т.н., доцент кафедры техносферной безопасности
 Сало В.И., к.т.н., доцент кафедры техносферной безопасности
 Луганский государственный университет им. В. Даля
 Институт гражданской защиты

Рассмотрен расчет биологических ритмов человека для оценки физиологического состояния человека на занятии по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Ключевые слова: биологические ритмы, безопасность жизнедеятельности, хронобиология, психофизиология.

В соответствии с требованиями Учебной программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» для студентов на кафедре «Техносферная безопасность» разработаны методические указания к практическим занятиям на тему «Биоритмы и их роль в жизнедеятельности человека». Известно, что из всех наук, занимающихся здоровьем человека, одной из самых необычных и удивительных является хронобиология – наука о влиянии биологических ритмов на состояние здоровья человека [1]. Наибольший вклад в осознание этой проблемы сделали выдающиеся ученые – Павлов И.П., Вернадский В.В. и Чижевский А.Л., которые доказали, что существует тесная связь между солнечной активностью и событиями на земле – количеством смертей, самоубийств, эпилептических приступов и других заболеваний. Биологические ритмы – это периодическое повторение изменения характера и интенсивности биологических процессов и явлений в живых организмах [2]. Выдающийся хронобиолог Ф. Хальберг разделил все биологические ритмы на три группы:

1. Ритмы высокой частоты с периодом, который не превышает получасовой интервал. Это ритмы сокращения сердечных мышц, дыхания, биотоков мозга, биохимических реакций, перистальтики кишечника.

2. Ритмы средней частоты с периодом от получаса до семи суток. Сюда входят: изменение сна и бодрости, активности и покоя, суточные изменения в обмене веществ, колебание температуры, артериального давления, частоты деления клеток, колебание состава крови.

3. Низкочастотные ритмы с периодом от четверти месяца до одного года: недельные, месячные и сезонные ритмы. К биологическим процессам этой периодичности принадлежат эндокринные изменения, зимняя спячка.

Одним из главных направлений современной хронобиологии является разработка различных методов и препаратов для коррекции биологических ритмов человека. За 30 лет интенсивных исследований в этой области учеными разных стран было создано немало средств, которые так или иначе способствуют гармонизации биоритмов. Среди них можно выделить пять основных групп: физиотерапевтические методы; препараты на основе мелатонина; микстура Павлова и ее аналоги; препараты на основе хронобиотиков; препараты на основе витаминов, микроэлементов и хронобиотиков. Для расчета собственных биоритмов следует определить количество прожитых дней на определенную дату, начиная со дня рождения. Общую численность прожитых дней надо разделить на продолжительность периодов физического, эмоционального и интеллектуального циклов. Этим самым мы «ловим» конец синусоиды и определяем, какой день каждого цикла отвечает нужной дате. Человек со дня рождения находится в трёх биологических ритмах: физическом, эмоциональном и интеллектуальном. Физический цикл равен 23 дням. Он определяет энергию человека, его силу, выносливость, координа-

цию движения. Эмоциональный цикл равен 28 дням и обуславливает состояние нервной системы и настроение. Интеллектуальный цикл (33 дня) определяет творческую способность личности. Строится календарный график биоритмов (рис. 1).

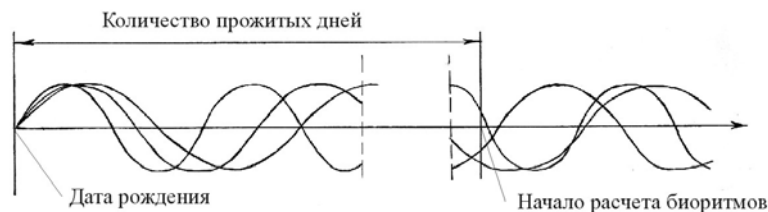


Рис. 1. Синусоиды биоритмов

Любой из циклов состоит из двух полупериодов: положительного и отрицательного. В течение первой половины физического цикла человек энергичен и достигает лучших результатов в своей деятельности; во второй половине цикла энергичность уступает ленности. В первой половине эмоционального цикла человек весел, агрессивен, оптимистичен, переоценивает свои возможности, во второй половине – раздражителен, легко возбудим, недооценивает свои возможности, пессимистичен, всё критически анализирует. Первая половина интеллектуального цикла характеризуется творческой активностью, человеку сопутствуют удача и успех; во второй половине происходит творческий спад. При расчёте достаточно округлять числа до десятых долей дроби. Отталкиваясь от точной даты рождения, посчитайте, сколько дней вы прожили: 365 дней в году умножьте на количество прожитых лет, исключая високосные; число високосных лет умножьте на 366 дней; оба произведения суммируйте. Разделив количество прожитых дней на 23 (физический цикл) – вы получите число с остатком после целого. Например, если остаток равен 20, это значит, что идет 20-й день физического цикла, т. е. его вторая половина, неблагоприятна. Также рассчитывается эмоциональный и интеллектуальный циклы. В году будет примерно шесть дней, когда совпадают начальные фазы двух циклов – это тяжелые дни. И примерно один раз в году все три цикла на нуле – это тоже очень плохой день. Дни, когда графики биоритмов пересекают горизонтальную линию в центре графика («нулевые» дни), являются критическими. По статистике на эти дни приходится больше всего несчастных случаев, аварий, в эти дни наблюдаются эмоциональные спады, психические срывы.

Необходимо отметить, что студенты с огромным интересом и желанием выполняют эту практическую работу, возможно, это связано с тем, что в ней присутствуют элементы исследования и полученные результаты касаются конкретной личности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биологические ритмы / Под ред. Ю. Ашоффа: В 2 т. М.: Мир, 1984. Т.1. С. 5-406; Т.2. С. 5-260.
2. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М., Шебзухов К.В. Хроноструктура биоритмов сердца и внешней среды. М.: Издательство РУДН, 2002. 232 с.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗУБОРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СЛОЖНЫХ КОНТАКТИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ ОБКАТКИ

Рязанов С.А., к.т.н., доцент кафедры ИГС

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Институт машиностроения, материаловедения и транспорта

Рассмотрена важность применения изделий машиностроения в промышленности. Показана компьютерная модель получения прототипа зуборезного инструмента эквивалентного реальному инструменту «резцовая головка» с применением методом компьютерного имитационного моделирования. Показана необходимость наличия электронной модели для понимания процессов формообразования и имитационного моделирования прототипов реальных машиностроительных изделий.

Ключевые слова: резцовая головка, коническая передача, гипоидная передача, зуборезный инструмент, кинематическое формообразование, имитационное моделирование.

Нарезание зубчатых колес — одна из наиболее сложных областей металлообработки. В настоящее время практически не существует машин и механизмов, в которых не применяются какие-либо передачи с использованием зубчатых зацеплений. Широкое применение зубчатых зацеплений объясняется их надежностью в работе, высокой несущей способностью, а также тем, что они имеют высокие эксплуатационные качества. Одними из широко применяемых зубчатых зацеплений являются конические колеса с круговым зубом, а также гипоидные колеса [1, 2].



Рис. 1. Резцовая головка, где:
а — реальный зуборезный инструмент;

б — компьютерная модель плоского колеса «круговая рейка»

Реальные технологические процессы изготовления конических и гипоидных колес являются схожими между собой. Причем гипоидные колеса можно изготавливать на том же оборудовании, что и конические колеса с круговым зубом. Для формообразования конических колес с круговым зубом и гипоидных колес применяются так называемые резцовые головки (рис. 1). Главным различием между изготовлением конических колес с круговым зубом и гипоидных колес является применение резцов с различным углом профиля для изготовления колес для гипоидных передач. В процессе формирования боко-

вых поверхностей зубчатых колес рабочие поверхности резцов, при их круговом вращении, воспроизводят непрерывную поверхность, которая представляет собой зуб плоского колеса (круговой рейки) [3]. А их режущие кромки являются прямыми, лежащими в плоскости, которая совпадает с осью вращения резцовой головки [4].

Таким образом, компьютерную модель резцовой головки можно упростить и представить в виде сплошной рабочей поверхности (рис. 2).

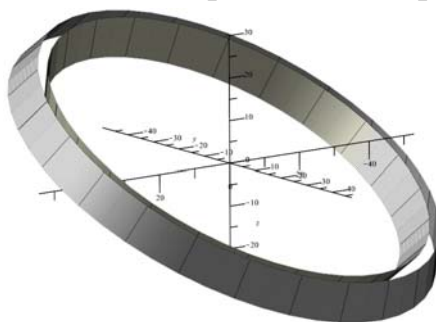


Рис. 2. Компьютерная модель зуборезного инструмента «резцовая головка»

В заключении можно отметить, что применение методов компьютерного моделирования процесса формообразования рабочих поверхностей конических и гипоидных колес позволяет получить прототип их рабочей поверхности. Также, создание эффективных методов позволяющих описать геометрических модели элементов зубчатых зацеплений, с привлечением современных средств компьютерного геометрического моделирования, значительно позволяет сократить сроки проектирования, а также повысить точность изготовления поверхностей зубчатых колес.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Писманик К.М. Гипоидные передачи. М. : Машиностроение. 1964. 228 с.
2. Лопато Г.А., Кабатов Н.Ф., Сегаль М.Г. Конические и гипоидные передачи с круговыми зубьями. Справочное пособие. М. : Машиностроение, 1977. 423 с.
3. Рязанов, С.А. Влияние функции модификации исходного прямолинейного профиля на форму производящей поверхности зуборезного инструмента / С.А. Рязанов, М. К. Решетников // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Т. 21, № 2. С. 69-77.
4. Рязанов, С.А. Расчет координат модифицированного профиля производящей поверхности зуборезного инструмента / С.А. Рязанов, М.К. Решетников // Геометрия и графика. 2020. Т. 8, № 4. С. 35-46.

УДК 621.9.04

ФОРМИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, ПРОИЗВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ, ЯВЛЯЮЩЕЙСЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ АНАЛОГОМ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА

Рязанов С.А., к.т.н., доцент кафедры ИГС
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
Институт машиностроения, материаловедения и транспорта

Показан алгоритм геометрического формообразования рабочей поверхности зуборезного инструмента «резцовая головка» путем вращения осевого сечения, заданного параметрическим выражением. Рассмотрены математические зависимости позволяющие задать положение рабочей поверхности компьютерной модели зуборезного инструмента относительно неподвижной системы координат станка при имитационном формообразовании рабочих поверхностей конического колеса с круговым зубом и гипоидного колеса.

Ключевые слова: резцовая головка, коническая передача, гипоидная передача, зуборезный инструмент, кинематическое формообразование, имитационное моделирование.

Существующие математические методы и алгоритмы расчета наладочных параметров для изготовления конических колес с круговым зубом и гипоидных колес сложны и не всегда дают возможность получить желаемый результат [1, 2]. Более простым и надежным способом для поиска требуемых наладок зуборезных станков применяемых при изготовлении конических колес и гипоидных колес является использование методов имитационного компьютерного моделирования процесса их формообразования.

На рис. 1 показана геометрическая модель формообразования рабочей поверхности инструмента являющаяся эквивалентной зуборезному инструменту «резцовая головка». Осовой профиль, вращаясь вокруг оси инструмента Y_H , воспроизводит непрерывную поверхность эквивалентную поверхности, получаемой при вращении резцов вокруг оси вращения инструмента Y_H в системе координат инструмента $S_H(x_H, y_H, z_H)$ и описывается матричным выражением (1).

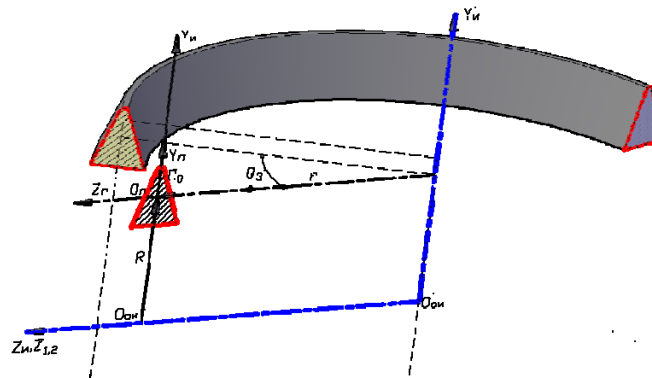


Рис. 1. Связь системы координат профиля и системы координат зуборезного инструмента

Матричное выражение (1), позволяет описать в параметрической форме вращение осевого сечения профиля инструмента вокруг оси вращения инструмента Y_H в системе координат инструмента $S_H(x_H, y_H, z_H)$:

$$A_H = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta & -r \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 & R \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta & r \cos \theta \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где θ – угол поворота осевого сечения зуборезного инструмента относительно системы координат инструмента $S_H(x_H, y_H, z_H)$, рад; r – расчетный ра-

диус резцовой головки (расстояние от оси вращения Y_3 до начала системы координат исходного профиля производящей поверхности), мм; R – расстояние между началом системы координат осевого профиля производящей поверхности и осью Z_3 системы координат инструмента, мм.

Рис. 2 показывает возможность задавать угол наклона производящей поверхности, представленной в виде осевого сечения зуборезного инструмента, относительно неподвижной системы координат станка $Sxyz$.

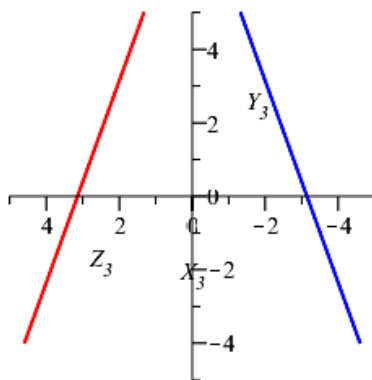


Рис. 2. Осевое сечение исходного контура производящей поверхности

Угол наклона боковой поверхности осевого сечения инструмента при имитационном моделировании процесса формообразования гипоидных колес задается при помощи параметра L , в котором учитывается угол наклона, как левого, так и правого профилей резцов инструмента [3].

Для осевого сечения профиля инструмента его левая образующая описывается параметрическим выражением

$$L_n = -Z / \left(\tan \alpha_n + \frac{\sigma m}{4 \tan \alpha_n} \right),$$

а правая – $L_n = Z / \left(\tan \alpha_n + \frac{\sigma m}{4 \tan \alpha_n} \right)$, где α_n , α_n – угол наклона левого и правого осевого сечения производящей поверхности зуборезного инструмента соответственно; m – модуль зацепления.

Приведенный материал показывает алгоритм геометрического формообразования рабочей поверхности зуборезного инструмента «резцовая головка», который позволяет его применять для имитации технологического процесса формообразования рабочих поверхностей конического колеса с круговым зубом и гипоидного колеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Писманик К.М. Гипоидные передачи. М. : Машиностроение. 1964. 228 с.
2. Лопато Г.А., Кабатов Н.Ф., Сегаль М.Г. Конические и гипоидные передачи с круговыми зубьями. Справочное пособие. М. : Машиностроение, 1977. 423 с.
3. Рязанов, С.А. Влияние функции модификации исходного прямолинейного профиля на форму производящей поверхности зуборезного инструмента / С.А. Рязанов, М.К. Решетников // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Т. 21, № 2. С. 69-77.

ОПТИМИЗАЦИЯ И ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Сальникова А.А., Сальникова Е.А. (24пг03)

Научный руководитель — к.ф.м.н., доц. кафедры ФЭиА Сундуков В.И.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Институт строительства

Анализ и сравнение методов оптимизации и персонализации, применяемых преподавателем в лабораторных занятиях по электротехнике.

Ключевые слова: оптимизация, персонализация опроса, MOODLE.

Лабораторные практикумы играют важную роль в освоении учебного материала по электротехнике, позволяя студентам закрепить теоретические знания и развить практические навыки. Лабораторная работа традиционно включает в себя практическую часть, во время которой обучающиеся работают с экспериментальной установкой, и теоретическую, где происходит защита практики. Последний этап необходим, так как именно он помогает обнаружить пробелы в знаниях и устранить их.

В настоящее время существует множество способов, благодаря которым преподаватели могут принять решение, о том, как организовывать защиту практической части. Для повышения эффективности занятий необходимо оптимизировать и персонализировать опрос теории студентов. Суть метода оптимизации заключается в устном опросе студентов. Перед этим в начале каждой пары обучающиеся делятся на подгруппы, проводят эксперимент, оформляют данные и результаты, а после происходит защита лабораторной работы [1]. Такой метод позволяет оценить понимание самого эксперимента, способность студента рассуждать и аргументировать выводы. Однако этот подход характеризуется определенными преимуществами и недостатками. Одним из главных достоинств этого способа обучения является то, что учащиеся получают немедленные рекомендации и пояснения от преподавателя. А также этот метод позволяет достаточно точно оценить уровень знаний, так как уменьшает вероятность списывания, тем самым мотивируя студентов изучать материал. Но опрос может занимать довольно много времени, примерно 10-15 минут только на одну пару студентов, в это же время другие студенты готовятся к защите, вместо того чтобы приступить к эксперименту.

В отличие от оптимизации, метод персонализации направлен на создание условий, позволяющих каждому студенту осваивать материал индивидуально. Такой способ может осуществляться с помощью образовательных платформ, например, MOODLE. С помощью MOODLE преподаватель может назначить тест, который студент должен выполнить за определенное время, и по итогам его выполнения он автоматически получает оценку. Применение этого метода имеет несколько плюсов. Во-первых, он позволяет сократить про-

должительность теоретической части, в результате чего увеличивается время на проведение лабораторной работы. Во-вторых, дает возможность преподавателю уделить больше внимания студентам, которым требуется помощь.

Нами была продолжена, начатая ранее работа [2] по повышению эффективности лабораторного практикума. В MOODLE используются вопросы различного типа, позволяющие удовлетворить потребности проверки в различных областях знаний. В своих тестах мы отдавали предпочтение вопросам на соответствие и узнавания предмета на картинке. При выборе одного правильного из многих неправильных у студентов может зрительно запомниться неправильный ответ. В вопросах на соответствие все ответы правдивы, нужно только подобрать им соответствие. Проверка знания формул мы проверяли числовыми вопросами. Они позволяли легко варьировать исходные числовые данные, что затрудняет использование шпаргалок.

Наша практика применения тестового теоретического опроса студентов показала достаточную эффективность такого подхода. Высокая учебная нагрузка преподавателя значительно снижают объективность устного опроса. Это обусловлено большим количеством студентов на занятие и малой продолжительностью занятия. У некоторых студентов возникают трудности в устном формулировании ответа, что увеличивает время беседы. Кроме того, применение системы LMS MOODLE для подачи дополнительного текстового и мультимедийного материала и проверочных тестов позволяет ввести рейтинг студентов освоения материалов. Эта дополнительная информация очень полезна и для студентов и для преподавателей. Традиционные ежемесячные аттестации, проводимые деканатами, дают только информацию о том, учится или нет данный студент, но не отвечают на вопрос, как он учится.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молчан Л.В. Особенности организации и защиты лабораторных работ» / Л. В. Молчан // Актуальные вопросы профессионального образования. Материалы V Международной научно-практической конференции, Минск, 25–26 мая 2023 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Минск, 2023. С. 227–229.
2. Димиева А.М., Ганиева К.Р. Повышение эффективности лабораторного практикума по электротехнике // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности [Электронный ресурс]: материалы XII Всероссийской науч.-технич. конф. молодых исследователей (с международным участием), Волгоград, 21-26 апреля. 2025. С. 438-440.

УДК 378.147:004.9

РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Тимченко Ан.А., Тимченко Ар.А. (МНС-1-25)
Научный руководитель — ст. преп. кафедры ИГСМ Проценко О.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Рассматривается роль трёхмерного моделирования в формировании инженерного мышления студентов технических специальностей. Анализируются педагогические возможности 3D-технологий для развития пространственного воображения, аналитических способностей и навыков проектной деятельности.

Ключевые слова: инженерное мышление, 3D-моделирование, пространственное воображение, проектная деятельность, САД-системы, инженерное образование.

Современная система высшего технического образования развивается под воздействием цифровизации и внедрения инновационных технологий. Одним из значимых инструментов, способствующих повышению качества подготовки будущих инженеров, является 3D-моделирование. Применение трёхмерных технологий позволяет существенно расширить возможности обучения, обеспечивая наглядность и интерактивность изучаемого материала [1]. Актуальность применения 3D-моделирования в обучении обусловлена необходимостью развить у студентов необходимые компетенции, такие как формирование инженерного мышления, включающего способность к анализу, синтезу и практическому применению знаний. Традиционные же методы обучения, основанные преимущественно на изложении теоретического материала, не всегда позволяют в полной мере выработать необходимые навыки и 3D-моделирование выступает как эффективное средство, решения этой проблемы [2]. Инженерное мышление представляет собой совокупность интеллектуальных и практических навыков, направленных на решение технических задач. Ключевыми компонентами инженерного мышления являются: способность к анализу технических систем и их элементов; умение синтезировать новые решения из известных компонентов; пространственное мышление – мысленное оперирование трёхмерными образами; навыки моделирования и прогнозирования поведения объекта [3]. Формирование таких способностей у студентов требует использования современных педагогических подходов, ориентированных на активную деятельность студентов. Применяя технологии 3D-моделирования преподаватель предоставляет студентам возможность создания цифровых моделей объектов с высокой степенью детализации. Использование специализированного программного обеспечения (САД-систем: AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D и др.) позволяет изучать конструктивные особенности изделий, анализировать их структуру и функциональные характеристики, что способствует развитию практических навыков проектирования [4].

Пространственное мышление являясь важным элементом инженерной подготовки позволяет эффективно воспринимать и преобразовывать информацию о форме и расположении объектов в пространстве [5]. Работа с 3D-моделями способствует формированию способности к мысленному вращению объектов, анализу их структуры и взаимного расположения элементов. Это особенно важно при изучении инженерной графики, конструирования и других технических дисциплин [3,5]. Если по чертежу детали в трёх проекциях студент строит 3D-модель, используя операции выдавливания, выреза-

ния, округления и построения рёбер жёсткости, то ему мысленно необходимо представить форму детали по плоским проекциям. Этим непосредственно тренируется пространственное воображение, а увидев модель, распечатанную на 3D-принтере, можно сравнить виртуальный образ с физическим прототипом. Практическое применение трёхмерных технологий демонстрирует значительное улучшение уровня пространственного восприятия у студентов. По данным педагогических наблюдений, после выполнения цикла заданий по 3D-моделированию количество ошибок при чтении чертежей сокращается на 30–40% [4]. Процесс создания трёхмерных моделей требует от студентов анализа исходных данных, выбора оптимальных решений и учёта различных ограничений (технологических, прочностных, экономических). Это способствует развитию навыков решения инженерных задач [5]. Возможность быстрого внесения изменений в модель позволит проводить эксперименты и оценивать различные варианты конструкций. Таким образом, 3D моделирование формирует у студентов гибкость мышления и способность адаптироваться к изменяющимся условиям.

Одним из ключевых направлений инженерного образования является проектная деятельность. 3D-моделирование значительно расширяет её возможности, позволяя создавать полноценные цифровые прототипы [4,6]. Студенты могут разрабатывать сложные многокомпонентные проекты и проводить их виртуальные испытания. Использование 3D-моделирования в образовательном процессе оказывает значительное положительное влияние на развитие инженерного мышления студентов. Данная технология способствует формированию пространственного мышления, развитию аналитических способностей и навыков проектной деятельности. Работая с трёхмерными моделями, студенты не только визуализируют абстрактные понятия, но и приобретают практические навыки проектирования и расчёта. Внедрение трёхмерных технологий в учебный процесс станет важным условием повышения качества инженерного образования и подготовки специалистов, соответствующих современным требованиям строительства и науки [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бордовская Н.В., Реан А.А. Педагогика: учебник для вузов. СПб:Питер, 2018. 304 с.
2. Полат Е. С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Академия, 2020. 368 с.
3. Кудрявцев В.А. Инженерное мышление: теория и практика формирования. М.: Машиностроение, 2019. 256 с.
4. Громов Ю.Ю. Компьютерное моделирование в инженерной деятельности. М.: Высшая школа, 2021. 280 с.
5. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. М.: Народное образование, 2017. 256 с.
6. Новиков А.М. Методология образования. М.: Эгвес, 2019. 320 с.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖКХ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Материалы XIII Всероссийской (с международным участием)
научно-технической конференции молодых исследователей,
Волгоград, 20—25 апреля 2026 г.

Материалы публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск
Компьютерная правка и верстка
Дизайн обложки

Н.Ю. Ермилова

Объем данных 23,2 Мбайт.

Подписано в печать 29.05.2026. Гарнитура «Таймс»
Уч.-изд. л. 25,78. Тираж 10 экз.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru