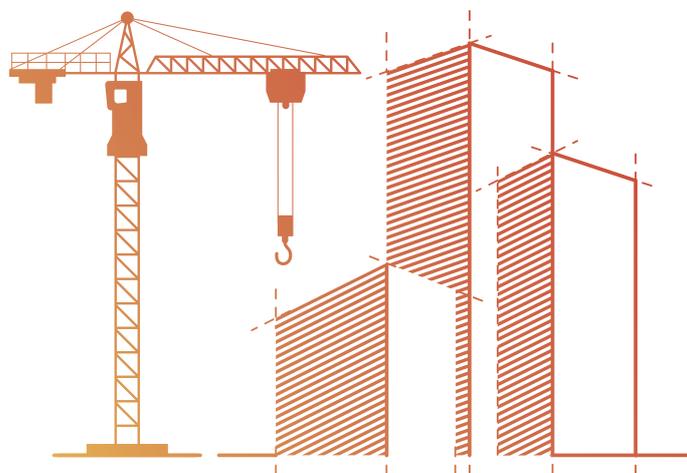


ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ
ПО МАТЕРИАЛАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



Красноярск
19–21 октября 2022 года



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY



Инженерно-Строительный Институт



КРАСНОЯРСКИЙ КРАЕВОЙ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Инженерно-строительный институт
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»**

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ»

**СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ ПО МАТЕРИАЛАМ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

(19-21 октября 2022 | Красноярск, Россия)

при поддержке Красноярского краевого фонда науки

г. Красноярск, 2022



УДК 001
ББК 38

«Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее»: сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию создания Инженерно-строительного института (Красноярск, 19-21 октября 2022 г.). – Красноярск: Инженерно-строительный институт ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 2022. – 477 с.

Сборник содержит материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию создания Инженерно-строительного института «Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее» (Красноярск, 19-21 октября 2022). Цель конференции: популяризация научно-исследовательской деятельности в приоритетных направлениях Красноярского края и России, достижение поставленных целей и задач НОЦ «Енисейская Сибирь», демонстрация и пропаганда достижений научно-исследовательской, проектной деятельности в области строительства, а также обмен опытом на региональном и всероссийском уровнях; координация научных направлений; установление контактов между будущими коллегами.

Все статьи рецензируются и публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. Материалы размещены в сборнике в авторской редакции.

При использовании и цитировании материалов ссылка на издание обязательна.

Организационный комитет:

Председатель: Тарасов И.В. – канд. техн. наук, директор ИСИ СФУ.

Заместитель: Мохирев А.П. – д-р техн. наук, доц., проф. кафедры автомобильных дорог и городских сооружений, заместитель директора по научной работе ИСИ СФУ.

Состав комитета: Деордиев С.В. – канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой строительных конструкций и управляемых систем ИСИ СФУ; Матюшенко А.И. – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой инженерных систем зданий и сооружений ИСИ СФУ; Назиров Р.А. – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой проектирования зданий и экспертизы недвижимости ИСИ СФУ; Плясунова М.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций и управляемых систем ИСИ СФУ; Рудских В.В. – канд. экон. наук, доцент кафедры проектирования зданий и экспертизы недвижимости, заместитель директора по учебной работе ИСИ СФУ; Саенко И.А. – д-р экон. наук, доц., проф. кафедры проектирования зданий и экспертизы недвижимости ИСИ СФУ; Серватинский В.В. – канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой автомобильных дорог и городских сооружений ИСИ СФУ.

Ответственный секретарь: Крелина Е.В. – старший преподаватель кафедры проектирования зданий и экспертизы недвижимости ИСИ СФУ.

© Инженерно-строительный институт СФУ, 2022
© Коллектив авторов, 2022

г. Красноярск, 2022

1 СЕКЦИЯ. ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА – ОСНОВА РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Артемьева Н.А., Васюнина Л.А. Повышение эффективности каменных материалов для дорожного строительства в условиях ограниченности природных ресурсов	10-13
Воротынова О.В. Исследование факторов влияющих на безопасность движения на автомобильных дорогах	14-18
Гавриленко Т.В., Михайлова А.С. Исследование надежности насыпей в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов	19-22
Гайсин Д.Ф., Мустафин Р.Ф., Трусов Ю.В. Усиление ленточных фундаментов наклонными буронабивными сваями	23-27
Горяева Е.В., Мохирев А.П. Обоснование плотности сети лесных дорог противопожарного назначения с использованием ГИС	28-32
Иванова О.А., Иванова Л.А. Методика оценки надежности земляного полотна в сложных природно-климатических условиях	33-37
Исламова М.Т., Мохирев А.П. Ограничения грузового транспорта в городской инфраструктуре	38-41
Антоненко Н.А., Конин П.С. Влияние применения стальной фибры при укладке верхних слоев покрытия для строительства и ремонта автомобильных дорог	42-45
Медведев С.О., Мохирев А.П. Отдельные аспекты развития транспортной инфраструктуры в лесной отрасли	46-49
Мохирев А.П., Горяева Е.В., Исламова М.Т. Прогнозирование периода эксплуатации сезонных автомобильных дорог зимнего действия	50-54
Радыгин А.Г., Горяева Е.В. Камеральное трассирование автомобильной дороги с учетом экологических факторов в геоинформационном пространстве	55-59
Рудских В.А., Богданов И.Я. Сравнение методов расчета железобетонных балочных пролетных строений мостов	60-65
Санников Д.Н., Серватинский В.В. Защита автомобильных дорог от заносов методом снегопередувания.....	66-68
Фомина Л.Ю. Использование методов теоретической механики при конструировании вентилируемых сборно-разборных фундаментов	69-72
Халимов О.З. Физика процессов миграции, кольматации и выпора грунтов при оттаивании у обочин автомобильных дорог Хакасии	73-75
Холодов С.П., Холодов В.С. Определение оптимальных размеров пяты буронабивных свай сферической формы	76-78
Янаев Е.Ю., Семенов М.Ю., Мельников П.П. Концепция арктического строительства пространственных фундаментных платформ под модульные здания	79-81
Янаев Е.Ю., Семенов М.Ю., Мельников П.П. Сравнительный анализ пространственных фундаментных платформ из металлических элементов под модульные здания на ММГ.....	82-84

2 СЕКЦИЯ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ПРОЖИВАНИЯ

Антонова К.А., Шаропатова А.В. Методы реновации инженерной инфраструктуры города	85-89
---	-------

Астафьев С.А., Бедин Б.М. К вопросу модернизации архитектурного наследия г. Иркутска с целью развития туристической привлекательности города	90-95
Астафьев А.С., Астафьева П.С. Влияние маркетинга и брендинга территорий на современный облик и содержание жилых комплексов	96-101
Кашина Е.В., Глоба С.Б., Бырдин Д.А. Динамика и перспективы развития рынка арендного жилья в крупных городах Российской Федерации	102-106
Грушина О.В., Красноштанова Т.А. Экономические кризисы 21 века и жилищное строительство	107-112
Гуро Д.Т. Разработка рекомендаций по эффективному внедрению в институт государственной строительной экспертизы технологий информационного моделирования	113-117
Дьячкова О.Н., Михайлов А.Е. Метод расчета коэффициента привлекательности локальных парков	118-122
Ефремова Л.Н., Хромова И.Л., Рузаева Г.В. Эстетическая выразительность городской среды.....	123-126
Кашина Е.В., Берг Т.И. Проблемы описания, анализа и моделирования бизнес-процессов строительного бизнеса (предприятия)	127-131
Киль Е.А., Хиревич С.А. Анализ земельных участков для комплексного развития территории на примере города Красноярск	132-136
Серватинский В.В., Костылев П.Н. Использование системного анализа как инструмента повышения эффективности развития жилых микрорайонов в г. Красноярске.....	137-141
Кощеев В.А., Уселис Я.В. Государственная политика в области стимулирования развития малоэтажного строительства	142-144
Крелина Е.В., Филимендикова Р.Э. Трансформация продукта девелопмента в проектах комплексного развития территорий жилой застройки	145-149
Крещук А.А., Ковалева А.С., Ибе Е.Е. Проблемы организации безбарьерной среды города Абакана	150-154
Плесовских А.Е. Формирование комфортной городской среды: оценка эффективности цифровой трансформации городского хозяйства субъектов РФ	155-158
Саенко И.А., Толочко О.Р. Исследование факторов, определяющих конкурентоспособность крупнейших городов Российской Федерации	159-164
Тетерина К.С., Прокопенко И.В., Саенко И.А. Перспектива внедрения технологий информационного моделирования для формирования конкурентной стратегии девелопера.....	165-169
Сарченко В.И., Хиревич С.А., Рудских В.В. Проблемы инвестиционно-строительной деятельности в новых макроэкономических условиях	170-174
Сергеева И.М., Шаропатова А.В. Особенности выбора территории микрорайона города для включения в программу реновации жилищного фонда на примере г. Красноярск	175-178
Татаринцев Н.И., Рудских В.В. Развитие методического подхода к оценке капитализации жилой недвижимости на урбанизированных территориях	180-182
Толочко О.Р., Саенко И.А. Концептуальные основы формирования комфортной среды проживания	183-187
Тынченко С.А., Саенко И.А. Исследование доступности объектов транспортной инфраструктуры г. Красноярск для маломобильных групп населения	188-192

Филиппов А.Г., Хиревич С.А. Анализ интересов основных участников при комплексном развитии городских территорий	193-196
Цветков Ю.А. Выявление факторов, препятствующих исполнению государственных контрактов в строительстве с учетом изначально заявленных цен	197-199
Чепелева К.В., Короткова С.А. Системный подход к анализу развития объектов индивидуального жилищного строительства	200-204
Чепелева К.В., Арабли Л.А. Портфельный анализ для формирования конкурентной стратегии девелоперской компании	205-209
Шаврова А.А. Развитие методического подхода к решению проблем по оценке самодостаточности инфраструктуры жилого микрорайона	210-213
Шаропатова А.В., Гребенщикова Д.К. Анализ предпочтений потребителей рынка загородной недвижимости г. Красноярска	214-217
Шишкина К.А., Гроо А.В., Кашина Е.В. Оценка доступности жилья в крупных агломерациях в условиях неопределенности и рисков внешней макроэкономической среды	218-222
Шпенькова Т.А., Саенко И.А. Исследование внедрения процессов технологии информационного моделирования в управлении проектами в строительстве	223-225

3 СЕКЦИЯ. BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И ОБРАЗОВАНИИ

Лошкарев Д.Г., Азахов Э.Т., Галоян А.А., Лях Н.И., Коянкин А.А., Тарасов А.В. Оценка возможностей работы в программных комплексах Autodesk Revit и Bentley Systems	226-230
Бутенко М.В., Деордиев С.В. Анализ устойчивости деревометаллической структурной конструкции при статических и динамических нагрузениях	231-234
Банщикова Е.П., Усольцев А.Д., Ахметьянова К.Р., Максимова О.М., Плясунова М.А., Курбаковских О.Д. Опыт выполнения комплексного проекта в ПК REVIT	235-239
Григорьев С.В., Петухова И.Я., Марчук Н.И., Палагушкин В.И., Максимов А.В. Пространственная плита покрытия с поясами из досчатых полосовых элементов	240-244
Роднаева И.А., Половинко Л.Г., Гусева В.М., Курдюмова В.Б. Создание информационного образовательного пространства колледжа как средство повышения качества образования	245-247
Ершова П.А. Реализация совместной работы по Revit и ПК лира-сапр для создания расчётной модели здания	248-252
Ильина Т.Н., Евраев Д.А. Внедрение BIM-технологий в проектную деятельность гражданского и промышленного строительства	253-258
Новик Д.Е., Желонин Д.Н., Курбаковских О.Д. Проблемы внедрения BIM в России	259-264
Лях Н.И., Зобнина В.Е. Разработка конструкции рамы с применением в качестве основного элемента балок БДК-1	265-267
Марчук Н.И., Деордиев С.В., Курбаковских О.Д., Шириев Т.Т., Прасоленко Е.В. Расчет и исследование сейсмической реакции зданий нелинейным статическим методом	268-271
Марчук Н.И., Палагушкин В.И., Максимов А.В., Максимова О.М., Архипов И.Н. Исследование сейсмической реакции многоэтажного здания	272-276
Новикова А.А., Курбаковских О.Д. Проблемы и перспективы открытого стандарта IFC для обмена информационными моделями в России	277-281
Рыба Н.С., Маркевич В.А. Сравнение программ для BIM проектирования Autodesk Revit и Renga на основании опыта проектной организации	282-285

Сабиров Р.А. К расчету предварительного натяжения защитно-улавливающих сеток при продольно-поперечном изгибе	286-290
Пляскин А.С., Шабалин Н.В. Алгоритм проектирование железобетонного каркаса здания с применением BIM – технологий	291-294
Шанюкевич И.В., Курганов Е.Д. Использование технологии BIM-моделирования при энергоаудите зданий	295-298
Щеколдина В.В. Применение информационного моделирования BIM в процессе подготовки квалифицированных кадров строительной отрасли	299-301
Баранов Д.А. Крупноблочное домостроение из клееной древесины	302-305
Пименов В.А., Любишина С.А., Михайлов А.Ю. К вопросу о жесткости плит перекрытия на основе древесины для малоэтажного строительства	306-310
Тамов М.М., Усанов С.В. Прочность стенок двутавровых балок с композитным поперечным армированием	311-313
Дмитриева Т.Л., Черняго А.Б. Взаимодействие цифровой модели и пространственных данных на всех этапах жизненного цикла в информационном моделировании дорожной отрасли	314-319
4 СЕКЦИЯ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Коянкин А.А., Меслемани Х. Методика восстановления железобетонных изгибаемых элементов	320-322
Зубов Р.Н., Домрачева А.Н. Особенности ремонта и реконструкции железобетонных фундаментов и водосборных бассейнов градирен	323-326
Дорохов А.В., Дученко А.А., Скомороха А.В., Прокопьев А.П. Автоматизированное управление уплотнением дорожных материалов на основе системы нейро-нечеткого вывода.....	327-330
Емельянов Р.Т., Пугачева П.А. Особенности технологии моделирования в строительном комплексе: Autodesk Revit	331-335
Иванова Л.А., Киселев В.П., Иванова О.А. Оценка эффективности модификации битумных вяжущих материалов в дорожном строительстве	336-339
Легоньков Д.О., Халимов И.О., Халимов О.З. Многолетний опыт наблюдений за формированием верховодки на объектах республики Хакасия	340-344
Павлов О.И., Назиров Р.А. Отвальный гипс как строительный материал	345-348
Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б., Кунц О.А. Синтез стеклокристаллической керамики на основе форстеритовой фазы с использованием низкотемпературной плазмы	349-352
Хоменко В.С., Литвинова В.А., Мелентьев С.В., Глотов С.А. Технология производства керамического кирпича с применением металлургических отходов	353-355
Храмов И.В., Мохирев А.П., Амельчугов С.П., Храмова К.Р. Совершенствование конструкции древесной панели для повышения звукоизоляции	356-359
Черемных В.А., Волокитин Г.Г., Клопотов А.А., Скрипникова Н.К. Реализация инновационных плазменных технологий в области строительных материалов	360-364
Турышева Е.С., Черепанов Н.А. Виды строительных принтеров для 3D печати различных конструкций	365--369
Чудиновских Е.А., Юркин Ю.В. Эффективность защиты деревянных конструкций от огне- и биоповреждений в многоквартирных жилых зданиях	370-374
Шулюшенков Д.С., Турышева Е.С. Экспериментальный стенд бетоноукладчика для производства арболита и изделий из него	375-378

Челночков Н.А., Прокопьев А.П., Турышева Е.С. Совершенствование системы безопасности грузоподъемных кранов	379-382
Зубов Р.Н., Ямгулов Д.М. Выбор типа фундамента при возведении зданий из сборно-монолитных конструкций	383-386

5 СЕКЦИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Белиловец В.И., Жуйков А.В., Колосов М.В. Совершенствование систем теплоснабжения жилых объектов	387-389
Белиловец В.И., Шишкова Е.Е. Источники энергии на алюминиевом топливе для тепло- и электроснабжения северных территорий России	390-393
Жуйков А.В., Фалейчик Д.В. Перспективные виды топлива для автономных источников теплоснабжения	394-397
Заворуева Е.Н., Соколова О.В., Заворуев В.В., Моролёв М.А. Влияние дыма сибирских лесных пожаров на загрязнение атмосферы г. Красноярска взвешенными частицами	398-402
Кругликова А.В., Амбросова Г.Т. Влияние климатических условий сибери на работу очистных сооружений канализации	403-406
Липовка Ю.Л., Липовка А.Ю. Компьютерная визуализация гидродинамических режимов сетей централизованного теплоснабжения	407-410
Пазенко Т.Я., Курилина Т.А., Матюшенко А.И. Обработка промывных вод фильтров.....	411-413
Приймак Л.В. Оценка воздействия выбросов городских очистных сооружений на жилую зону	414-416
Шадрин О.Г. Аспекты применения технологий и оборудования при реконструкции сооружений канализации	417-421

6 СЕКЦИЯ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ. НИЗКОУГЛЕРОДНОЕ РАЗВИТИЕ, НАПРАВЛЕННОЕ НА УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ

Авласевич А.И., Алексеенко Л.А. Экологическое обоснование применения пеллетного топлива в установках теплоснабжения зданий	422-424
Сергуничева Е.М., Бубенчиков Э.А. Использование многоточечных фундаментов из клееного бруса в северных регионах Красноярского Края	423-430
Воронин А.С., Смирнова О.Ю., Косцова С.А. Методика производства прозрачных нагревательных элементов большой площади и их использование в строительной отрасли	431-433
Высоцкий А.А., Горячева О.П. Газификация города красноярск. Экономические и технические препятствия	434-438
Гоголь Д.Д., Никитин А.Д., Ибе Е.Е., Шибаета Г.Н. Снижение дефектов тепловой защиты зданий: проектный подход	439-442
Добросмыслов С.С. Тепло и массоперенос в наружных ограждающих конструкциях	443-445
Ибе Е.Е., Шибаета Г.Н., Миронов С.Е. Методические основы применения норм экологической сертификации объектов недвижимости в России	446-449
Ильина Т.Н., Орлов П.А., Ечина А.О. Тепловые насосы в системах обеспечения микроклимата	450-453

Киреев Н.Е., Орешонков А.С. Снижение углеродного следа в рамках концепции «пассивного дома»	454-457
Коваленко А.М. Радоновая безопасность в строительстве и эксплуатации помещений	458-460
Крафт С.Л. Взаимосвязь содержания оксида кальция в золах, размеров частиц золы-уноса и радиационных показателей отходов бурогоугольных топливно-энергетических станций	461-463
Алиев С.А., Назиров Р.А. Влагонакопление стеновой конструкции из дерева в десятилетнем цикле	464-468
Драница М.В., Пахомов П.С., Киреев Н.Е., Орешонков А.С. Анализ энергоэффективности оконных блоков при заполнении межстекольного пространства различными видами газов	469-472
Веде П.Ю., Жжонных А.М., Пахомов П.С., Назиров Р.А. Исследование теплового сопротивления снегового покрова для прогнозирования растепления многолетнемерзлых грунтов	473-476

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Н.А. Артемьева, канд. техн. наук, Л.А. Васюнина, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: рассматривается вопрос повышения качества каменных материалов для строительства дорожных одежд. Формулируется постановка задач для проведения научных исследований с использованием гидрофобизирующих веществ.

Ключевые слова: каменные материалы, влагостойкость, морозостойкость, гидрофобизация.

Современные нормы и стандарты предъявляют очень высокие требования к качеству материалов для дорожного строительства, обеспечение которых часто затруднительно ввиду ограниченности природных, производственных, кадровых и научно-исследовательских ресурсов. Необходимо учитывать условия эксплуатации в суровых природно-климатических зонах для всей конструкции дорожной одежды начиная с земляного полотна (защита от промерзания/оттаивания), продолжая основанием и заканчивая асфальтобетонным покрытием (требования по влагостойкости, прочности, морозостойкости и истираемости от шипованных шин автомобиля и противогололедных мероприятий). Обеспечение соответствия всем требованиям возможно лишь при комплексном подходе к качеству исходных материалов, технологии их получения, проектированию и строительству.

Ограниченный ресурс качественного природного каменного материала присутствует практически в каждом регионе, а постоянно развивающееся строительство на фоне реновации старых объектов влечет за собой большой объем бетонного и железобетонного лома, которые возможно применять для строительства и ремонта автомобильных дорог. Однако существуют ряд ограничений таких как: необходимость соблюдения технологии переработки лома, получение фракционированного каменного заполнителя и минерального порошка, а также обеспечении его соответствия требованиям ГОСТ. Одним из требований предъявляемым к заполнителям и минеральным порошкам для дорожного строительства является влагостойкость (к минеральным порошкам гидрофобность) – свойство, которое повышает долговечность в процессе эксплуатации.

Природные каменные материалы и особенно бетонные обладают пористостью, которая способствует абсорбции влаги, понижению влагостойкости, а следовательно, и морозостойкости материала. Предотвратить это и повысить влагостойкость материалов возможно за счет применения современных гидрофобизирующих веществ, способных образовывать плотную и прочную защитную пленку на поверхности закрывая поры и препятствуя проникновению влаги в тело каменного материала ограничивая тем самым процессы миграции воды в открытых порах. Для повышения влагостойкости достаточно произвести поверхностную обработку материала, чтобы заметно увеличить морозостойкость. [1,2]

Предварительные исследования показали, что в составе гидрофобизирующих веществ присутствуют полимеры, которые с одной стороны обеспечивают гидрофобность и хорошую адгезию (прилипание) с другой обладают тягучестью и

вязкостью, которые могут изменяться в зависимости от концентрации и температурного режима.

Подбор оптимальной концентрации гидрофобизатора, его температуры и технологии получения рабочего раствора, а также исследование свойств обработанных материалов требуют подробного изучения. Учитывая физическое состояние исходного гидрофобизатора отдельной задачей также требующей, решения следует отметить технологию обработки каменных материалов.

Для проведения исследований по применению гидрофобизатора с целью повышения эффективности каменных материалов необходимо решить ряд оптимизационных задач, которые можно разделить на три этапа:

1. Изучение влияния поверхностной (объемной) обработки каменных материалов гидрофобизатором на их физико-механические свойства включая

- определение концентрации рабочего раствора гидрофобизатора;
- определение расхода готового гидрофобизатора на единицу обрабатываемого материала;

- установка оптимальных температурных режимов обработки материалов.

2. Изучение влияния гидрофобизированного каменного материала на физико-механические свойства смесей, полученных на его основе.

3. Разработка технологии поверхностной обработки каменных материалов.

Учитывая поставленные задачи для проведения экспериментальных исследований, в качестве исходных материалов был отобран щебень из метаморфических горных пород. Физико-механические свойства щебня представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства щебня по ГОСТ 32703-2014

Наименование показателей	Норма по ГОСТ 32703-2014	Фактические показатели	Норма по ГОСТ 32703-2014	Фактические показатели
Марка щебня	90/10	90/10	90/20	90/20
Зерновой состав, проходы через сито, % по массе				
2D 31,5	100	100	100	100
1,4D 22,4	100	100	от 98 до 100	100
D 16,0	от 90 до 100	98,3	от 90 до 100	99,1
Наименование показателей	Норма по ГОСТ 32703-2014	Фактические показатели	Норма по ГОСТ 32703-2014	Фактические показатели
Марка щебня	90/10	90/10	90/20	90/20
D/1,4 11,2	от 25 до 80	52,3	от 25 до 80	60,2
d 8,0	от 0 до 10	8,8	от 0 до 20	18,4
d/2 4,0	от 0 до 2	0,1	от 0 до 5	0,3
Марка по дробимости	M1200	M1200	M1200	M1200
Потеря массы, %	св. 9 до 11	9,2	св. 9 до 11	9,5
Марка по истираемости	И1	И1	И1	И1
Потеря массы, %	до 15 включ.	14,6	до 15 ключ.	14,5
Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, %	Л10 до 10 включ.	Л10 9,1	Л10 до 10 включ.	Л10 9,9
Водопоглощение, %	Не нормируется	1,1		1,5

Влажность, %	Не нормируется	0,8		0,8
Плотность:	Не нормируется			
Истинная, г/см ³		2,82		2,89
Средняя, г/см ³		2,80		2,86
Насыпная, кг/м ³		1480		1420
Пустотность, %	Не нормируется	47,1		49,3
Пористость, %	Не нормируется	0,7		0,8

Из таблицы видно, что материал соответствует требованиям ГОСТ, однако обладает достаточно высоким водопоглощением, что в последующем будет отрицательно влиять на показатели морозостойкости. [4]

В тоже время, качество битумных вяжущих в современной технологии асфальтобетонов играет важнейшую роль при проектировании составов асфальтобетонных смесей с учетом кратковременного и долговременного старения. Научно доказано, что введение полимеров в состав вяжущего позволяет получить асфальтобетоны способные работать и сохранять покрытие более длительный срок, чем на обычном битуме.

На основании проведенного анализа научных исследований выдвинута гипотеза о том, что введение гидрофобизатора на основе полимера в состав битума и/или асфальтобетона позволит повысить влагостойкость, прочность и морозостойкость асфальтобетона, а следовательно, и долговечность дорожной одежды в целом. [2,3]

Для проверки данной гипотезы необходимо провести исследования по определению эффективности модификации вяжущего гидрофобизатором и асфальтобетонных смесей путем изучения оптимального количества добавки и физико-механических свойств асфальтобетонной смеси и бетона, а также разработать технологию получения модифицированного вяжущего и асфальтобетона на его основе. В качестве вяжущего для проведения исследований был принят битум марки 100/130 Ачинского нефтеперерабатывающего завода соответствующий требованиям ГОСТ. [5] Физико-механические свойства битума представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства битума по ГОСТ 33133-2014

Наименование показателей	Норма по марке ГОСТ 33133-2014	Фактические показатели
Марка битума	100/130	100/130
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1мм	101-130	105
Температура размягчения поюльцу и шару, °С, не ниже	45	48,0
Растяжимость при 0°C, см, не менее	4,0	4,1
Температура хрупкости, °С, не выше	-20	-23
Температура вспышки, °С, не ниже	230	250
Индекс пенетрации	от -1.0 до +1.0	+0,2838
Сцепление битумного вяжущего с поверхностью щебня	Не ниже 4-х баллов	4

Учитывая вышесказанное, проведение исследований по применению гидрофобизатора позволит повысить качество местной сырьевой базы дорожно-строительных материалов, расширить номенклатуру, а в случае применения вторичных бетонов сократить объемы бетонного лома и места для его хранения.

Список литературы

1. Кузнецова, Е. В. Улучшение свойств минерального порошка в результате обработки гидрофобизатором / Е. В. Кузнецова // IX Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство", Белгород, 01–10 октября 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 979-983. – EDN ZAJCRN.

2. Высоцкая, М. А. Обзор состояния сегмента пропиточных материалов для покрытий автомобильных дорог / М. А. Высоцкая, Е. А. Власова, Д. А. Кузнецов [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 8. – С. 6-12. – DOI 10.12737/article_5b6d5840311cc8.02258080. – EDN XYZDPN.

3. Ядыкина, В. В. Повышение эффективности минерального порошка из техногенного сырья за счет его гидрофобизации / В. В. Ядыкина, А. М. Гридчин, Е. В. Кузнецова, М. С. Лебедев // Строительные материалы и изделия. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 24-30. – EDN ZGHNKN.

4. ГОСТ 32703-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования».

5. ГОСТ 33133-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования».

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

О.В. Воротинова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в работе представлен анализ дорожно-транспортных происшествий на участках автомобильных дорог окрестностей г. Красноярска, выявлены наиболее часто сопутствующие им условия и факторы. В виде одного из факторов выделена недостаточность расстояния видимости и, для улучшения ситуации, рассмотрено предложение использовать метод экспертных оценок.

Ключевые слова: сложные природно-климатические условия, дорожно-транспортные происшествия, расстояние видимости, метод экспертных оценок.

Для современного общества усовершенствование транспортной инфраструктуры является одним из важнейших элементов развития. В связи с этим, актуальна задача проектирования и строительства новых автомобильных дорог, которые должны обеспечить безаварийное движение автотранспорта.

При проектировании автомобильных дорог, соответствующих безопасному автодорожному движению, необходим постоянный мониторинг аварийности на функционирующих дорогах, что позволит выявить основные и наиболее часто встречающиеся причины возникновения аварийных ситуаций. Систематизация и анализ данных по ДТП (дорожно-транспортным происшествиям) позволят в дальнейшем предупредить ДТП и снизить их количество.

Для анализа возможных причин аварийности на автомобильных дорогах были рассмотрены данные карточек ДТП за период 01.01.20 по 31.12.20 год, на участках автомобильных дорог: Р-255 “Сибирь”, проходящей в Емельяновском районе Красноярского края; Обход и Глубокий Обход города Красноярска.

При проведении анализа [1, 2] учитывались: время совершения ДТП (рисунок 1); месяц (рисунок 2); а также факторы, непосредственно влияющие на определение расстояния видимости (рисунок 3).

Из приведенных диаграмм можно сделать следующие выводы:

- наибольшее число аварий происходит в утренние часы;
- наиболее «опасными» месяцами оказались: август, ноябрь и декабрь;
- при неблагоприятных погодных условиях большая аварийность во время снегопада.

Большое влияние на уровень аварийности оказывает расстояние видимости.

Видимостью дороги называют минимальное необходимое расстояние, на котором водитель должен видеть впереди себя дорогу, чтобы заметить препятствия и своевременно их избежать [3].

Согласно СП 34.13330.2012 на всем участке автомобильной дороги расстояние видимости должно быть больше остановочного пути [4].

В ПДД (правила дорожного движения) используют такие понятия как недостаточная и ограниченная видимость.

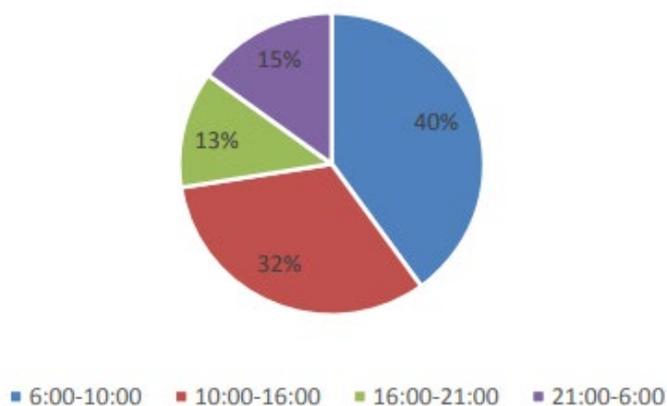


Рисунок 1. Диаграмма аварийности по времени суток

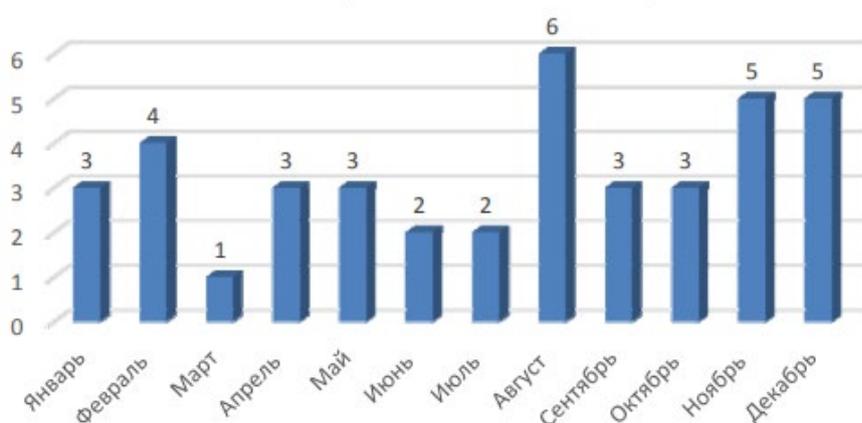


Рисунок 2. Диаграмма аварийности по месяцам

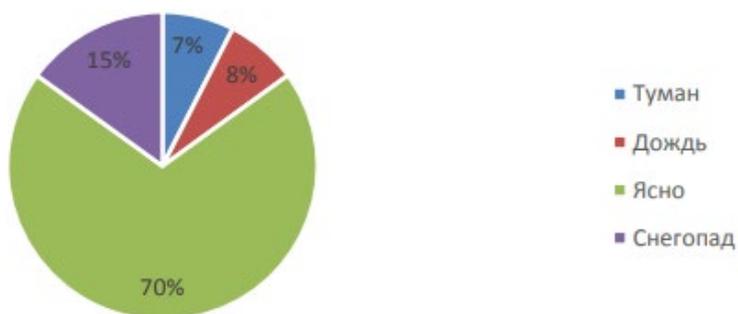


Рисунок 3. Диаграмма аварийности по погодным условиям

Недостаточная видимость — видимость дороги менее 300 м в условиях тумана, дождя, снегопада, а также в сумерки.

Ограниченная видимость — видимость водителем дороги в направлении движения, ограниченная до 100 м рельефом местности, геометрическими параметрами дороги, растительностью, строениями, сооружениями или транспортными средствами.

На расстояние видимости могут повлиять следующие факторы: ландшафт местности; геометрические параметры дороги в плане и продольном профиле; климатические факторы (дождь, снег, туман); психофизическое состояние водителя автотранспортного средства; скорости движения; высота глаз водителя от поверхности дороги; высоты возвышения препятствий над поверхностью дороги; время реакции водителя; коэффициент сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием.

Обеспечение видимости на автомобильных дорогах является одной из важнейших задач при проектировании, строительстве и их эксплуатации.

В связи с данной проблемой важно знать, какие факторы оказывают наибольшее влияние на водителей при определении расстояния видимости. Для этого был проведен опрос респондентов разного пола, стажа вождения и возраста, для того, чтобы узнать какой из предложенных факторов, оказывает на них наибольшее влияние при управлении автотранспортным средством [2].

Респондентам было предложено расставить баллы в пределах от 1 до 7, где 1 – практически не оказывает влияние на определение расстояния видимости, 7 – оказывает сильное влияние на определение расстояния видимости.

По результатам опроса (рисунок 4) можно сделать выводы:

- более опасными факторами для водителей являются туман и дождь;
- менее опасными факторами являются сумерки и кривые малого радиуса;
- проблемы, связанные с проектированием, а также, строительством автомобильных дорог практически не оказывают влияния на водителя при управлении транспортным средством, что говорит о хорошем уровне проектирования и строительства.

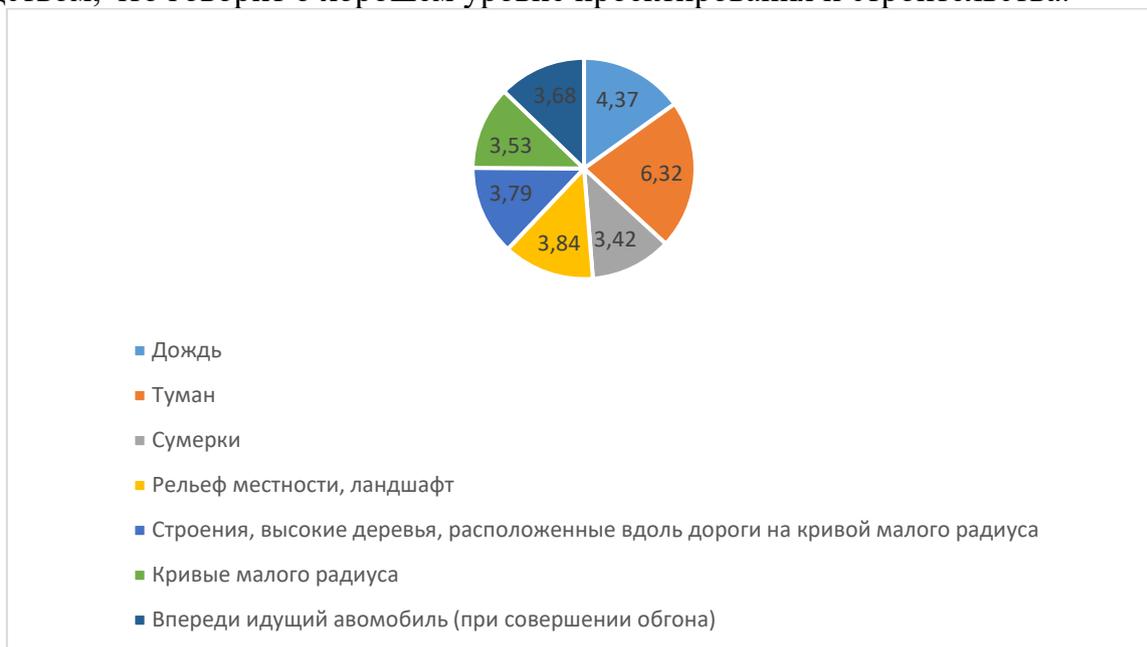


Рисунок 4. Степень влияния факторов, определяющих расстояние видимости.

Опрос проводился при помощи специализированного сервиса Google форма.

Для обеспечения строительства и проектирования качественных и безопасных дорог нужно руководствоваться нормативными документами, а также, учитывать мнения водителей на разные виды проблем.

С целью изучения предложений водителей по решению данного вопроса, был проведен опрос, в котором водители отмечали, что, по их мнению, улучшит качество и безопасность автомобильных дорог [2].

Были опрошены респонденты разного пола, стажа вождения и возраста, для того чтобы узнать, какой из предложенных методов решения проблемы, связанных с определением расстояния видимости, является наиболее эффективным по их мнению.

Респондентам было предложено расставить баллы в пределах от 1 до 6, где 1 – наименее значимый метод, 6 – наиболее значимый метод.

По результатам опроса (рисунок 5) можно сделать выводы:

- более предпочтительными мерами для решения проблемы являются информационные табло и усиленное освещение участка;
- менее важными мерами участники считают увеличение ширины проезжей части и радиуса кривой на участках с кривыми малого радиуса.

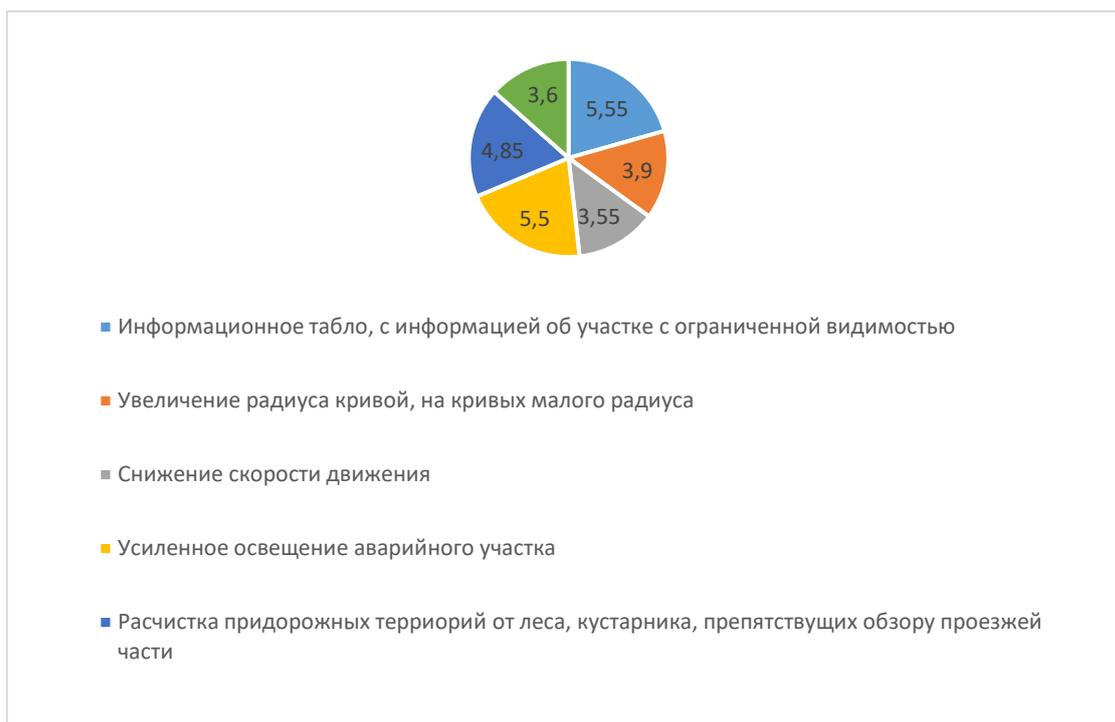


Рисунок 5. Методы решения проблемы
Опрос проводился при помощи специализированного сервиса Google форма.

Результаты опроса обрабатывались с применением статистического подхода, который был изложен и использован для обработки анкетных данных в [5].

Результаты обработки первого опроса представлены в таблице 1. Результаты обработки второго опроса представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Результаты обработки первого опроса

Фактор	Средний по фактору балл	Коэффициент вариации	Ранг
Дождь	4,37	0,46	2
Туман	6,32	0,42	1
Сумерки	3,42	0,63	7
Рельеф местности, ландшафт	3,84	0,52	3
Строения, высокие деревья, расположенные вдоль дороги на кривой малого радиуса	3,79	0,54	4
Кривые малого радиуса	3,53	0,62	6
Впереди идущий автомобиль	3,68	0,59	5

Таблица 2 - Результаты обработки второго опроса

Фактор	Средний по фактору балл	Коэффициент вариации	Ранг
Информационное табло с информацией об участке с ограниченной видимостью	5,55	0,43	1
Увеличение радиуса кривой на кривых малого радиуса	3,9	0,52	4
Снижение скорости движения	3,55	0,57	6
Усиленное освещение аварийного участка	5,5	0,44	2
Расчистка придорожных территорий от леса, кустарника, препятствующих обзору проезжей части	4,85	0,48	3
Увеличение ширины проезжей части	3,6	0,54	5

Следует заметить, что коэффициент вариации выходит за пределы допустимых значений, что говорит о малом количестве выборки, однако более значимые ранги имеют меньший коэффициент.

По ранговой системе мы можем определить, какой из факторов является более существенным по отношению к другим факторам.

Постоянный анализ аварийности на участках, опрос респондентов, использующих данный участок автомобильной дороги для перемещения на своем транспортном средстве, окажут положительный результат и позволят сократить аварийность на автомобильных дорогах.

На основании исследования аварийности и проведенных опросов респондентов можно разработать рекомендации по улучшению безопасности автомобильных дорог.

К таким рекомендациям можно отнести: информационное табло с информацией об участке с ограниченной видимостью; усиление освещенности определенных участков автомобильной дороги и т.д.

Данное исследование позволит своевременно производить мониторинг автомобильной дороги, который, в свою очередь, вовремя уведомит службы дорожного хозяйства о состоянии участка автомобильной дороги и спрогнозировать дальнейшие меры, которые необходимо выполнить в ближайшее время.

Список литературы

1. Р.О. Мальков. Анализ аварийности на участке автомобильной дороги Р-255 “Сибирь” в Емельяновском районе Красноярского края. Проспект Свободный - 2021: материалы XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 19–24 апреля 2021 г. / Сибирский федеральный университет; отв. за вып. С. К. Франчук. - Электрон. текстовые дан. (pdf, 73,7 Мб). - Красноярск: СФУ, 2021 (2021-08-01). - 3289 с
2. Мальков Роман Олегович. Исследование факторов, определяющих расстояние видимости на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]: магистерская диссертация: 08.04.01 / Мальков Р.О. — Красноярск: СФУ, 2022.
3. Солодкий А.И., Горев А.Э., Бондарева Э.Д. Транспортная инфраструктура: Учебник и практика М.: Юрайт, 2018 – 290 с.
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* / Мин-во региональные развития Российской Федерации. – М., 2013. – 139 с.
5. Гавриленко Т.В., Котлова С.С. Применение метода анкетирования водителей для исследования факторов, влияющих на безопасность движения по автомобильным дорогам // Национальная ассоциация ученых (НАУ) научно технический журнал [Электронный ресурс]. - 2020. - № 53. - С. 8-10.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ НАСЫПЕЙ В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Т.В. Гавриленко, канд. техн. наук, доцент, А.С. Михайлова, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: излагается методика оценки надежности насыпи, проектируемой в зоне многолетнемерзлых грунтов по второму принципу. В качестве критерия отказа принято условие непревышения осадкой насыпи нормативного значения. Случайными величинами приняты относительная влажность и осадка основания насыпи. Ввиду того, что осадка основания насыпи зависит параметрически от относительной влажности, использована методика параметрической теории надежности. Задача решается методом Монте-Карло.

Ключевые слова: основание насыпи, устойчивость откосов, многолетнемерзлые грунты, критерии отказа, вероятность безотказной работы

Имеющийся опыт строительства и эксплуатации транспортных сооружений в криолитозоне показывает наличие нерешенных задач, связанных с обеспечением надежности, устойчивости и стабильности основания земляного полотна [1].

Актуальность данной работы заключается в усовершенствовании методики оценки надежности, устойчивости и стабильности основания насыпи автомобильной дороги, запроектированной в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов.

В зоне распространения многолетней мерзлоты существует три принципа проектирования насыпи. Первый принцип предполагает поддержание основания насыпи в стабильно мерзлом состоянии на протяжении всего срока эксплуатации автомобильной дороги, когда не допускается оттаивание грунта основания, так как это обуславливает появление различных деформаций земляного полотна и разрушений дорожной одежды. Второй принцип допускает частичное оттаивание грунта деятельного слоя в основании насыпи в период эксплуатации дороги при условии ограничения осадок в допустимых предельных значениях. Земляное полотно по принципу ограничения глубины оттаивания грунтов основания проектируют исходя из допустимых деформаций согласно поперечным профилям. Третий принцип предусматривает полное предварительное оттаивание мерзлого грунта и осушения дорожной полосы и только затем возведение земляного полотна [2].

Цель нашего исследования заключается в развитии методики расчетов устойчивости дорожной насыпи в районе распространения многолетнемерзлых грунтов, запроектированной по второму принципу, с помощью внедрения методов параметрической теории надежности.

Надежность – это свойство объекта выполнять свои функции на протяжении заданного срока эксплуатации в заданном режиме. Данное понятие относительно автомобильной дороги объясняется как комплексное свойство, которое обеспечивает безаварийное движение транспорта с расчетной скоростью и интенсивностью движения в течение заданного межремонтного периода при условии соблюдения эксплуатационных правил, и формулируется в [3]. При этом за меру надежности принимается величина безотказной работы или вероятности того, что за период строительных работ и в течение срока эксплуатации сооружения не наступит отказ.

Одним из критериев отказа основания насыпи, запроектированной по второму принципу, в соответствии с [2] является превышение величины осадки насыпи допустимых значений. Он выражается неравенством

$$S \geq S_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где s – осадка насыпи, $S_{\text{доп}}$ – допустимая величина осадки. Тогда критерий надежности насыпи сформулируется условием

$$S < S_{\text{доп}}, \quad (2)$$

и вероятность безотказной работы насыпи – это вероятность выполнения условия (2).

В случае невысокой насыпи, в которой отсутствуют нестабильные слои, осадка земляного полотна будет определяться только деформациями основания насыпи:

$$S = S_{\text{осн}}. \quad (3)$$

На просадочных грунтах величины осадок основания земляного полотна в различных сечениях поперечного профиля рассчитывают по зависимости:

$$S = eh_{\text{от}}, \quad (4)$$

где e – относительная осадка грунта основания после его оттаивания под нагрузкой, $h_{\text{от}}$ – расстояние от подошвы насыпи до ореола оттаивания [2].

Вероятность безотказной работы насыпи можно оценить методами параметрической теории надежности. В этом случае объект рассматривается как система с входными и выходными параметрами, которые связаны параметрически и являются случайными величинами. На входе – параметры, влияющие на надежность сооружения, а на выходе – величина осадки сооружения.

Рассмотрим самую простую постановку задачи, когда только один входной параметр является случайной величиной. Он необязательно должен вносить самый весомый вклад в величину осадки насыпи, но его вариативность можно достоверно оценить на основании экспериментальных или натуральных данных. Кроме того, входной параметр должен помочь получить математически обоснованные стохастические характеристики величины осадки как выходного параметра системы. В его качестве, принимаем относительную влажность грунта деятельного слоя W [3], т.к., во-первых, можно достоверно оценить ее вариативность. Во-вторых, от нее параметрически зависят величины e и $h_{\text{от}}$, по которым в соответствии с зависимостью (4) находим величину осадки S . Тогда уравнение связи между относительной влажностью и осадкой насыпи может быть записано в виде зависимости

$$S = \varphi(W). \quad (5)$$

Закон распределения случайной величины относительной влажности принят нормальным.

Вероятностные характеристики входного параметра обычно получают по статистическим данным или экспертным оценкам, а для выходного параметра используют различные методы рандомизации, например метод статистической линеаризации

или метод статистических испытаний (Монте-Карло). Первый метод был применен в [3]. Основной его недостаток заключается в том, что он может быть применен только на узком интервале, в пределах которого допускается замена зависимостей линейными функциями.

Более универсальным является метод Монте-Карло. Его суть состоит в том, что для входного параметра W с помощью генератора случайных чисел моделируется случайная выборка значений. Далее многократно (для каждого значения относительной влажности из выборки) просчитывается математическая модель осадки насыпи. Тем самым на выходе получается выборка значений S , по которой получают статистические оценки параметров закона распределения случайной величины осадки.

Моделирование выборки значений случайной величины относительной влажности может быть выполнено с помощью пары независимых стандартных нормальных (т.е. гауссовских с нулевым средним и единичной дисперсией) случайных величин ξ и η , определяемых по формулам:

$$\xi = \sqrt{-2 \operatorname{Ln} \alpha} \cos(2\pi\beta), \quad (6)$$

$$\eta = \sqrt{-2 \operatorname{Ln} \alpha} \sin(2\pi\beta), \quad (7)$$

где α и β – случайные равномерно распределенные величины из интервала от 0 до 1, генерируемые датчиком псевдослучайных чисел в программе Excel [4].

Проверка правдоподобия гипотезы о нормальности распределения производится по критерию согласия Пирсона [5]. Для получения выборки для осадки проведём многократные расчеты осадки по методике [2]. Необходимое количество статистических испытаний оценивается по критерию Стьюдента и составляет

$$n_u = t^2 \frac{\sigma_s^2}{(p_s M(S))^2}, \quad (8)$$

где p_s – предельная относительная ошибка; $M(S)$ – среднее статистической выборки значений случайной величины S ; σ_s – стандарт отклонения от него; t – параметр распределения Стьюдента, задаваемый по специальной таблице [5].

Введение гипотезы о нормальном распределении случайных величин позволяет оценить вероятность безопасного состояния системы по формуле

$$P = P(S < S_{\text{доп}}) = 0,5 + \Phi \left(\frac{M(S_{\text{доп}}) - M(S)}{\sqrt{\sigma_{\text{доп}}^2 + \sigma_s^2}} \right), \quad (9)$$

где $\Phi(\cdot)$ – функция Лапласа, значения которой определяются по специальным таблицам [4]; $M(S_{\text{доп}})$ и σ_s – среднее и стандарт отклонения случайной величины $S_{\text{доп}}$.

Список литературы

1. Халиулина Л.Э. О многолетнемерзлых грунтах // Научные исследования. 2018. № 3. С. 10–12.

2. ОДМ 218.2.094-2018. Методические рекомендации по проектированию земляного полотна автомобильных дорог общего пользования из местных талых и мерзлых переувлажненных глинистых и торфяных грунтов в зонах распространения многолетнемерзлых грунтов / Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). Москва, 2018. С. 49.

3. Гавриленко Т.В. Оценка параметрической надежности насыпи, проектируемой в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов по второму принципу / Т.В. Гавриленко, О.А. Иванова // Дороги и мосты. 2020. № 2. С. 74–90.

4. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 704 с.

5. Горелова Г.В., Кацко И.А. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel: учеб. пособие для вузов. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 480 с.

УСИЛЕНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ НАКЛОННЫМИ БУРОНАБИВНЫМИ СВАЯМИ

Д.Ф. Гайсин¹, магистрант, Р.Ф. Мустафин¹, доцент, Ю.В. Трусов², магистр

¹ ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа,

² ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Аннотация: в последнее время все больше внимания уделяется усилению и реконструкции фундаментов зданий в связи с их деформациями и разрушениями. Также особое внимание фундаментам уделяют при реконструкции существующих зданий или надстройке дополнительных этажей. Одним из методов усиления является технология усиления ленточных фундаментов наклонными буронабивными сваями.

Ключевые слова: фундамент, разрушение, усиление, несущая способность, наклонные сваи.

Для реконструкции и капитального ремонта зданий часто возникает необходимость упрочнения основания и усиления фундаментов, либо полного их переустройства. С решением данных вопросов приходится сталкиваться и при проявлениях неравномерных осадок фундаментов, выравнивании кренов зданий (сооружений), прокладке подземных коммуникаций, дефектах и повреждениях строительных конструкций, устройстве фундаментов в стесненных условиях, а также некоторых других случаях, когда нарушается нормальная эксплуатация зданий. Могут быть и другие причины, например строительство метро, подземные работы и прочие. При увеличении нагрузок на строительные конструкции, усиление рекомендуется выполнять в том случае, когда отсутствует резерв несущей способности грунтов оснований.

Одним из способов усиления фундаментов является устройство дополнительных свай. В качестве предмета исследования была принята схема ленточного фундамента на естественном основании, усиленная наклонными буронабивными сваями. Численные исследования заключались в нахождении и анализе деформаций расчетной схемы основания. Для определения необходимых данных был использован метод конечных элементов, как наиболее актуальный способ расчета с использованием компьютерных технологий. Рассмотрим основные этапы этого метода для расчета основания под фундамент как плоскую задачу теории упругости, объединяющую в себе два типа задач: о плоской деформации и о плоском напряженном состоянии [1, с.53]. Уравнения, описывающие эти две задачи, совпадают с точностью до упругих постоянных. В координатной форме записи эти уравнения имеют следующий вид:

1. Статические уравнения (дифференциальные уравнения равновесия Навье, где X, Y -декартовы координаты рассматриваемой точки) [2, с.310]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + X &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + Y &= 0 \end{aligned} \right\}, \sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy} \text{ -напряжения.}$$

2. Геометрические уравнения (уравнения Коши)

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}; \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}; \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}, \quad \text{где } u, v \text{ — перемещения; } \varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy} \text{ — относительные}$$

деформации.

3. Физические уравнения (закон Гука) для плоского напряженного состояния:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_x + \nu \varepsilon_y) \\ \sigma_y &= \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_y + \nu \varepsilon_x) \\ \tau_{xy} &= \frac{E}{2(1+\nu)} \gamma_{xy} \end{aligned} \right\}, \quad E \text{ — модуль упругости; } \nu \text{ — коэффициент Пуассона.}$$

В случае плоской деформации необходимо вместо упругих постоянных E и ν подставить в последнее уравнение:

$$E_1 = E/(1-\nu^2) \quad \text{и} \quad \nu_1 = \nu/(1-\nu).$$

Теперь плоская задача теории упругости имеет восемь неизвестных: перемещения — (u, v) , деформации — $(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy})$ и напряжения — $(\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy})$.

Все они в общем случае являются функциями координат (точек) рассматриваемого тела. Эти функции должны удовлетворять приведенным выше уравнениям. Задача заключается в определении значений всех восьми неизвестных в каждой точке тела при заданных объемных и поверхностных силах, а также известных условиях закрепления тела [3, с.559]. Для постановки задачи в матричной форме введем в рассмотрение следующие вектор-функции:

$$\begin{aligned} \{u\} &= \{u, v\}^T; & \{\rho\} &= \{x, y\}^T; \\ \{\varepsilon\} &= \{\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}\}^T; & \{P_s\} &= \{P_{xu}, P_{yv}\}^T; \\ \{\sigma\} &= \{\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}\}^T & \{u_s\} &= \{u_s, v_s\}^T, \end{aligned}$$

где T означает операцию транспонирования. Тогда наши уравнения можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} [A]^T \cdot \{\sigma\} + \{\rho\} &= 0; \\ \{\varepsilon\} &= [A] \cdot \{u\}; \\ \{\sigma\} &= [D] \cdot \{\varepsilon\}; \\ \{P_s\} &= [N]^T \cdot \{\sigma\}; \\ \{u\} &= \{u_s\}. \end{aligned} \quad , \text{ здесь } [A] = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix}, \quad [D] = d \cdot \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & 0 \\ d_{21} & d_{22} & 0 \\ 0 & 0 & d_{33} \end{bmatrix}$$

Для плоского напряженного состояния

$$d = E/(1-\nu^2), d_{11} = d_{22} = 1, d_{12} = d_{21} = \nu, d_{33} = (1-\nu)/2.$$

Для плоской деформации

$$d = E / [(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)], d_{11} = d_{22} = 1 - \nu, d_{12} = d_{21} = \nu; \\ d_{33} = (1 - 2\nu) / 2.$$

$$[N] = \begin{bmatrix} l & 0 \\ 0 & m \\ m & l \end{bmatrix} \text{ – матрица направляющих косинусов внешней нормали.}$$

Таким образом, плоская задача теории упругости сводится к отысканию трех векторов-функций $\{u\}, \{\varepsilon\}, \{\sigma\}$, удовлетворяющих основным уравнениям.

Исходя из геометрических характеристик фундамента и физико-механических характеристик основания, для расчетов была применена модель упругого полупространства, применимая при наличии в основании достаточно плотных грунтов и при не слишком больших площадях опорных поверхностей [4, с.112].

Таким образом, удалось получить расчетную схему воздействия фундамента на основание, приведенную к плоской задаче теории упругости, а именно к частному случаю (типу задачи) – плоскому напряженному состоянию. В качестве расчетной схемы был принят размеры фрагмента грунтового основания:

$$dx=20 \text{ м, } dy=20 \text{ м, } dz=1 \text{ (рисунок 1).}$$

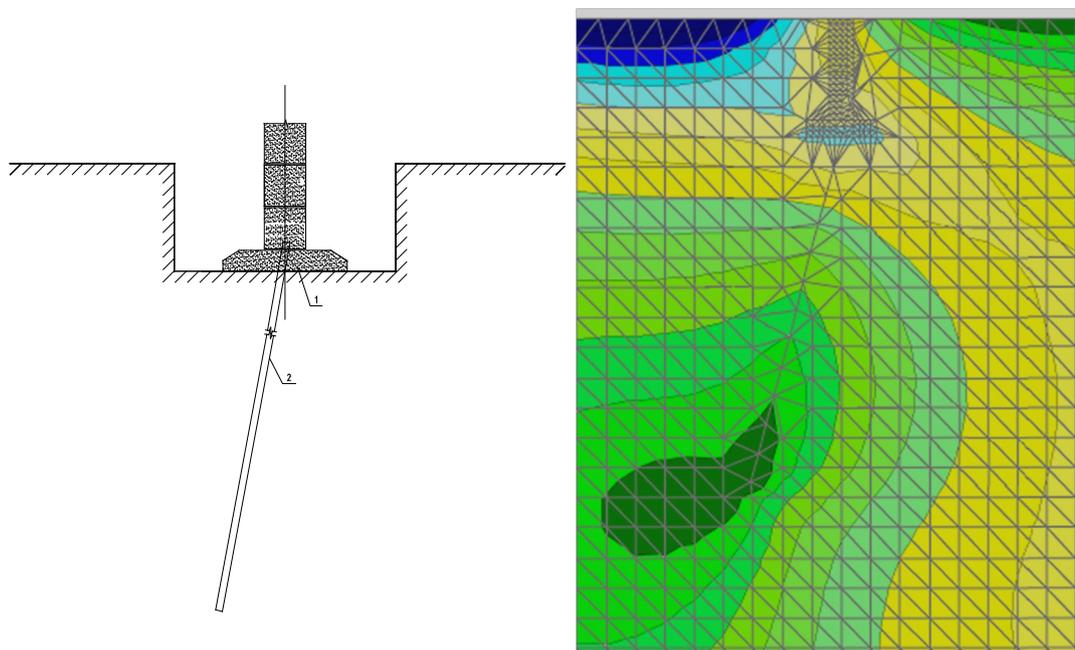


Рисунок 1. Схема усиления ленточного фундамента. 1-усиливаемый фундамент, 2- буронабивная свая

Расчетная схема представлена в виде балки-стенки, грунт смоделирован плоскими треугольными конечными элементами, свая – стержнем плоской рамы. Расчет произведен методом конечных элементов с использованием расчетного программного комплекса SCAD. Исходные данные для расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1– Исходные данные для расчета основания:

Наименование элементов	Материал(состав)	Модуль упругости, т/м ²	Коэффициент Пуассона	Удельный вес, т/м ³	Размеры, м
Грунтовое основание	Глина текучая	1000	0,42	1,96	20*20
Железобетонная свая	Бетон кл. В20	2,75*10 ⁶	0,2	2,5	0,135*8
Фундаментные блоки	Бетон кл. В20	2,75*10 ⁶	0,2	2,5	0,4*1,8
Фундаментная железобетонная плита	Бетон кл. В20	2,75*10 ⁶	0,2	2,5	1,2*0,3

В процессе численного исследования было смоделировано четыре варианта усиления буронабивными сваями под разными углами. Рассмотрены случаи с наклоном свай: 0, 5, 10, 15 градусов относительно вертикальной оси фундамента. В результате исследования получены графические зависимости изгибающего момента под подошвой фундамента от угла наклона свай и осадки от расчетной нагрузки на сваю при различных углах (рисунки 2, 3).

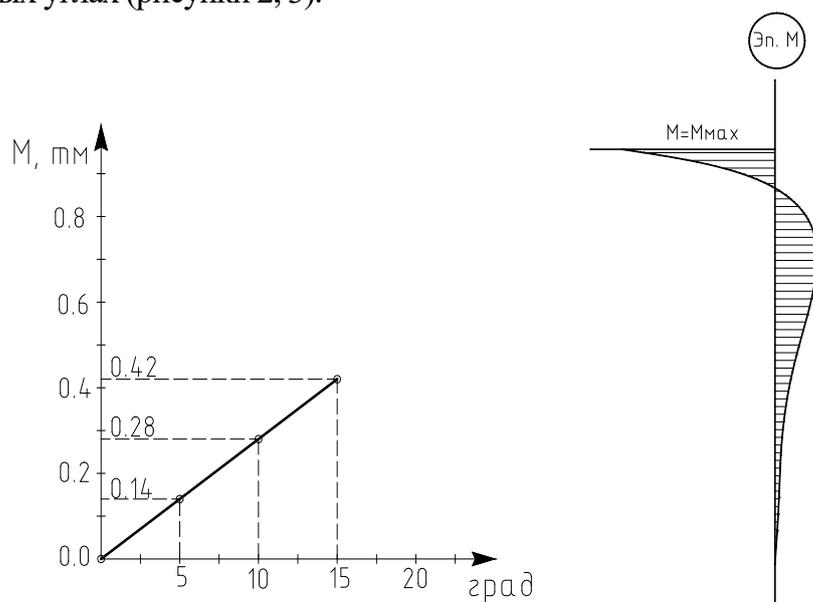


Рисунок 2. График зависимости момента от угла наклона свай. Эпюра моментов свай

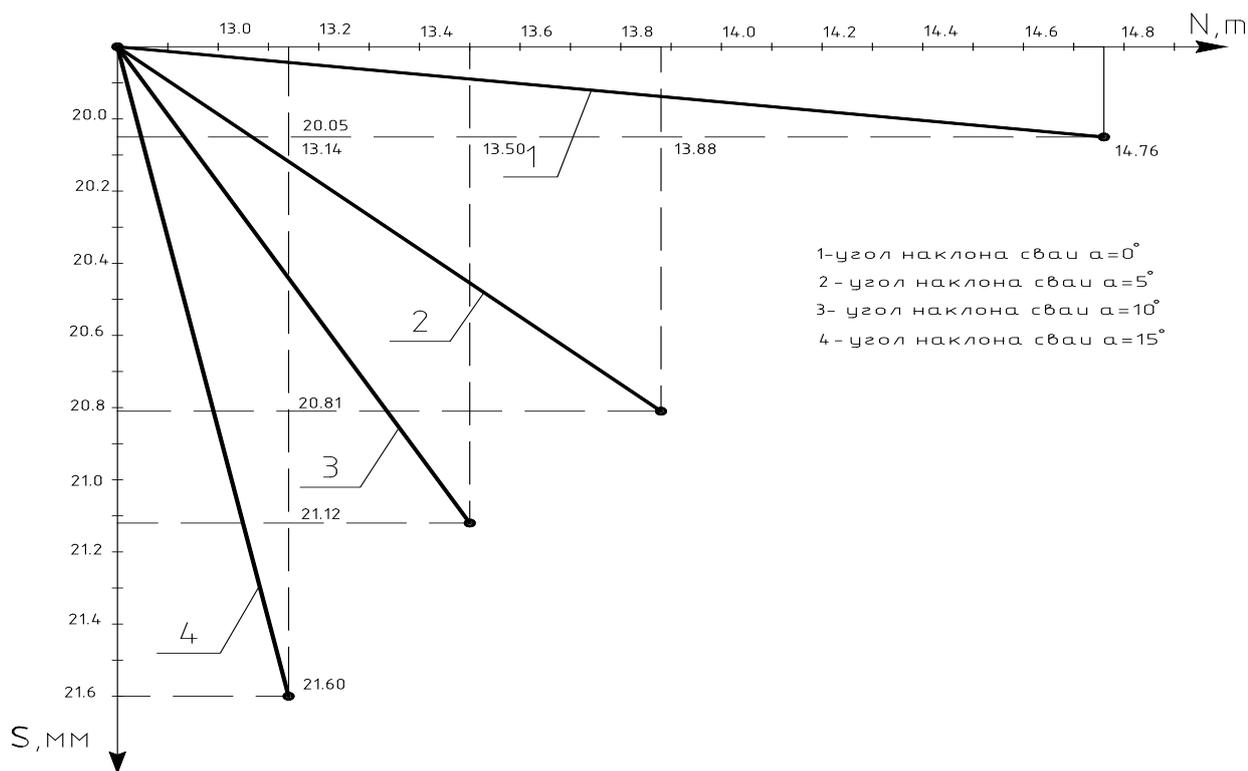


Рисунок 3. Графики зависимости осадки от расчетной нагрузки на сваю

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- Наклонные буронабивные сваи могут быть использованы для усиления ленточных фундаментов существующих зданий и сооружений [5, с.158];
- В зависимости от угла наклона свай, длины и их количества несущая способность фундамента может быть увеличена от 50 до 100 %;
- В усиливаемых наклонных сваях в месте их заделки в существующий фундамент при углах наклона более 5 градусов могут возникать существенные изгибающие моменты, не учет которых может привести к разрушению свай.

Список литературы

1. Полищук А. И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий.- Нортхэмптон: STT; Томск: STT, 2004.-476с.
2. Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С. Прогноз осадок свайных фундаментов / Под. ред. А. А. Бартоломея. - М.: Стройиздат, 1994.-384 с
3. Полищук А.И. Обобщение опыта по оценке состояния и усилению фундаментов реконструируемых (деформируемых) зданий // Механика грунтов и фундаментостроение: Тр. Российской конф. В 4 т. Ч. 3 (М-Т) / Под ред. А.Б. Фадеева. - Санкт-Петербург, 13-15 сентября 1995 г.-С. 557-561.
4. Швец В.Б., Феклин В.И., Гинзбург Л.К. Усиление и реконструкция фундаментов. - М.: Стройиздат, 1985. - 204 с.
5. Кутуков В. Н. Реконструкция зданий: Учебник для строительных вузов.-М.: Высш. шк., 1981.-263 с.

ОБОСНОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ СЕТИ ЛЕСНЫХ ДОРОГ ПРОТИВОПОЖАРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

Е.В. Горяева^{1,2}, к.с.-х.н., доцент, А.П. Мохирев¹, д.т.н., профессор

¹ *Сибирский федеральный университет, Красноярск*

² *Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск*

Аннотация: целью работы являлось обоснование пространственного размещения и повышения плотности сети дорог противопожарного назначения с учетом природной пожарной опасности лесов. Поставленные задачи решались с помощью многофункциональной геоинформационной системы QGIS. Выполнено обоснование повышения плотности и запроектирована сеть дорог противопожарного назначения с учетом природной пожарной опасности лесов на примере Богучанского лесничества Красноярского края. Плотность полученной сети лесных дорог в среднем составляет 5,6 км/1000 га, это значение близко к требуемой величине 6 км на 1000 га.

Ключевые слова: дороги противопожарного назначения, проектирование дорожной сети, геоинформационные системы, плотность дорожной сети

Лесорастительные и природно-климатические особенности Красноярского края обуславливают ежегодное возникновение на территории региона большого количества лесных пожаров. Оперативность ликвидации возгораний в значительной степени зависит от возможности доставки и использования специализированной лесопожарной и землеройной техники, что невозможно без наличия развитой дорожно-транспортной сети.

Согласно ст. 52 ч. 1 ЛК РФ охрана лесов от пожаров состоит из двух основных направлений: выполнения мер пожарной безопасности в лесах и тушения пожаров в лесах [1]. Одним из мероприятий по предупреждению лесных пожаров является противопожарное обустройство лесов, которое включают в себя строительство, реконструкцию и эксплуатацию лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров [2].

Согласно действующего Лесного плана Красноярского края средняя плотность лесных дорог составляет всего 1,16 км на 1 тыс. га лесного фонда и требует существенного увеличения до 6 км на 1 тыс. га. В целях повышения оперативности тушения лесных пожаров и увеличения плотности дорожной сети требуется строительство новых дорог противопожарного назначения. Дороги противопожарного назначения устраивают в дополнение к имеющейся сети лесных дорог, для обеспечения возможности тушения лесных пожаров в пожароопасный период, проезда автотранспорта, людей и пожарной техники к очагам пожаров, водоемам для пополнения запасов воды и другим объектам противопожарного обустройства. Кроме того, все лесные дороги, включая дороги противопожарного назначения являются преградой для распространения низовых пожаров, т.е. работают как противопожарный разрыв. Дороги противопожарного назначения должны иметься в транспортной инфраструктуре лесных участков в обязательном порядке в соответствии с лесным законодательством РФ [1], при этом они должны быть проложены к участкам с высокой вероятностью возникновения лесных пожаров.

Сеть дорог и другие объекты противопожарной инфраструктуры проектируются с учетом транспортной доступности лесных участков с целью оперативной доставки противопожарной техники, людей и оборудования.

Проектирование лесных дорог регламентируется СП 288.1325800.2016 Дороги лесные. Правила проектирования и строительства [3]. Согласно этому документу дороги противопожарного назначения относятся к лесохозяйственным лесным дорогам, предназначенным для доставки людей, лесохозяйственной и специальной техники и грузов к местам производства работ и лесным пожарам, а также для патрулирования лесных массивов. Лесохозяйственные лесные дороги строят в защитных и резервных лесах и не используют для вывозки древесины. Категория дороги IV_л. Тип дорожной одежды для этой категории дорог – низший: из выровненного скального или крупноблочного грунта; из грунтов, укрепленных или улучшенных различными скелетными добавками (щебнем, гравием, шлаком и другими местными материалами); из местных каменных материалов, грунтов, укрепленных местными вяжущими; грунтовые профилированные. Тип поперечного профиля – серповидный.

Для успешного развития транспортной инфраструктуры на малоосвоенных, северных и транспортно недоступных территориях необходимо проведение исследований, предполагающих проработку экологического, экономического, социального и информационного аспектов данного вопроса с использованием географических информационных систем [4]. Разработка проектов дорог противопожарного назначения с использованием ГИС-технологий имеет ряд преимуществ: обеспечит качественную предварительную трассировку дорог, учитывающую фактический рельеф местности, гидрологическую сеть, существующие дороги, населенные пункты, а также иные природные и инфраструктурные объекты, что позволит повысить эффективность проектирования.

Цель данных исследований – обоснование пространственного размещения и повышения плотности сети дорог противопожарного назначения с учетом природной пожарной опасности лесов.

Исследования проводились на примере Богучанского лесничества Красноярского края. Земли лесного фонда лесничества разделены на 373 квартала, при этом средняя величина квартала составила 774 га. В целом по лесничеству средний класс пожарной опасности равен 3,2, что свидетельствует о возможности возникновения как низовых, так и верховых пожаров в периоды весенне-летних и летне-осенних пожарных максимумов. Начало летне-осеннего пожарного максимума с 1 июля текущего года. Длительность пожароопасного сезона по классам пожарной опасности на территории лесничества составляет 123 дня. На территории лесничества, по данным лесохозяйственного регламента, имеются: дороги – 744 км, в том числе: автомобильные – 725 км, из них: с твердым покрытием – 125 км, грунтовым покрытием – 600 км, из них круглогодического действия – 139 км; зимники – 19 км. Протяженность дорог на 1000 га лесного фонда составляет 2,6 км [5].

Для создания геоинформационного проекта и формирования исходных данных были использованы онлайн карты – OSM Standart, Google Terrain Hybrid, Google Satellite Hybrid и официальные данные лесохозяйственного регламента Богучанского лесничества – карты, характеризующие природную пожарную опасность и лесную инфраструктуру лесного участка, на основании которых была выполнена оцифровка объекта. Создание геоинформационного проекта – важный этап проектирования, так как от точности исходных данных зависит результат работы. Поэтому необходимо тщательно проверять достоверность вводимых данных. Результат создания геоинформационного проекта представлен на рисунке 1.

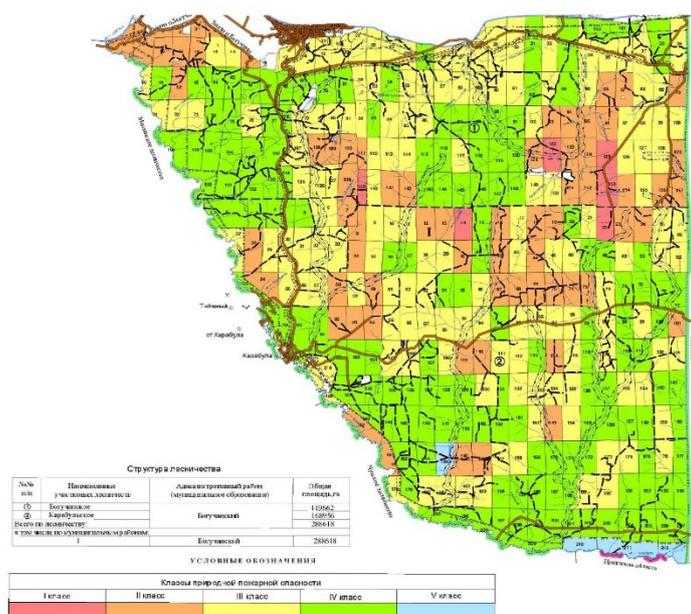


Рисунок 1. Сеть существующих дорог с наложенной характеристикой природной пожарной опасности Богучанского лесничества

Геометрические параметры дорожной сети по результатам оцифровки, следующие:

Площадь лесничества составляет 2886,18 км².

Общая протяженность автомобильных дорог составляет 1351,745 км.

Протяженность дорог общего пользования 287,76 км.

Протяженность лесных дорог по результатам оцифровки 1063,985 км.

Плотность существующей сети лесных дорог составляет 0,47 км/км² или 4,7 км на 1000 га. Это превышает данные регламента лесничества, но не превышает ту плотность дорог, к которой следует стремиться – 6,0 км на каждую 1000 га лесного фонда[5].

Для достижения поставленных целей, на начальном этапе, используя инструменты ГИС, нами выполнен анализ плотности и равномерности распределения лесных дорог по территории лесничества и построена карта плотности дорог (рисунок 2).

На рисунке фиолетовым цветом показана территория с практически отсутствием дорог (плотность 0-200 м на 1 м²), красным с длиной дорог ниже нормативного значения (200-600 м на 1 м²), зеленым – плотность дорог более 600 м на 1 м².

Распределение лесных дорог по площади не равномерное. Существуют лесные участки с полным отсутствием транспортных путей. При возникновении пожара, доставить пожарную технику и людей в такие места будет невозможно. Необходимо выяснить, какие классы пожарной опасности присвоены участкам с отсутствием транспортных путей.

При наложении слоя плотности дорог и карты распределения площадей по классам природной пожарной опасности, можно выявить участки, на которых необходимо сгущение плотности дорог (рисунок 3).

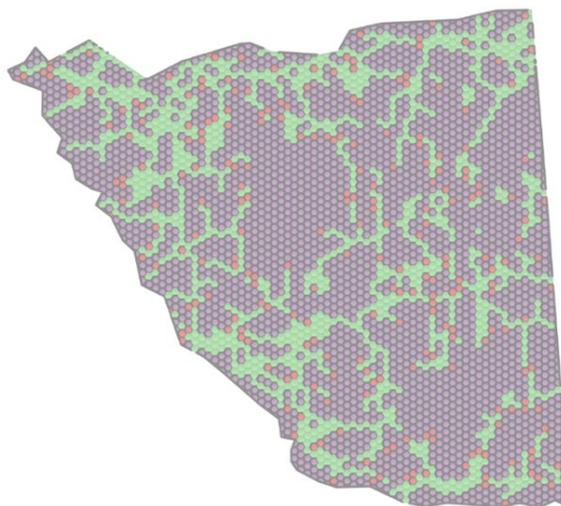


Рисунок 2. Анализ плотности лесных дорог

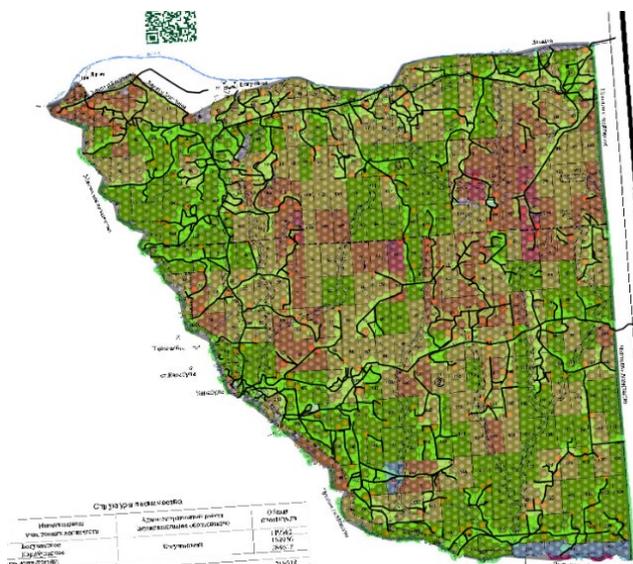


Рисунок 3. Совмещение слоев, характеризующих плотность дорог и горимость лесов

При совмещении, участки, где необходимо увеличить плотность дорог, имеют красноватый оттенок, т.к. цвета, характеризующие плотность нами подобраны в обратном соответствии с цветовой шкалой горимости лесов.

Достраивание сети дорог вручную, нецелесообразное и трудоемкое занятие. Существующую сеть дорог можно продлить в автоматическом режиме, используя модуль «Connect nodes to lines» – этот модуль осуществляет подключение узлов (точечного слоя) к существующим линиям (сеть имеющихся дорог). Для этого следует решить в какие лесные кварталы требуется проложить дороги. В первую очередь – это кварталы с низкой плотностью и высокой степенью природной пожарной опасности I-II класса, а также следует увеличить плотность дорог в лесах со средней степенью природной пожарной опасности, т.к. в этих кварталах низкая плотность дорожной сети.

Модуль «Connect nodes to lines» продлевает линии от существующего слоя дорог до точек, т.е. мы должны указать программе куда вести линию. Для этого нужно создать точечный слой. Мы воспользовались функцией построения центроидов для полигонов чтобы создать точки в каждом выделенном квартале, с помощью которых обозначим куда необходимо прокладывать транспортные пути. Центроиды

строили в кварталах с 1,2 и 3 классами пожарной опасности. Теперь в каждом выделенном квартале создавалась точка в его центре. В кварталах с 1 и 2 классом пожарной опасности добавили еще по одной точке, чтобы увеличить плотность сети дорог. Теперь можно использовать функцию «Connect nodes to lines» в модуле Networks для создания линий от существующих дорог до созданных точек. Существующие дороги показаны черным цветом, построенные к центроидам – красными линиями (рисунок 4).

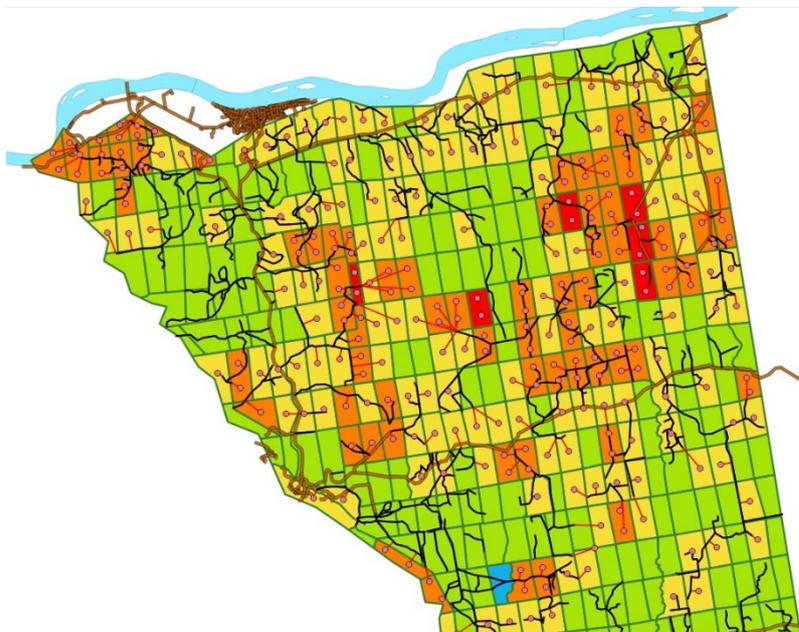


Рисунок 4. Построенная сеть дорог

Протяженность дорог (общего пользования и лесных дорог) составила более 1600 км. Плотность дорожной сети в среднем составляет 5,6 км на 1000 га, это значение близко к требуемой величине 6 км на 1000 га. В разрезе класса природной пожарной опасности плотность запроектированной сети дорог, следующая: 1 - 6,1; 2 - 6,5; 3 - 6,0; 4 - 5,0; 5 - 1,8 км /1000 га.

Полученная сеть дорог построена автоматически и не учитывает многих факторов и особенностей местности. Далее, необходимо более подробно изучить получившуюся сеть дорог, корректируя автоматически построенные транспортные пути с учетом нормативных требований проектирования автомобильных дорог и выполнить их детальное камеральное трассирование.

Список литературы

1. Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902017047>.
2. ГОСТ Р 57972-2017 «Объекты противопожарного обустройства лесов», 2018-06-01. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200157751>.
3. СП 288.1325800.2016 Дороги лесные. Правила проектирования и строительства [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456069592>.
4. Андреева О.А. Геоинформационное моделирование объектов транспортной инфраструктуры: монография // Saarbruken, 2021. 197 с.
5. Лесохозяйственный регламент Богучанского лесничества [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/550203580СП 318.1325800.2017>.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

О.А. Иванова, ст. преподаватель, Л.А. Иванова, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: предложена методика оценки надежности насыпи запроектированной по второму принципу с применением вероятностного подхода. Сформулированы критерии отказа земляного полотна, проектируемого по второму принципу. Предложены пути вычисления количественной оценки безотказной работы сооружения.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, второй принцип проектирования, суммарная осадка основания земляного полотна, надежность основания насыпи, отказ, критерии отказа, вероятность безотказной работы.

Экономика и экологическая безопасность продолжают оставаться зависимыми от климата. На сегодняшний день сложилась проблема обеспечения надежности в условиях сурового Сибирского климата, в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов. Эта проблема сохраняется на стадии проектирования, строительства и эксплуатации автомобильной дороги.

В настоящее время расчёты сооружений на надёжность воспринимаются как расчёт по предельным состояниям на прочность и устойчивость сооружения.

В строительстве – конструкции рассчитываются методом предельных состояний. Основные положения формулируются в соответствии с ОДМ 218.2.094-2018 и ГОСТ Р 27.002-2009 [1,2].

Недостаток метода предельных состояний заключается в том, что введение коэффициентов надёжности приводит к излишним затратам при строительстве, вероятность наступления предельного состояния может быть очень маленькой.

Один из основных понятий теории надёжности является отказ. Когда конструкция перестает удовлетворять поставленным требованиям, она переходит в предельное состояние – это и есть отказ автомобильной дороги.

Используя метод А.Р. Ржаницына [3] вероятность отказа Q или P вероятность безотказной работы конструкции и основания определяется по формуле 1 и 2 соответственно:

$$Q = P(\psi \geq 0) = \int_{-\infty}^{\varphi} f(\psi) d(\psi) = 0,5 - \Phi(\varphi) \quad (1)$$

$$P = 1 - Q = 0,5 + \Phi(\varphi) \quad (2)$$

где $\Phi(\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\varphi} e^{-\frac{x^2}{2}} d(x)$ – функция Лапласа, значения которой табулированы. При этом необходимо учитывать, что $\Phi(\varphi)$ – нечетная функция, для которой $\Phi(-\varphi) = -\Phi(\varphi)$.

При проектировании земляного полотна по второму принципу согласно [4] его общую устойчивость оценивают по трём критериям.

$$1. h_{\text{доп}} < |\Delta S_{\text{осн}}|, \quad (3)$$

где $\Delta S_{\text{осн}}$ – разность осадок основания насыпи в вертикальных сечениях, проведённых по бровке земляного полотна и в средней части откоса; $h_{\text{доп}}$ предельно допустимое значение разности осадок, равное 10 см.

$$2. S_{\text{доп}} < S, \quad (4)$$

где S – суммарная осадка насыпи и основания; $S_{\text{доп}}$ – допускаемая величина осадки, зависящая от типа дорожной одежды, условий ее устройства, толщины нестабильных слоев насыпи, а также принципа проектирования земляного полотна.

3. Критерий заключается в оценке формы ореола оттаивания. Для обеспечения устойчивости насыпи необходимо, чтобы форма ореола оттаивания была выпуклой вверх, при этом граница между мёрзлой и талой зонами имела пологое очертание.

Расчет устойчивости насыпи при проектировании по первому принципу не проводится.

При проектировании по второму принципу суммарную осадку насыпи и основания определяют по формуле:

$$S_{\text{сум}} = S_{\text{осн}} + S_{\text{н}} + S_{\text{к}} \quad (5)$$

где $S_{\text{осн}}$ – осадка основания насыпи, см; $S_{\text{н}}$ – осадка нестабильных слоев из переувлажненного глинистого грунта неконсолидируемой зоны насыпи, см; $S_{\text{к}}$ – осадка глинистого грунта консолидируемой зоны нестабильного слоя насыпи, переувлажненных грунтов, которые в насыпи имеют степень уплотнения, не отвечающую нормативным требованиям, вследствие чего, при оттаивании и или длительном действии нагрузок могут возникать остаточные деформации слоя.

Величину осадки основания земляного полотна ($S_{\text{осн}}$) в различных сечениях поперечного профиля (ось земляного полотна, бровка, середина откоса) определяют по формуле:

$$S_{\text{осн}} = e \cdot h_{\text{от}} \quad (6)$$

где e – относительная осадка грунта основания после оттаивания под нагрузкой определяется по рисункам 15 и 16 [1] в зависимости от типа грунта и влажности.

За образец детерминистического расчета принималм расчет, представленный в п. 1.3 согласно [1].

Проведя анализ, выявили какие характеристики могут влиять на осадку.

В самом простом случае это $S_{\text{осн}}$. Из формулы 6 очевидно, что осадка основания зависит от:

1) влажности, от которой зависит e -относительная осадка грунта основания после оттаивания под нагрузкой

2) $h_{\text{от}}$ расстояние от подошвы насыпи до ореола $h_{\text{от}}$.

В самой простой постановке достаточно выбрать только один параметр, который будет считаться случайным. За случайный параметр выбрали w – влажность. Влажность (w) грунта по своей природе является случайной величиной, распределяется по нормальному закону и находится в определенном интервале значений.

Уравнение связи можно записать в виде

$$S_{\text{осн}} = \varphi(W). \quad (7)$$

В предположении, что $S_{\text{осн}}$ тоже подчиняется нормальному закону распределения, т.е. нужно получить математическое ожидание и дисперсию $M(S_{\text{осн}})$ и $\sigma_{\text{осн}}^2$. [5].

Для оценки этих величин использовали метод линеаризации. Суть его заключается в том, что согласно теории вероятностей математическое ожидание и дисперсию случайной величины можно определить по соответствующим формулам:

$$M(S_{\text{осн}}) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(W) p(W) dW \quad (8)$$

$$\sigma_{\text{осн}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (\varphi(W) - M(S_{\text{осн}}))^2 p(W) dW \quad (9)$$

где $p(W)$ – плотность распределения случайной величины W .

Если функциональная зависимость (7) является непрерывной и дифференцируемой, то допускается, что практически возможные значения случайной величины W ограничены пределами w_1 и w_2 , т.е. вероятность $P(W_1 < W < W_2) \sim 1$

Нелинейная зависимость $\varphi(W)$ на интервале (w_1, w_2) может быть заменена приближённо касательной, проведённой в точке с абсциссой W . Предполагается, что в пределах достаточно узкого интервала (w_1, w_2) нелинейная зависимость (7) и касательная близки между собой, поэтому нелинейную зависимость на этом интервале можно заменить уравнением касательной

$$S_{\text{осн}} = \varphi(M(W)) + \varphi'(M(W))(W - M(W)) \quad (10)$$

где $\varphi'(M(W))$ – значение производной $\varphi'(W)$ при $W = M(W)$.

Если раскрыть скобки и ввести соответствующие обозначения, то выражение (10) примет вид

$$S_{\text{осн}} = T_1 W + T_2. \quad (11)$$

Для любой линейной функции вида (11) выполняется правило [6]

$$M(S_{\text{осн}}) = T_1 M(W) + T_2; \quad (12)$$

$$\sigma_{\text{осн}}^2 = T_1^2 \cdot \sigma_W^2. \quad (13)$$

Зная математическое ожидание и дисперсию случайной величины W , достаточно просто определить математическое ожидание и дисперсию случайной величины $S_{\text{осн}}$.

Зная коэффициент вариации можно определить стандарт $\sigma_W = C_v \cdot \bar{W}$ и, возведя в квадрат стандарт, – дисперсию σ_W^2 .

Значения вероятностей случайных величин, распределенных по нормальному закону, определяются с помощью функции Лапласа $\Phi(x)$ и тогда вероятность безотказной работы по критерию (4) можно записать в виде:

$$P_{\Delta S} = P(S < |\Delta S_{\text{доп}}|) = 0,5 + \Phi \left[\frac{M(|S_{\text{доп}}|) - M(S)}{\sqrt{\sigma_{\text{осн}}^2 + \sigma_{\text{доп}}^2}} \right], \quad (14)$$

где $M(|\Delta S_{\text{осн}}|)$, $M(h_{\text{доп}})$ – математическое ожидание случайных величин $\Delta S_{\text{осн}}$ и $h_{\text{доп}}$; $\sigma_{\text{осн}}$, $\sigma_{\text{доп}}$ – стандарт случайных величин $\Delta S_{\text{доп}}$ и $h_{\text{доп}}$.

Теория надежности строительных конструкций, должна давать обоснование процедур нормирования расчетных характеристик.

Оценка вероятности безотказной работы капитальных дорожных одежд в течение межремонтного периода была выведена [7] и составляет 0,95. Уровень надежности автомобильной дороги должен быть выше, это обусловлено надежностью не только дорожных одежд, но и земляного полотна. Общепринятое значение нормативного показателя надежности земляного полотна отсутствует, поэтому предлагается использовать допустимые значения вероятности безотказной работы для противообвальных сооружений, который можно воспринимать как элемент защиты земляного полотна. Вероятность безотказной работы противообвальных сооружений 1,2 и 3 класса соответственно принята 0,999953; 0,99953; 0,9953.

Таким образом можно отметить следующие результаты. Разработана методика решения задачи надежности насыпи при учете случайной природы входного параметра (влажности) и определения вероятностных характеристик выходного параметра (осадки земляного полотна) методом статистической линеаризации.

Методика вероятностного подхода к оценке надежности сооружений – это развитие детерминистического подхода к расчету устойчивости насыпей. Вероятностный подход к сооружению особенно эффективен при сравнении нескольких вариантов одного сооружения (например, конструкции насыпи). В детерминистической постановке рассматриваемые варианты сооружения удовлетворяют всем критериям прочности и устойчивости и из них выбирают самый экономичный. Вероятностная методика позволяет сравнить конкурирующие варианты по вероятности отказа конструкции. И если применять одну и ту же вероятностную методику к конкурирующим вариантам сооружения, то даже при её несовершенстве она работает на выбор более надёжной конструкции.

Список литературы

1. ОДМ 218.2.094-2018. Методические рекомендации по проектированию земляного полотна автомобильных дорог общего пользования из местных талых и мерзлых переувлажненных глинистых и торфяных грунтов в зонах распространения многолетнемерзлых грунтов /Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). – М., 2018. – 49 с.
2. ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения. М.. Госстандарт. 24 с.
3. Ржаницын А. Р. Расчет Сооружений с учетом пластических свойств материалов. //Стройиздат 1979. 236с.
4. Гавриленко Т.В., Иванова О.А. Применение вероятностного подхода к оценке надёжности основания насыпи в северной климатической зоне // Национальная ассоциация ученых (НАУ): научно-технический журнал [Электронный ресурс]. – 2020. – № 54. – С. 15-17. Режим доступа:<https://national-science.ru/primenenie-veroyatnostnogo-podhoda-k-ocenke-nadyozhnosti-osnovaniya-nasypi-v-severnoj-klimaticheskoy-zone-15-17/>
5. Райзер, В.Д. Методы теории надёжности в задачах нормирования расчётных параметров строительных конструкций. // М.: Стройиздат. 1986. – 192 с.

6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. //М-Наука.1991. 384с.

7. Золотарь И.А. Экономико-математические методы в дорожном строительстве. // М. Транспорт.1974. 248с.

ОГРАНИЧЕНИЯ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

М.Т. Исламова, аспирант, А.П. Мохирев, д-р. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: грузовые автомобильные перевозки считаются важным аспектом экономики. Из-за эксплуатационных (ускорение/замедление, маневренности) и физических характеристик (длина, размер) большегрузных транспортных средств они оказывают негативное воздействие на окружающий транспорт. Эти негативные воздействия включают увеличение пробок на дорогах, снижение безопасности дорожного движения и увеличение загрязнения воздуха и шума. В этом исследовании рассматриваются различные стратегии ограничения большегрузных транспортных средств.

Ключевые слова: транспортные потоки, грузовой транспорт, ограничение грузового транспорта.

В последние годы количество зарегистрированных тяжелых транспортных средств в России только увеличивалось [1], и в рамках государственных программ [2] возможен большой рост нагрузки на транспортную инфраструктуру, в том числе городскую.

На фоне этого были рассмотрены альтернативные решения ограничения большегрузных транспортных средств, чтобы уменьшить их негативное воздействие на окружающее движение. Одной из наиболее распространенных стратегий, которая в настоящее время применяется в международной практике, является ограничение пространства или ограничение полосы движения, когда большегрузные транспортные средства ограничены использованием выделенных полос движения. Временные ограничения представляют собой еще один вариант решения проблемы, обычно ограничивающий движение тяжелых транспортных средств по определенной дороге в периоды пиковой нагрузки. Основная цель применения таких видов ограничения состоит в создании эффективной транспортной сети с точки зрения времени задержки и повышения безопасности, которые могут быть достигнуты путем отделения тяжелых транспортных средств от других типов транспортных средств.

В этой работе будет рассмотрен опыт исследователей в данной области и изучены виды ограничения для большегрузного транспорта, представлены основные выводы исследования и будущие направления.

Noel и Peck (1999) [3] оценили разницу между наличием ограничений на полосы для большегрузных транспортных средств и отсутствием ограничений на шоссе. Цель исследования состояла в том, чтобы смоделировать обе стратегии управления полосами движения и оценить влияние введения ограничений на движение по полосам на эксплуатацию и безопасность. В своем исследовании авторы выбрали в качестве примера трассу I-81 в Вирджинии, США, поскольку по ней проходит большой процент тяжелых транспортных средств. Были рассмотрены все необходимые данные о трафике для каждой классификации транспортных средств. Авторы выбрали программное обеспечение для моделирования FRESIM в качестве своего инструмента для моделирования стратегий ограничения полосы движения, показатели эффективности использовались для оценки модели: плотность, изменение полосы движения для каждого транспортного средства и разница скоростей. Для достоверности анализа авторы использовали t-критерий парной выборки, чтобы

определить значимость различий между стратегиями ограничения дорожного трафика. После анализа результатов, полученных по каждому сценарию, с использованием выборочного t-критерия, авторы пришли к трем рекомендациям, основанным на полученных результатах. Первая рекомендация заключалась в том, чтобы запретить большегрузным автомобилям двигаться по левой полосе на дорогах с уклоном 4% и выше. Они пришли к такому выводу на основе параметра производительности дифференциала скорости, где результаты показали увеличение разницы скоростей между тяжелыми и легкими транспортными средствами при этой стратегии управления полосой движения. Вторая рекомендация заключалась в том, чтобы не ограничивать движение тяжелых транспортных средств по правому ряду, поскольку результаты показали увеличение количества перестроений, а увеличение количества перестроений указывает на повышенные проблемы с безопасностью на дороге. Последняя рекомендация, упомянутая авторами, заключалась в том, чтобы сохранить любые эффективные ограничения левой полосы движения, поскольку результаты, полученные в этом исследовании, не выявили недостатков этой стратегии управления полосой движения.

Cate и Urbanik (2004 г.) [4] оценили влияние ограничения полосы движения для большегрузных транспортных средств на эксплуатацию и безопасность. Моделирование сценария движения по полосе с ограниченным движением тяжелого транспортного средства с использованием программного обеспечения для микромоделирования VISSIM. 8 км трассы I-40/75 в Ноксвилле, Теннесси, Соединенные Штаты Америки, было выбрано для моделирования. Процесс оценки зависел от таких показателей, как средняя скорость, среднее время в пути, плотность транспортных средств, разность скоростей между группами полос движения и количество перестроений. Было предложено две стратегии движения: неограниченная, другая стратегия ограничивала большегрузные транспортные средства от использования крайней левой полосы дороги. Параметры, которые варьировались в этих двух стратегиях, рассматривали характеристики движения, такие как объем, уровень, процент грузовиков. Эти характеристики были изменены, что сформировало 13 различных сценариев для каждой из неограниченной и ограниченной стратегии. Данные о дорожном движении собирались с помощью радиолокационных установок, расположенных на трассе I-40/75, которая включала поток основной полосы движения, процент грузовиков, все это применялось в процесс моделирования. Результаты были получены для каждой из двух стратегий при различном трафике. Было проведено сравнение между ними. Основное внимание в этой статье уделялось уровню местности, и было обнаружено, что на ровной местности средняя скорость, среднее время и плотность транспортных средств не сильно изменились от применения ограничения левой полосы большегрузного транспорта. Однако это было не так, когда в систему был введен 4-процентный холмистый ландшафт, время в пути легковых автомобилей сократилось примерно до 1 минуты по сравнению с большегрузными автомобилями. С точки зрения разницы скоростей между двумя группами полос, результаты были весьма похожими. Было обнаружено, что на ровной местности скорость снижается менее чем на 1,6 км/ч, тогда как при 4% подъеме, разница скоростей составляла примерно 16 км/ч. С точки зрения смены полосы движения также было обнаружено, что в варианте с ограничениями количество перестроений было меньше по сравнению с вариантом без ограничений; полученные результаты означали повышение безопасности дорожного движения за счет меньшего количества перестроений. В итоге был сделан вывод о

том, что применение ограничения движения тяжелых транспортных средств по левой полосе может практически не повлиять на эксплуатационные характеристики, в то время как повышение безопасности дорожного движения может быть достигнуто за счет сокращения количества перестроений.

De Palma и др. (2008) [5] оценили различные стратегии управления большегрузными транспортными средствами с точки зрения заторов и безопасности. Цель исследования состояла в том, чтобы оценить эффективность этих стратегий как затрат на безопасность и затрат на пробки, и выбрать наиболее подходящий вариант, сосредоточив внимание на неделимости полос движения. Авторы выполнили численный анализ общей модели, в которой оценивались как загруженность, так и безопасность на дорогах с точки зрения расходов, связанных с заторами и авариями. Стратегии, которые были задействованы в анализе, в основном касались регулирования доступа и платных дорог. Стратегии регулирования доступа, которые были проанализированы в статье, предусматривали совместное использование дороги между легкими и тяжелыми транспортными средствами, частичное разделение между двумя типами транспортных средств и полное разделение между легкими и тяжелыми транспортными средствами. Стратегии платных дорог предусматривали комплексную плату за проезд, которая применялась как к легким, так и к тяжелым транспортным средствам, также рассматривалась плата за проезд, применяемая только к большегрузным автомобилям. Результаты были достигнуты численным анализом и выражены в терминах стоимости аварий и заторов. Было обнаружено, что полное разделение между легкими и тяжелыми транспортными средствами дало лучшие результаты, когда речь идет о вопросах перегруженности и безопасности, однако применение такой стратегии управления следует использовать только тогда, когда в рассматриваемом пути имеется достаточное количество большегрузных транспортных средств. Тем не менее, авторы отдали предпочтение платной стратегии для управления смешанным трафиком, преимущественно из-за непрерывного контроля, по сравнению со стратегией регулирования доступа.

В работе были рассмотрены тематические исследования действующих стратегий ограничения транспортных средств эффективных в других странах, в них оценивалась эффективность применяемых ограничений с точки зрения эксплуатационных характеристик и безопасности движения. Изучив существующую литературу, было обнаружено, что в Красноярске не проводилось исследований, посвященных влиянию большегрузных транспортных средств на транспортную сеть, не говоря уже о моделировании воздействия применения таких ограничений на Красноярские дороги.

Что касается будущих направлений этой работы: из-за важности разработки более эффективной транспортной сети с точки зрения времени задержки и безопасности, исследование будет направлено на смягчение негативного воздействия большегрузных транспортных средств на городские дороги Красноярска. Также можно провести анализ затрат по каждой из стратегий ограничения. Следует отметить, что в случае применения таких стратегий наиболее пострадавшими субъектами будут отрасли логистики и грузоперевозок. Таким образом, понимание или прогноз затрат, связанных с применением стратегий ограничения, может оказаться полезным.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс <https://rosstat.gov.ru>
2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года

<https://rosavtodor.gov.ru>

3. Hoel, L. A. & Peek, J. L. 1999. A Simulation Analysis of Traffic Flow Elements for Restricted Truck Lanes on Interstate Highways in Virginia. Virginia Transportation Research Council.

4. Cate, M. A. & Urbanik, T. 2004. Another view of truck lane restrictions. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1867, 19-24.

5. De Palma, A., Kilani, M. & Lindsey, R. 2008. The merits of separating cars and trucks. Journal of Urban Economics, 64, 340-361.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ФИБРЫ ПРИ УКЛАДКЕ ВЕРХНИХ СЛОЕВ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Н.А. Антоненко, к.т.н., доцент, П.С. Конин, студент

Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета», г. Рязань, Россия

Аннотация: в последние годы всё больше распространяется метод армирования изделий на основе минеральных и органических вяжущих путем введения в смесь волокнистых наполнителей из стальной проволоки, стекла, полиэтилена и других волокон. Использование усиленного стальной фиброй асфальтобетона может повысить его основные характеристики.

Ключевые слова: дорожное строительство, автомобильные дороги, дорожное покрытие, фибра, асфальтобетон

Существует достаточно много исследований на тему применения фибробетона которые подтверждают преимущества материала, в сравнении с обычным цементобетонном:

- наблюдается повышенные трещиностойкость, износостойкость, морозостойкость и др.;
- подтверждено снижение трудозатрат на арматурные работы, повышение степени механизации на объектах строительства.

В дорожном строительстве актуален вопрос об увеличении сроков эксплуатации и межремонтных сроков асфальтобетона, применение асфальтобетона, армированного стальными волокнами, может существенно повлиять на срок эксплуатации дорог из-за увеличения его физических характеристик.

В настоящее время в соответствии с целями и задачами стратегии развития инновационной деятельности в области дорожного хозяйства [1] требуются лабораторные исследования и апробация покрытий из новых для РФ видов асфальтобетонов, положительно влияющих на безопасность движения и увеличения экономической эффективности при их использовании.

С целью рассмотрения влияния на свойства асфальтобетона были рассмотрены варианты с добавлением к смеси стальной фибры из проволоки. Фибра армирует покрытие и препятствует раскрытию образовавшихся трещин, положительно влияя на срок службы дорожной одежды.

Существует несколько способов изготовления стальной фибры рубка проволоки, резка жести, стальных листов, фрезерование заготовок и некоторые другие [2].

Фибры различаются по прочностным характеристикам в зависимости от способа их изготовления и применяемого материала, формой поперечного сечения, а также характером поверхности (гладкие, шероховатые с различными видами периодического профиля).

На базе лаборатории государственного казенного учреждения Рязанской области «Дирекция дорог Рязанской области» для выполнения эксперимента были запрессованы и произведены испытания асфальтобетонных образцов.

Образцы (рисунок – 1) изготавливались с включением разного количества фибры и без неё [3], вес образцов равен 670 г, диаметр образца 71,4 мм. Состав

приведен в таблице 1. Испытания проводились при следующих условиях: температура 25 °С, относительная влажность 74 %.



Рисунок 1. Испытуемые образцы

Для формирования образцов был использован пресс ПО-500 (рисунок – 2). Особенностью прессы ПО-500 мягкий режим прессования, при использовании которого образцы в матрице нагружаются до одинакового удельного давления, что позволяет добиться одинаковой плотности образцов.



Рисунок 2. Пресс ПО-500 на базе лаборатории ГКУ Рязанской области «ДПРО»

Таблица 1 - Состав асфальтобетонной смеси

Материал	Состав 1, кг	Состав 2, кг	Состав 3 кг
Щебень фр. 5-20 М1400 ОАО «Павловск Неруд»	0,272	0,272	0,272
Песок из отсевов дробления М 1400 ОАО «Павловск Неруд»	0,279	0,279	0,279
песок природный (карьер г. Рязань, борки)	0,051	0,051	0,051
Минеральный порошок ООО «Торговый дом Городнянский»	0,032	0,032	0,032

Битум БНД 60/90 АО «Газпромнефть-Московский НПЗ» + 0,8% БП-КСП ООО «Клариса»	0,033	0,033	0,033
Фибра стальная 25 мм М54 ГОСТ 3282-74	0,000	0,013	0,040

По результатам проведённых испытаний асфальтобетонной смеси результаты сведены в таблицу 2, из которой можно сделать выводы о влиянии добавления фибры при приготовлении асфальтобетонной смеси. Так при увеличении процентного содержания стальной фибры увеличивается прочность при сжатии и трещиностойкость.

Таблица 2 - Результаты испытаний асфальтобетонных смесей

Наименование показателей	Требования по ГОСТ 9128-2013 [4]	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Средняя плотность асфальтобетона г/см ³		2,38	2,38	2,39
Средняя плотность минерал. Части г/см ³		2,26	2,26	2,26
Водонасыщение, % по объему	1,5-4,0	2,6	2,6	2,6
Сцепление битума с минеральной частью асфальтобетона	Соответствие ГОСТ 12801-98 п. 24,4	соответствует	соответствует	соответствует
Прочность при сжатии, Мпа: R 20С	Не менее 2,2	4,3	4,60	4,77
R 50С	Не менее 1,0	1,6	1,7	1,75
R0С	Не более 12,0	10,8	11,52	11,8
R50 при одноосном сжатии		2	2,15	2,22
Водостойкость	Не менее 0,85	0,9	0,9	0,9
При длительном водонасыщении	Не менее 0,75	0,82	0,82	0,82
Трещиностойкость	Св. 3,0 до 6,5	4,7	4,9	5,2

В статье рассмотрены асфальтобетонные смеси и проведен анализ изменения свойств состава асфальтобетонной смеси тип Б марки II при добавлении различного количества стальной фибры.

Выявлены и проанализированы особенности изменения свойств асфальтобетона при добавлении к смеси фибры.

На основании экспериментального лабораторного исследования и проведения анализа образцов под нагрузкой можно сделать вывод, что образцы с добавлением фибры из металлической проволоки имеют повышенные характеристики (прочность при сжатии, трещиностойкость)

Список литературы

1. Крылов Б.А. Фибробетон и его свойства. Обзор. – М.: ЦИНИС, 1979.
2. Левкович Т.И., Лукутцова Н.П., Козлов Е.А., Юцус А.А. Применение фибробетонной смеси при строительстве автомобильных дорог. Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: материалы региональной научно-технической конференции (Брянск, 16–18 мая 2001 г. Т.3). Под ред. Самошкина Е.Н. – Брянск: БГИТА, 2001

3. Ахременко С.А., Грибанов В.Н., Гусев Б.В. Методы контроля качества и назначения состава строительных материалов. – Тула: БТИ, 1990.

4. ГОСТ 9128-2013 смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. технические условия.

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

С.О. Медведев¹, канд. экон. наук, доцент, А.П. Мохирев², д-р. техн. наук, доцент

¹*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева,
Красноярск*

²*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

Аннотация: цель работы – исследовать отдельные аспекты развития транспортной инфраструктуры в лесной отрасли. Для решения данной цели и задач исследования использовались аналитический метод, а также метод литературного поиска. В ходе исследования определены отдельные аспекты развития транспортной инфраструктуры в лесной отрасли. Объяснены причины ее недостаточной степени развития. Предложен один из вариантов развития – создание специализированных предприятий, занимающихся созданием лесных дорог с финансированием на паритетных началах – от бизнеса и государства.

Ключевые слова: лесная отрасль, инфраструктура, дорожная сеть, эффективность, модернизация.

Современное развитие регионов сталкивается с множеством сложностей и проблем. Геополитические сложности, внутренняя конкуренция, формирование и развитие рыночных структур, внедрение информационных технологий, цифровизация – совокупность факторов, оказывающих влияние на множество процессов как всей страны, так и ее отдельных регионов можно перечислять достаточно долго. При этом ни у кого не вызывает сомнения, что большая часть страны находится в переходной фазе к цифровому вектору развития. Основная часть деятельности связана с промышленностью и процессами, которые далеки от ведущих образцов, демонстрируемых в развитых странах. Такое положение дел во многом обусловлено историческими причинами, общим уровнем развития государства, а также территориальной разрозненностью [1]. Россия – чрезвычайно большая страна, для связи ее территорий требуются огромные усилия. Вместе с тем, успешное решение задачи по развитию транспортной инфраструктуры позволит существенно повысить эффективность всей экономики и ее отдельных направлений, пусть напрямую и не связанных с транспортом [2-4].

Рассматривая всю совокупность различных видов экономической деятельности в стране хотелось бы остановиться на одном из направлений, в значительной мере не раскрывшем до настоящего момента времени свой потенциал. Действительно, лесная отрасль, по оценкам многих экспертов, является одной из перспективных в современных реалиях. Данный факт объясняется возможностями использовать для производства возобновляемое сырье, ролью лесовосстановления и в принципе лесов в снижении углеродного следа, ролью глубокой переработки древесины в экономиках ряда европейских государств. Однако пока данная сфера экономики не может выйти на достойный уровень. Это обусловлено, в том, числе, слабым развитием транспортной инфраструктуры. Применительно к лесной отрасли Россия уступает практически всем мировым лидерам в плотности лесных дорог, в количестве объектов транспортной инфраструктуры. При этом природно-климатические условия в целом в нашей стране несколько хуже (суровее), чем в других странах. Также существенно выше транспортное плечо – расстояние вывозки древесины от места заготовки до

места ее переработки. На данный момент путь древесного сырья может достигать 200-300 км.

Основные перевозки в России древесного сырья осуществляются несколькими схемами [5]:

1. Автомобильный транспорт.
2. Водный транспорт (плотами, баржами), дополняющий на отдельных участках автомобильный.
3. Железнодорожные перевозки (преимущественно готовой продукции и полуфабрикатов для дальнейшей переработки).
4. Различные конвейеры (на территории отдельного предприятия).

Основная сложность в развитии транспортной инфраструктуры заключается в необходимости введения новых дорог на лесной территории. Данные объекты (в отдельных случаях) могут быть использованы лишь в течение периода освоения лесосеки, а дальнейшее применение крайне фрагментарно. Однако такие дороги отличаются значительной протяженностью и высокой стоимостью. Вследствие этого предприятия, развивающие транспортную сеть вынуждены искать пути оптимизации дорожной сети, как при строительстве, так и последующей эксплуатации.

Использование дорог на лесной территории также сопряжено с воздействием природно-климатических факторов: высоким снежным покровом на протяжении длительного периода времени (иногда с октября-ноября до мая), наличием вечной мерзлоты, в отдельных случаях (при сильных дождях, ветрах) невозможностью использования дорожной сети [6].

В рамках исследования установлено, что одним из вариантов развития лесной отрасли за счет расширения и модернизации транспортной инфраструктуры может выступать создание предприятия (группы предприятий) профессионально занимающихся созданием лесных дорог с финансированием на паритетных началах – от бизнеса и государства. Таким образом, создается один из вариантов частно-государственного партнерства, столь актуального в настоящее время. При этом необходимость вхождения государства в такие проекты обусловлена следующими причинами [7]:

- снижением рисков возникновения пожароопасных ситуаций и распространения заболеваний лесов;
- повышением налоговых отчислений от предприятий, развивающих бизнес за счет повышения доступности древесных ресурсов;
- развитием лесовосстановления;
- повышением контроля за лесной территорией (в том числе за незаконными вырубками).

По авторскому мнению создание таких предприятий способно существенно сказаться на развитии транспортной инфраструктуры и повысить профессионализм при ее создании. Очевидно, что отдельные регионы могут пойти по пути финансирования программ развития лесной инфраструктуры за счет направления финансов непосредственным лесозаготовителям. Такой подход также имеет право на жизнь и в отдельных случаях является единственно возможным. Однако в большинстве случаев все же следует разграничивать создание основных транспортных магистралей между лесозаготовителями и специализированными компаниями [8].

При этом, разумеется, непосредственно на лесосеках лесозаготовители могут и должны использовать отдельные виды порубочных остатков для формирования

временных дорог. В противном случае это может привести к негативным последствиям вследствие неиспользования части древесной биомассы, накапливаемой на лесосеках (пожары, развитие болезней и др.)

В ходе исследования была разработана общая схема управления предлагаемым к созданию предприятием (рис. 1).



Рисунок 1. Общая схема управления предприятием, занятым созданием и развитием транспортной инфраструктуры на лесной территории

Предлагаемые к созданию предприятия, как видно из рис. 1 существенное внимание должны уделять планированию (стратегическому и тактическому). Это обусловлено высокой ролью лесов в сохранении углеродного баланса, необходимостью учета природно-климатических условий, доступности древесных ресурсов, планов по развитию отдельных лесосек группами предприятий, финансово-экономическими и техническими возможностями и т.д.

Таким образом, в ходе исследования определены отдельные аспекты развития транспортной инфраструктуры в лесной отрасли. Объяснены причины ее недостаточной степени развития. Предложен один из вариантов развития – создание специализированных предприятий, занимающихся созданием лесных дорог с финансированием на паритетных началах – от бизнеса и государства.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-78-10002, <https://rscf.ru/project/22-78-10002/>

Список литературы

1. Петров А.Д., Суворова Н.А. Роль лесной транспортной инфраструктуры в обеспечении

интенсивного использования и воспроизводства лесов // Вестник современных исследований. 2019. № 1.8 (28). С. 146-150.

2. Герасимова М.М., Медведев С.О., Мохирев А.П., Рукомойников К.П. Оптимизация материальных потоков лесозаготовительного предприятия на основе теории графов // Логистика и управление цепями поставок. 2019. № 6 (95). С. 50-57.

3. Кручинин И.Н. Транспортная инфраструктура лесов. Екатеринбург: УГЛУ, 2022. 134 с.

4. Мохирев А.П., Медведев С.О., Смолина О.Н. Факторы, влияющие на пропускную способность лесовозных дорог // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 3 (35). С. 103-113.

5. Богомолова Е.Ю., Давыдова Г.В. Влияние плотности лесных дорог на объем и качество лесопромышленных и лесохозяйственных работ // Известия Байкальского государственного университета. 2016. Т. 26. № 2. С. 284-290.

6. Позднякова М.О., Медведев С.О., Мохирев А.П. Моделирование отдельных аспектов устойчивого развития предприятий лесопромышленного комплекса на основе повышения доступности древесных ресурсов // Фундаментальные исследования. 2019. № 12-2. С. 280-284.

7. Ложник Д.В. Повышение эффективности лесозаготовительного предприятия за счет внедрения многоступенчатой вывозки древесины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2013. № 203. С. 58-66.

8. Антонова Т.С., Тюрин Н.А., Громская Л.Я. Методика размещения лесосек и транспортного освоения лесов лесозаготовительного предприятия на базе геоинформационных систем // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 2. С. 12-18.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЗОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЗИМНЕГО ДЕЙСТВИЯ

А.П. Мохирев, д-р. техн. наук, доцент, Е.В. Горяева, канд.с.-х.наук, доцент, М.Т. Исламова, аспирант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: целью исследований стало разработка и практическая апробация методики по прогнозированию сроков эксплуатации зимних автомобильных дорог. Методика основывалась на обработке климатических данных, влияющих на начало и окончание эксплуатации дороги зимнего действия. Средняя температура воздуха и высота снежного покрова обрабатывается не менее, чем за 10 лет и прогнозируется на эксплуатационный период. Методика проверялась на территории Енисейского района Красноярского края. Рассчитанный предварительный срок эксплуатации автодороги в условиях Енисейского района составит 160-170 дней.

Ключевые слова: автодорога, дорога сезонного действия, климатические условия, эмпирическая функция, температура воздуха, величина снежного покрова.

Эксплуатация сезонных, в том числе и зимних автомобильных дорог сильно зависит от климатических условий. Зимние автомобильные дороги сезонного действия эксплуатируются на огромных территориях, занимающих почти половину территории страны. В связи с этим климатические условия, в которых эксплуатируются данные дороги, отличаются исключительно большим разнообразием. Кроме того, климатические условия постоянно изменяются [1, 2, 3], что негативно отражается на эксплуатации дорог [4].

Кроме средних и экстремальных значений годового и суточного хода температуры, тепловой режим характеризуется также и другими показателями.

Общеизвестно, что климатические факторы значительно влияют на состояние и транспортные качества автодороги. На эту тему достаточное количество научных работ и практических рекомендаций [5, 6]. Климатические условия характеризуются количеством осадков, перепадами температуры, влажностью воздуха, направлением и силой ветра, продолжительностью и высотой снежного покрова. Все эти факторы оказывают значительное влияние на сохранность и продолжительность работы дорожной одежды, устойчивость основания и других дорожных сооружений. Однако, все климатические факторы могут изменяться во времени, как в течение суток, так и в течение календарного года, а также изменяться по годам, т.е. характер проявления каждого климатического фактора носит вероятностный характер. Трудно предсказать, когда установится в этом году та или иная температура, или какой будет уровень осадков в декабре этого года. Вопрос планирования сроков проведения тех или иных производственных работ, а тем более планирование сроков возведения зимних автодорог, напрямую связан с погодными условиями. Правильное планирование предстоящих подготовительных, основных и завершающих работ, может дать значительную экономию времени, энергетических, трудовых и материальных затрат.

Для планирования сроков начала и завершения продолжительности эксплуатации зимних автодорог следует использовать вероятностно-статистические методы обработки информации.

Основной целью данных исследований является определение срока эксплуатации зимней дороги на основе вероятностной оценки продолжительности зимнего сезона (на примере Енисейского района Красноярского края).

Для достижения поставленной цели была использована методика, представленная в работах сотрудников Петрозаводского государственного университета И.Р. Шегельмана, В. М. Лукашевича и Л.В. Щеголевой [7, 8]. И доработана группой авторов под руководством Мохирева А.П. [9, 10] Методика основывается на анализе статистических природно-климатических данных, влияющих на начало и окончание эксплуатации зимних лесовозных дорог. Таковыми будут являться:

- данные о среднесуточных температурах в регионе за период, когда в регионе наблюдаются первые отрицательные температуры (наступление зимнего сезона), и за период, когда наблюдаются первые положительные температуры (окончание зимнего сезона):

- данные о высоте снежного покрова в регионе за период, когда в регионе наблюдаются первые отрицательные температуры (наступление зимнего сезона).

Данные должны быть собраны за несколько последних лет.

Для достижения поставленной цели собраны исходные данные о среднесуточных температурах за зимний период с октября по май, с 2005 по 2019 год (период в 14 зимних лесозаготовительных сезонов) по Енисейскому району Красноярского края. Изменение средних температур и их разброс за период 2005-2019 годы показан на рисунке 1.

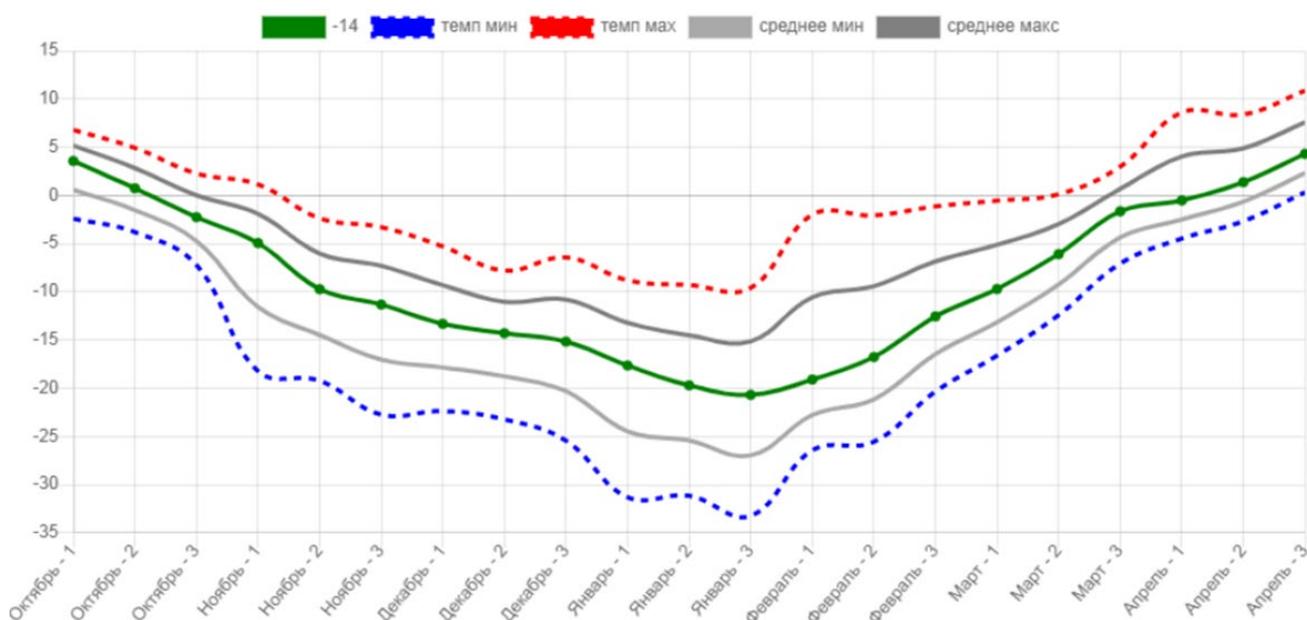


Рисунок 1. Изменение средних температур и их разброс (период наблюдения 2005-2019 годы) Россия, Красноярский край, Енисейский район

Временной ряд, построенный из суточных температур за 14 лет, содержит практически незначимый линейный тренд. За один год температура в рассматриваемый период увеличивалась примерно на $0,04^{\circ}\text{C}$. Остальная часть аддитивной модели ряда включает ярко выраженную сезонную компоненту и представляющую собой белый шум случайную составляющую.

Для каждой декады каждого месяца были построены оценки математического ожидания и дисперсии среднесуточной температуры.

Далее были собраны данные о высоте снежного покрова за тот же сезон зимних лесозаготовок с октября по май за промежуток времени с 2005 по 2019 годы.

К строительству дороги можно приступать при наличии определенной

температуры и достаточном количестве снега. Согласно техническим условиям строительство зимней автодороги можно начинать при отрицательной температуре и при наличии снежного покрова высотой 10 сантиметров [11]. На рисунке 2 совмещены данные о средних температурах и высоте снежного покрова.

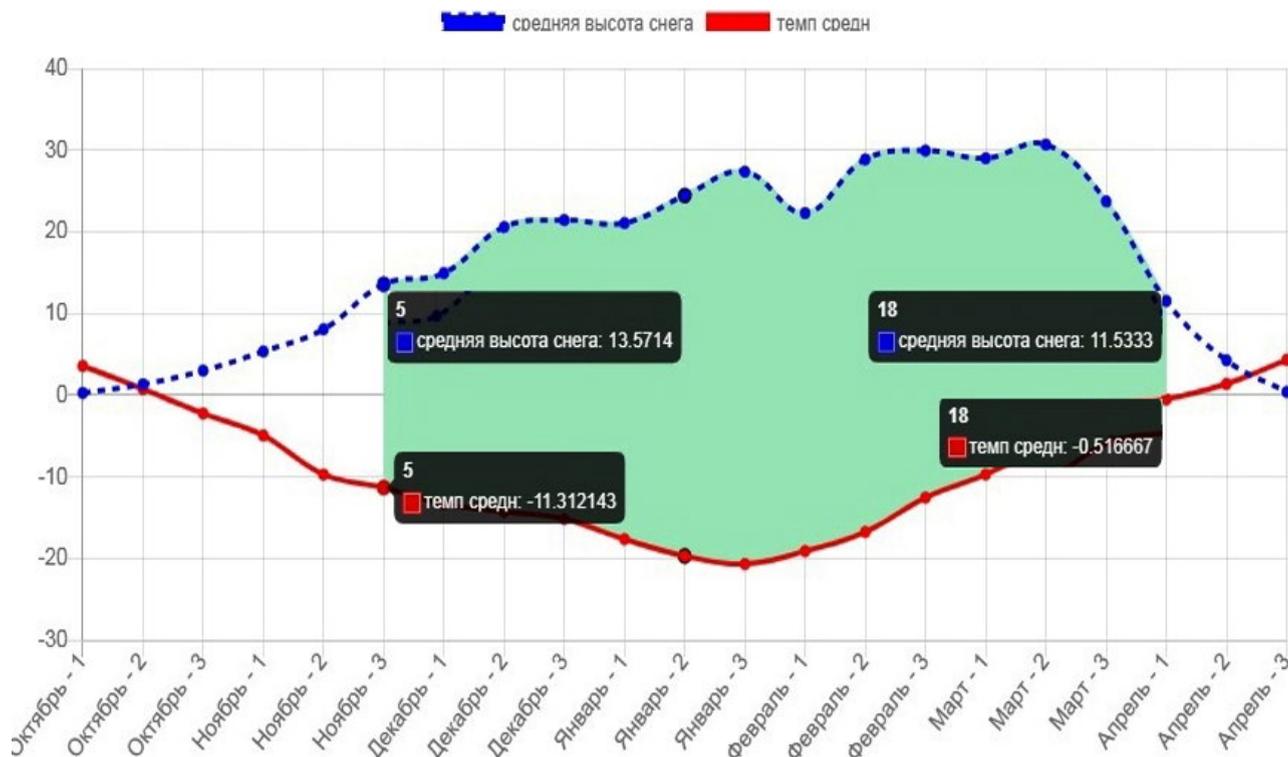


Рисунок 2. Графическое определение начала возможного строительства зимней дороги

По результатам анализа этих данных для Енисейского района строительство зимних дорог можно начинать в начале второй декады октября, а при неблагоприятных обстоятельствах (позднее выпадение снега, быстро установившаяся отрицательная температура) строительство можно будет начать только в начале третьей декады ноября. Эксплуатации зимней дороги возможна до третьей декады марта. Соответственно предварительный срок эксплуатации автодороги в условиях Енисейского района составит 160-170 дней.

Полученные данные можно использовать для планирования сроков эксплуатации дороги и объемов транспортировки грузов. С целью определения вероятных дат начала строительства зимней дороги и срока окончания ее эксплуатации построены эмпирические функции – эмпирические распределения (функции распределения выборки). Это функция $F^*(x)$, которая определяет для каждого значения x_i относительную частоту события $X < x_i$. Построенная эмпирическая функция распределения, показывающая вероятность начала строительства зимней дороги в определенную дату, представлена на рис. 3

Используя графики можно определить, когда и с какой вероятностью сложатся благоприятные климатические условия для начала строительства зимней лесовозной дороги любого типа. Например, 25 октября эта вероятность составляет 50 %, а 9 ноября вероятность возникновения благоприятных условий составляет уже 100 %. По данным автотранспортных предприятий транспортировка грузов в Енисейском районе по зимней дороге начинается не позднее 15 ноября с вероятностью 60 % и не позднее 20 ноября с вероятностью 80 %, что согласуется с эмпирическими

зависимостями.

Вероятные сроки окончания эксплуатации зимних дороги зависят не только от климатических условий, но и от типа покрытия автодороги. Для построения эмпирических функций распределения вероятности даты окончания эксплуатации использовались не только статистические данные об указанных климатических факторах, но и данные автотранспортных предприятий и экспертные оценки для трех типов зимних дорог: снежных, снежно-ледяных и ледяных.

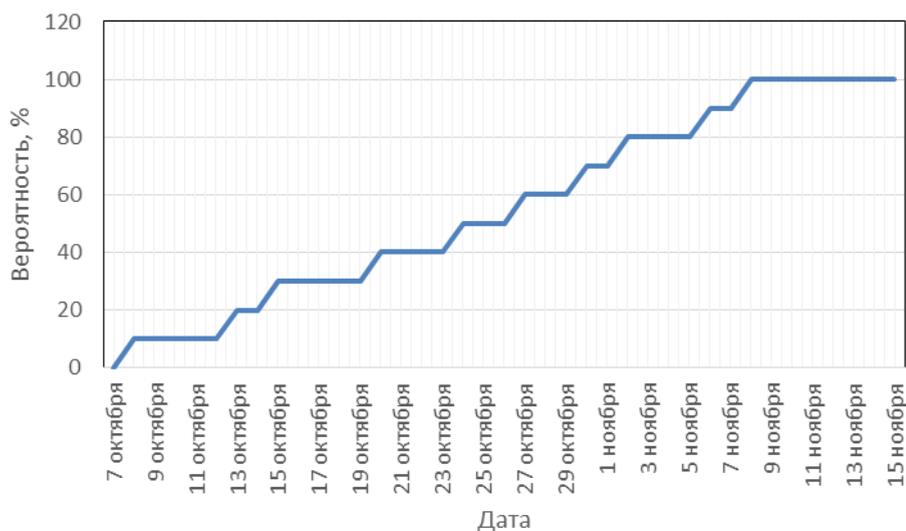


Рисунок 3. Эмпирическая функция распределения даты начала строительства зимней дороги

Завершение эксплуатации зимней автодороги в Енисейском районе происходит не позднее первой декады апреля по снежным и снежно-ледяным дорогам с вероятностью 40-45 %, по ледяным дорогам окончание сезона вывозки происходит не позднее третьей декады апреля с вероятностью 50 %.

Эмпирические функции распределения, показывающие вероятные даты окончания эксплуатации зимних дорог для трех типов покрытия представлены на рисунке 4.

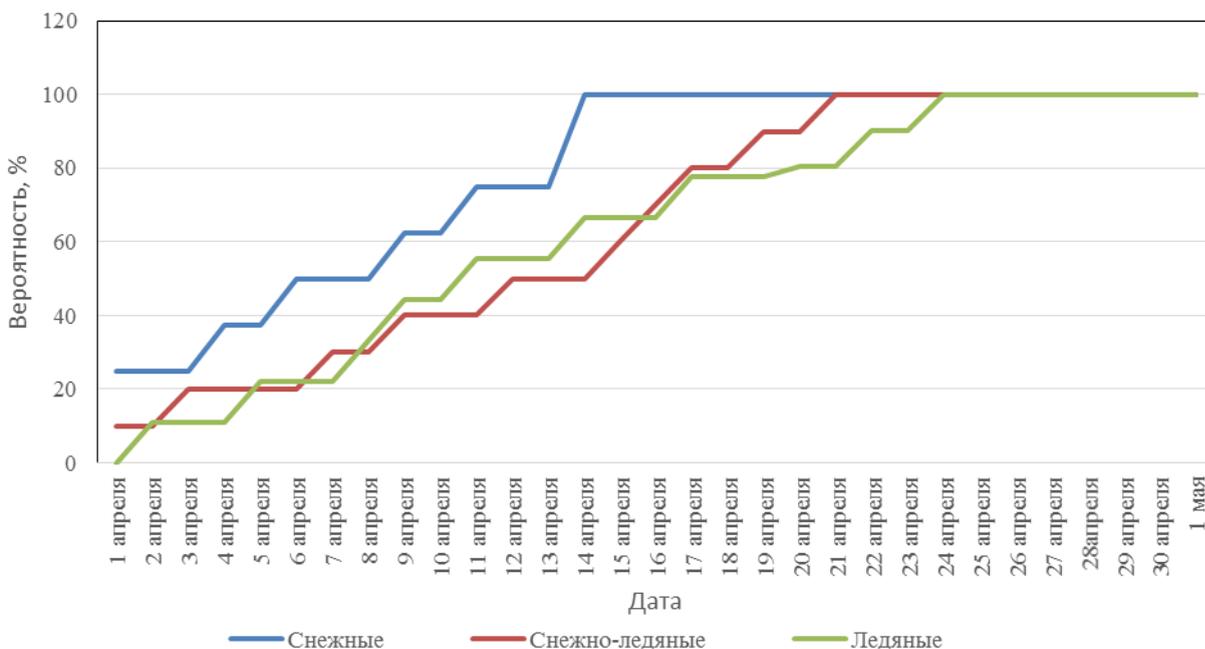


Рисунок 4. Эмпирическая функция распределения даты окончания эксплуатации зимних дорог с разным типом покрытия

График показывает, что, например, для снежного покрытия с вероятностью 80 % вывозка завершится 13 апреля. Если взять дату начала вывозки с этой же вероятностью 1 ноября, то продолжительность эксплуатации дороги этого типа составит 164 дня. Для дороги с ледяным покрытием при всех прочих равных условиях продолжительность эксплуатации дороги составит 170 дней. Можно отметить, что при больших объемах вывозки оправданным мероприятием будет строительство ледяных временных зимних дорог.

Используя вероятностные методы, нами определена продолжительность срока действия зимних автомобильных дорог в условиях Енисейского района Красноярского края. Данная методика позволяет планировать сроки транспортировки грузов в течении зимнего сезона, повысить качество и срок службы автодороги и организовать транспортировку грузов более рационально, существенно снизив затраты на дополнительные вложения на строительство зимней автомобильной дороги и ее содержание.

Список литературы

1. Binkley, C S and Van Kooten, G C. 1994. Integrating climate change and forests: Economic and ecologic assessments. *Climatic Change.*, 28: 91–110. doi:10.1007/BF01094102,
2. Goltsev V., Lopatin E. The impact of climate change on the technical accessibility of forests in the Tikhvin District of the Leningrad Region of Russia. *International Journal of Forest Engineering.* 2013. Vol. 24: № 2. P. 148-160.
3. Wilson, L S. 1981. The world's changing climate - some issues for planners. *Long Range Plann.*, 14(5): 83–89. doi:10.1016/0024-6301(81)90012-1
4. Bettinger, P and Chung, W. 2004. The key literature of, and trends in, forest-level management planning in North America, 1950--2001. *Int Forest Rev.*, 6: 40–50. doi:10.1505/ifor.6.1.40.32061
5. Бурмистрова О. Н. и др. Математическая модель проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом климатических условий северо-западного региона / О. Н. Бурмистрова, Е. В. Пластинина, М. А. Воронина // *Изв. Коми науч. центра УрО РАН.* – 2011. – № 8. – С. 79–84.
6. Дорожные условия и режимы движения автомобилей / Бабков В. Ф., Афанасьев М. Б., Васильев А. П. и др. – М.: Транспорт, 1967. – 227 с.,
7. Лукашевич В. М. Климатические условия как фактор для обоснования периода эксплуатации зимних лесовозных дорог / В. М. Лукашевич, Л. В. Щеголева // *Актуальные проблемы развития с лесного, комплекса : материалы; международной: научно- технической конференции 28-30 ноября 2005 г. - Вологда: ВТУ, 2006.-С. 36-38.,*
8. Лукашевич В.М., Щеголева Л.В. Методика планирования освоения лесных ресурсов с учетом сезонности лесозаготовок//*Глобальный научный потенциал.* -2014. -№ 8 (41). -С. 134-136.
9. Мохирев, А. П. Разработка программного обеспечения для определения сроков эксплуатации сезонных лесовозных дорог / А. П. Мохирев, И. А. Петрова, С. А. Сушаков // *Цифровые технологии в лесном секторе : Материалы II Всероссийской научно-технической конференции-вебинара, Санкт-Петербург, 18–19 февраля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 96-100.*
10. Mokhirev, A. Determination of the period of operation of winter forest road using climate data statistics / A. Mokhirev, I. Petrova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 32012. – DOI 10.1088/1755-1315/548/3/032012. – EDN OJAPWE.*
11. Горбов А. Ф. Строительство, содержание и эксплуатация зимних автомобильных лесовозных дорог в Северо-Западных районах страны / А. Ф. Горбов. — М.: Лесная промышленность, 1976. — 44 с.

КАМЕРАЛЬНОЕ ТРАССИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

А.Г. Радыгин¹, студент, Е.В. Горяева¹, к.с.-х.н., доцент

¹ *Сибирский федеральный университет, Красноярск*

Аннотация: целью работы являлось изучение возможности графической интерпретации экологических факторов в геоинформационной среде и изучение влияния этих факторов на процесс камерального трассирования. В работе дана классификация и характеристика экологических условий, которые могут повлиять на конечный вид плана трассы и которые необходимо учитывать в процессе камерального трассирования.

Ключевые слова: камеральное трассирование автомобильной дороги, экологические номы проектирования, геоинформационные системы

Мы живём в эпоху, когда уровень промышленности находится на очень высоком уровне. Каждый день производится и продаётся огромное количество товаров и материалов, так что практически каждый человек может получить любую вещь, которая ему необходима. Однако у всего этого есть и обратная сторона. Население земли, а вместе с ним и спрос на все виды товаров и услуг неумолимо растёт, следовательно, увеличивается производство во всех областях. Большинство видов производства влечёт за собой неизбежный вред экологии посредством различных выбросов, добычи ресурсов и утилизации отходов производства. В связи с чем в наше время крайне остро стоит вопрос экологического состояний окружающей среды [1].

Также эта проблема не обходит стороной и дорожное строительство. Зачастую серьёзный вред экологии наносят, как процесс строительства дорог, так и процесс их эксплуатации. В дорожном промышленности существуют ряд мер, которые способствуют предотвращению загрязнения окружающей среды в разных её сферах [2]. Но очень часто эти меры не используются. У этого есть много причин, одними из которых являются простое пренебрежение, незнание особенностей конкретной местности, как рабочими (возможно проект был недостаточно ими изучен), так и проектировщиками, которые недостаточно изучили место проведения строительства.

Большой вклад в решение проблемы недостаточной осведомлённости строителей об экологических особенностях места проведения строительства, влияющих на строительный процесс, может внести учёт экологических факторов при проектировании автомобильной дороги в геоинформационных системах, еще в процессе изысканий трассы. Геоинформационная среда дает возможность графической интерпретации экологических факторов и изучения их комплексного влияния на процесс проектирования, строительства и эксплуатации дороги. Такой подход может обеспечить выполнение экологических требований и защиты окружающей среды на стадии проектирования, а также выявлять потенциальные экологические проблемы в процессе всего жизненного цикла автомобильной дороги [3].

Поскольку геоинформационная среда отражает земную поверхность, главная задача на начальном этапе проектирования – это пространственно- графическое выражение рассматриваемого фактора, что в некоторых случаях сложно выполнить, ввиду природы рассматриваемого фактора.

Цель исследований – изучение возможности графической интерпретации экологических факторов в геоинформационной среде и изучение влияния этих факторов на процесс камерального трассирования.

Все экологические условия, влияющие на процесс проектирования, строительства и эксплуатации автомобильной дороги, нами выделены в четыре основные группы: геологические, гидрологические, природно-климатические, техногенные.

В таблице 1 представлена характеристика экологических условий, оказывающих то или иное влияние на процесс камерального трассирования.

Таблица 1 - Экологические условия, которые возможно учитывать при камеральном трассировании автомобильной дороги в среде ГИС

Показатель	Влияние в процессе трассирования
Геологические условия	
Наличие полезных ископаемых	При их большом объёме, трасса может быть проложена в обход, чтобы при возможной добычи полезных ископаемых трасса не помешала процессу добычи
Наличие смещающих пород, слабых грунтов, подвижных песков, сейсмоопасные территории	Если их площадь небольшая, то могут быть возведены укрепления, в ином случае, траектория трасса может быть изменена. Или условию строительства могут быть отнесены к сложным.
Гидрологические условия	
Грунтовые и поверхностные воды	В процессе проектирования необходимо изучить многолетний гидрограф и учесть возможность влияния подземных и поверхностных вод на возводимое сооружение (паводки, выход подземных вод на поверхность); необходимость учета расположения водоохранных зон, зон санитарной защиты водоемов, водозаборных пунктов при проложении оси трассы вблизи водных объектов
Природно-климатические условия	
Атмосферный воздух	Направление преобладающих ветров – важная характеристика, определяющая направление трассы и проектирование защитных мероприятий, в ГИС необходимо отражать направление движения воздушных масс.
Особенности климата	Имеющиеся на территории мерзлотные явления или возможность их образования формируют сложные природно-климатические условия, что обуславливает особые способы проектирования, строительства и эксплуатации дороги
Растительный мир	Вывод земель из определенного вида пользования (сельскохозяйственных угодий, лесных массивов), изменение ландшафта. Наличие особо охраняемых территорий, ареалов распространения редких и исчезающих видов растений, влияют на направление трассы. Популяции могут быть перенесены из мест обитаний, в ином случае во избежание, место прокладки дороги, по возможности, может быть перенесено.
Животный мир	Наличие особо охраняемых территорий, ареалов распространения редких и исчезающих видов животных, пересечение с местами миграции животных предусматривают изменение плана трассы, пространственное проектирование переходов, экодучков, рыбоходов, мест ограничения скорости, специальных дорожных знаков и разметки
Техногенные условия	
Загрязнение воздуха, пыль	Воздух может быть загрязнён посредством выброса пыли при строительстве дороги и от перемещения транспортных средств в

	процессе эксплуатации (устанавливаются защитные экраны, а также полив водой), от эксплуатации дороги вблизи нацеленных пунктов (проводятся мероприятия по пылеподавлению), от мест производства строительных материалов (размещать вдали от населенных пунктов)
Загрязнение горюче-смазочными материалами почв и вод	Предусматриваются мероприятия по исключению загрязнений вод и почвы при строительстве дорог и производству строительных материалов, а так же в процессе эксплуатации сооружения
Шум, вибрация, ионизирующее излучение от движущейся техники	Предусматриваются мероприятия по снижению воздействий шума и вибрации при строительстве и эксплуатации сооружения

Часто дороги прокладываются в районах, где недра мало изучены или не полностью освоены, в связи с чем, в местах, в которых известно о существовании там полезных ископаемых, работы по освоению, находящиеся там залежи, намного позже после того, как их там нашли. Следовательно, если в тех местах проложена трасса, то добыча сырья может стать проблематичной. На карте, при проектировании в ГИС-системе такие области можно показать замкнутыми фигурами с условными обозначениями, используя почвенно-геологические карты в виде подложки. И затем отталкиваясь от размеров залежей и их расположения должно быть принято решение, проектировать трассу, не учитывая найденные залежи или выбрать вариант трассы, обходящий место нахождения ископаемых.

Предположим, что между населёнными пунктами «Узень» и «Орехово» необходимо проложить трассу (рисунок 1). Но при анализе природных характеристик, выяснилось, что там, где проходит воздушная линия трассы, располагаются большие залежи каменного угля. После оценки объёмов залежей и их расположение относительно строящейся дороги, было принято решение выбрать другой вариант трассы, так как разработка угольного месторождения, хоть и с большими затратами несёт большую экономическую выгоду.

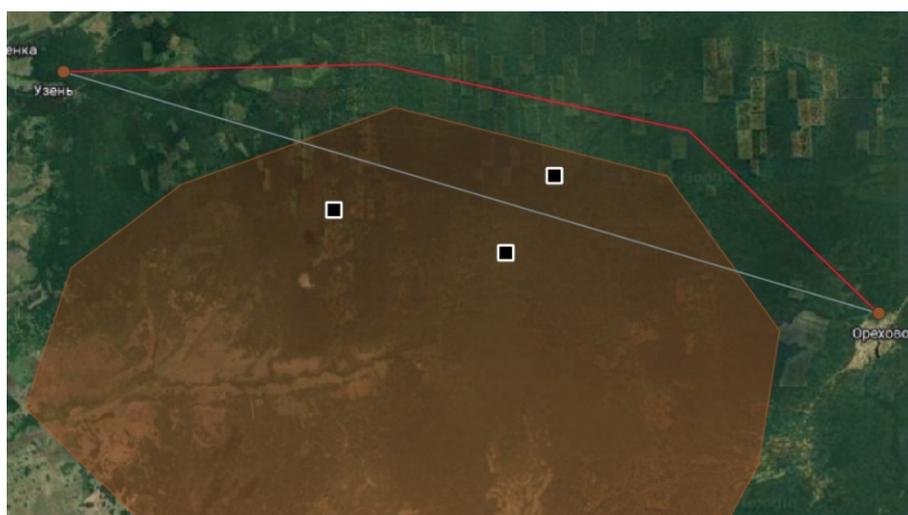


Рисунок 1. Изменение оси трассы в обход месторождения полезных ископаемых

В рассмотренном нами случае практически не затрагиваются экологические проблемы. Однако, это уже не плохое применение графического представления

данных при проектировании дороги.

Точно таким же образом можно показать такие геологические факторы, как наличие смещающих пород, слабых грунтов, подвижных песков, сейсмоопасные территории. В таких случаях влияние на ход строительства и проектирование дороги, как и вероятность изменения прокладываемой трассы, является более весомым. При проектировании в таких местах следует либо изменять направление трассы, либо использовать специальные укрепления. При нарушении каких-либо требований, экономические потери, могут быть достаточно внушительными.

При камеральном трассировании можно предотвратить, влияние выбросов пыли от места проведения строительных работ. Принимаемые для предотвращения этой проблемы решения зависят от направления ветра в данном месте и в данное время года, а также от наличия и близости расположения населённых пунктов.

При построении плана трассы можно показать направления ветра, основываясь на розу ветров в данном месте и на прогноз погоды ближайшего времени, а затем показать на карте ближайшие населённые пункты.

Рассмотрим следующую ситуацию: требуется запроектировать трассу между населёнными пунктами «Берегаево» и «Тегульдетское» (рисунок 2). На пути воздушной линии дороги расположен посёлок «Байгалы», следовательно, трасса пойдёт либо северней, либо южней посёлка. Если изучить розу ветров выбранного района, то будет видно, что самая большая повторяемость у ветра, дующего с юга и с юго-запада. Это значит, что трассу следует вести с северной стороны от посёлка «Байгалы», чтобы пыль и выбросы при строительстве и использовании дороги шли в противоположную от посёлка сторону. Однако, если прогноз будет показывать ветер с северной стороны, то следует разместить защитный экран вдоль дороги.

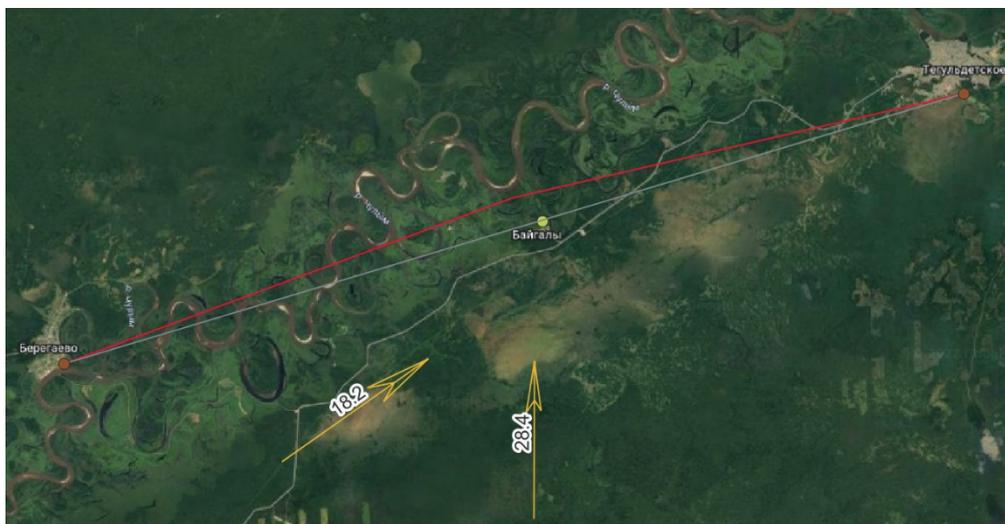


Рисунок 2. Пример камерального трассирования с учетом направления ветра

Ещё одной важной мерой является своевременный полив строящейся дороги водой, во избежание образования пыли. На участках, которые проходят близко к населённому пункту, следует предусматривать покрытие дорожной одежды, и тип укрепления обочин исключают пылеобразование во время эксплуатации дороги.

Временные места производства строительных материалов важно размещать на достаточном удалении от населённых пунктов, что так же возможно запроектировать в ГИС.

Следующий момент, который стоит учитывать, это прилегающие к месту строительства грунтовые и поверхностные воды. Негативное влияние на них от строительного процесса дороги сводится к двум основным проблемам. Первая это изменение рельефа вблизи водоёма, что может привести к нарушению стока воды, нарушению среды обитания животных. Для предотвращения этой проблемы при проектировании трассы следует учитывать места обитания, нереста рыб, а также все стоки, подходящие к реке. Вторая проблема, это разного рода выбросы. Для предотвращения влияния этого рода важен контроль за тем, чтобы с места строительства не было стоков не очищенной или недостаточно очищенной воды, и других транспортных и производственных выбросов на поверхность земли или водоёмы. то же относится и к грунтовым водам.

На карте можно обозначить реки посредством линий с определённой буферизацией, которая покажет часть поймы реки, значительное изменение которой может привести к определённым последствиям (рисунок 3).



Рисунок 3. Пример трассирования с учетом гидрологических условий

На рисунке красной линией показана планируемая трасса, зелёный участок, показывает, места, где уровень грунтовых вод достаточно высок, где важен особый контроль за выбросами и стоками. Синей линией и жёлтым буфером показана протекающая река, с участком поймы, где не должен быть изменён рельеф.

Таким образом, каждый фактор можно вывести на карту графически в среде ГИС и использовать эту информацию в процессе камерального трассирования в комплексе и запроектировать вариант трассы с наименьшим ущербом окружающей среде.

Список литературы

1. Калинин Александр. Дорога без угрозы для экологии, 2012. 2с.
2. ОДМ 218.3.031-2013. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по охране окружающей среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200101040>.
3. Андреева О.А. Геоинформационное моделирование объектов транспортной инфраструктуры: монография // Saarbruken, 2021. 197 с.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОЧНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

В.А. Рудских, аспирант, И.Я. Богданов, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Инженерно-строительный институт, Красноярск

Аннотация: цель работы – определение расхождения результатов расчета железобетонного балочного пролетного строения моста, полученных при использовании различных расчетных методов. В статье приведены результаты расчетов пролетного строения моста с использованием методов внецентренного сжатия и упругих опор, а также методом моделирования пролетного строения в ПК САПФИР с разбивкой на конечные элементы и дальнейшим расчетом в ПК ЛИРА-САПР.

Ключевые слова: мост, расчет, коэффициент поперечной установки, метод внецентренного сжатия, метод упругих опоры, метод конечных элементов.

Объектом исследования стало пролетное строение моста, представленное на рисунке 1. Пролетное строение состоит из 12 двутавровых железобетонных балок длиной 24 метра с преднапрягаемой арматурой, изготавливаемых по типовому проекту [1]. Габарит моста по ширине $\Gamma - (16) + 2 \times 2,25$. Пролетное строение состоит двух тротуаров по 2,25 метра с каждой из сторон, барьерного ограждения и проезжей части габаритом $\Gamma-16$ (4 полосы движения по 3,5 метра и две полосы безопасности по 1 метру). Расчетный пролет моста составляет 23,4 метра.

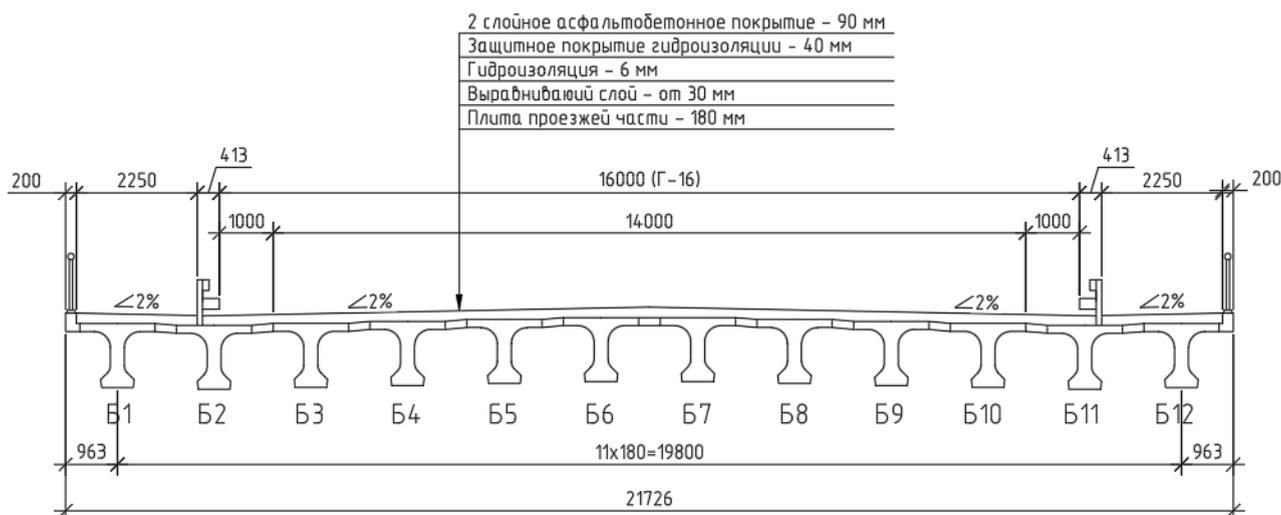


Рисунок 1. Поперечная схема пролетного строения (составлено автором).

Пролетное строение было загружено в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [2, 3, 4, 5]. Схема загрузки пролетного строения представлена на рисунке 2. Согласно [3, п. 4.4.1-4.4.3] был рассмотрен 1 вариант загрузки пролетного строения – нагрузка АК с учетом коэффициентов полосности, совместно с пешеходной нагрузкой согласно [4, п. 5.2.1]. В продольном направлении, тележки АК были установлены по правилу Винклера для разрезных балок – максимальный изгибающий момент возникает, если равнодействующая системы грузов и ближайший к ней груз равноудалены от середины пролета балки.

Основной характеристикой для сравнения разных методов расчета в данной

статье стал наибольший изгибающий момент в балке.

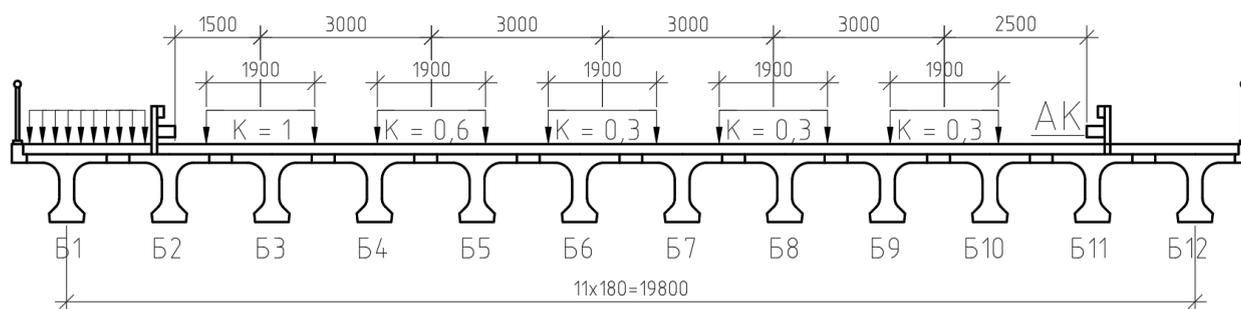


Рисунок 2. Схема нагружения пролетного строения (составлено автором).

Согласно [6, 7] расчет подобных пролетных строений ведется с помощью коэффициента поперечной установки, определяющего влияние конкретных нагрузок на конкретные балки. При этом коэффициент поперечной установки определяется как сумма ординат линии влияния реакции балок от всех нагрузок в одном нагружении. При построении линий влияния реакции балок используются метод рычага, метод внецентренного сжатия и метод упругих опор. При этом метод рычага применяется только при определении поперечных сил в приопорном сечении, поэтому в рамках данной статьи не рассматривается.

Для определения изгибающего момента весьма жестких пролетных строений используется метод внецентренного сжатия. Метод внецентренного сжатия основан на предположении, что пролетное строение под действием внецентренно приложенной нагрузки прогибается на некоторую величину относительно продольной оси и при этом поворачивается на некоторый угол, при этом пролетное строение рассматривается как абсолютно жесткое и взаимных перемещений между балками не возникает. Согласно [6, 7] такой метод с высокой точностью позволяет определять усилия в пролетных строениях с высокой поперечной жесткостью, например в диафрагменных пролетных строениях. Однако, такой метод также может применяться как проверочный при расчете пролетных строений с невысокой поперечной жесткостью. Очевидным недостатком такого метода является то, что максимальный изгибающий момент всегда возникает в крайней балке, что может быть допустимо при типовом проектировании всех балок пролета на основе максимальных усилий в конкретной балке, но не будет корректно отражать работу сооружения в целом. На рисунке 3 представлена линия влияния опорной реакции в первой балке, построенная по методу внецентренного сжатия.

Коэффициенты поперечной установки в первой балке от нагрузки АК, пешеходной нагрузки и нагрузки НК получились следующими:

$$K_{6.c.,1}^{AK} = 0,355; K_{6.c.,1}^{пеш} = 0,689; K_{6.c.,1}^{НК} = 0,196$$

Для расчета пролетных строений невысокой жесткости (в том числе бездиафрагменных пролетных строений) целесообразно применять метод упругих опор. Данный метод рассматривает плиту проезжей части как неразрезную балку, расположенную на упруго-оседающих опорах, которыми являются основные балки. Такой метод позволяет более точно определить усилия во всех балках и показывает, какая балка является наиболее нагруженной. При построении линий влияния использовались справочные таблицы, представленные в [8]. На рисунке 4 представлена линия влияния опорной реакции четвертой балки, так как конечный изгибающий момент для нее получился наибольшим в сравнении с остальными балками.

Коэффициенты поперечной установки в первой балке от нагрузки АК, пешеходной нагрузки и нагрузки НК получились следующими:

$$K_{y.o.,4}^{AK} = 0,379; K_{y.o.,4}^{пеш} = 0,074; K_{y.o.,4}^{НК} = 0,227$$

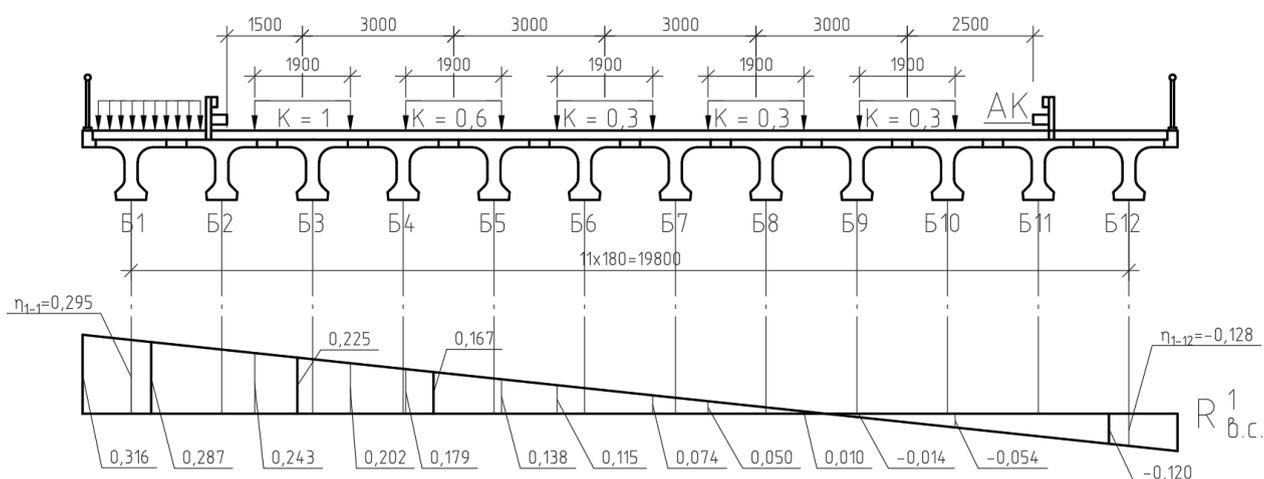


Рисунок 3. Линия влияния опорной реакции в первой балке, построенная по методу внецентренного сжатия (составлено автором)

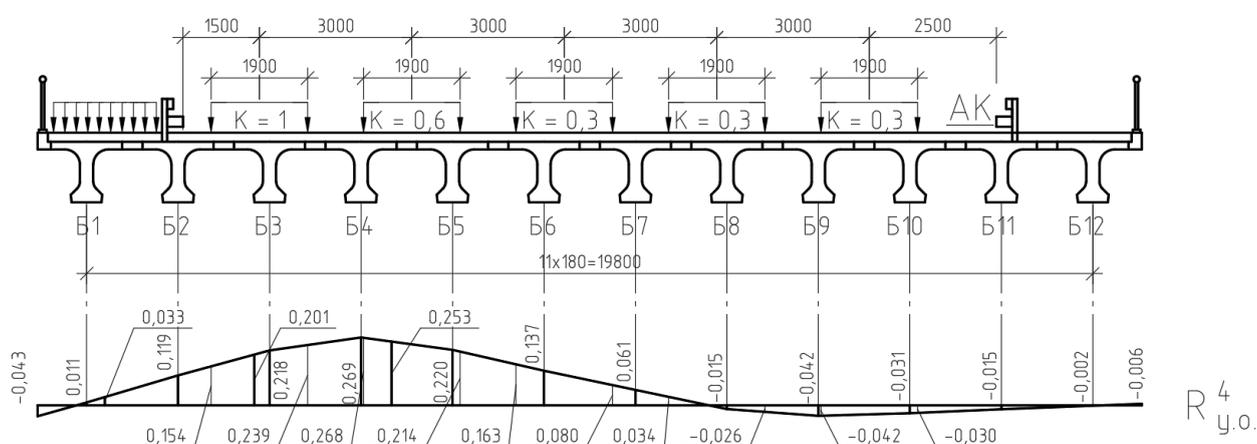


Рисунок 4. Линия влияния опорной реакции в четвертой балке, построенная по методу упругих опор (составлено автором)

Определим изгибающий момент в балке от равномерно распределенных постоянных нагрузок, в данном примере в качестве постоянных рассмотрим собственный вес балок интенсивностью $1,77 \text{ т/м.п.}$, а также вес покрытия проезжей части интенсивностью $0,456 \text{ т/м}^2$, что при шаге балок в $1,8$ метра даст интенсивность $0,821 \text{ т/м.п.}$ для каждой балки:

$$M_{пост} = q^{c.в.} \cdot \gamma_f^{c.в.} \cdot \frac{l^2}{8} + q^{покр.} \cdot \gamma_f^{покр.} \cdot \frac{l^2}{8} = 1,77 \cdot 1,1 \cdot \frac{23,4^2}{8} + 0,821 \cdot 1,1 \cdot \frac{23,4^2}{8} = 195,08 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Пользуясь методом внецентренного сжатия, определим изгибающий момент от тележки АК в первой балке (класс нагрузки А14). В продольном направлении ординаты линии влияния изгибающего момента приняты с учетом расположения нагрузок от тележки в соответствии с правилом Винклера:

$$M_{\text{вр,в.с.,1}}^{m.AK} = P^{AK} \cdot \gamma_f^{m.AK} \cdot (1 + \mu) \cdot K_{\text{в.с.}}^{AK} \cdot \sum y_i = 14,27 \cdot 1,95 \cdot 0,355 \cdot (5,663 + 5,287) = 108,17 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Определим изгибающий момент от распределенной нагрузки АК в первой балке:

$$M_{\text{вр,в.с.,1}}^{p.AK} = q^{AK} \cdot \gamma_f^{p.AK} \cdot (1 + \mu) \cdot K_{\text{в.с.}}^{AK} \cdot \frac{l^2}{8} = 1,43 \cdot 1,25 \cdot 0,355 \cdot \frac{23,4^2}{8} = 43,43 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Определим изгибающий момент от пешеходной нагрузки в первой балке, интенсивность – 0,306 т/м²:

$$M_{\text{вр,в.с.,1}}^{neu} = \omega^{neu} \cdot \gamma_f^{neu} \cdot (1 + \mu) \cdot K_{\text{в.с.}}^{neu} \cdot \frac{l^2}{8} = 0,306 \cdot 1,2 \cdot 0,689 \cdot \frac{23,4^2}{8} = 17,3 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Таким образом суммарный изгибающий момент в первой балке, полученный по расчету методом внецентренного сжатия:

$$M_{\text{общ,в.с.,1}} = M_{\text{пост}} + M_{\text{вр,в.с.,1}}^{m.AK} + M_{\text{вр,в.с.,1}}^{p.AK} + M_{\text{вр,в.с.,1}}^{neu} = 195,08 + 108,17 + 43,43 + 17,3 = 363,98 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Теперь, пользуясь методом упругих опор, определим изгибающий момент от тележки АК в четвертой балке:

$$M_{\text{вр,у.о.,4}}^{m.AK} = P^{AK} \cdot \gamma_f^{m.AK} \cdot (1 + \mu) \cdot K_{\text{у.о.}}^{AK} \cdot \sum y_i = 14,27 \cdot 1,95 \cdot 0,379 \cdot (5,663 + 5,287) = 115,48 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Определим изгибающий момент от распределенной нагрузки АК:

$$M_{\text{вр,у.о.,4}}^{p.AK} = q^{AK} \cdot \gamma_f^{p.AK} \cdot (1 + \mu) \cdot K_{\text{в.с.}}^{AK} \cdot \frac{l^2}{8} = 1,43 \cdot 1,25 \cdot 0,379 \cdot \frac{23,4^2}{8} = 46,37 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Определим изгибающий момент от пешеходной нагрузки:

$$M_{\text{вр,у.о.,1}}^{neu} = \omega^{neu} \cdot \gamma_f^{neu} \cdot (1 + \mu) \cdot K_{\text{в.с.}}^{neu} \cdot \frac{l^2}{8} = 0,306 \cdot 1,2 \cdot 0,074 \cdot \frac{23,4^2}{8} = 1,86 \text{ т} \cdot \text{м}$$

Таким образом суммарный изгибающий момент в первой балке, полученный по расчету методом внецентренного сжатия:

$$M_{\text{общ,в.с.,1}} = M_{\text{пост}} + M_{\text{вр,в.с.,1}}^{m.AK} + M_{\text{вр,в.с.,1}}^{p.AK} + M_{\text{вр,в.с.,1}}^{neu} = 195,08 + 115,48 + 46,37 + 1,86 = 358,79 \text{ т} \cdot \text{м}$$

В рамках информационного моделирования, пролетное строение было создано в ПК САПФИР, объемная модель показана на рисунке 5.

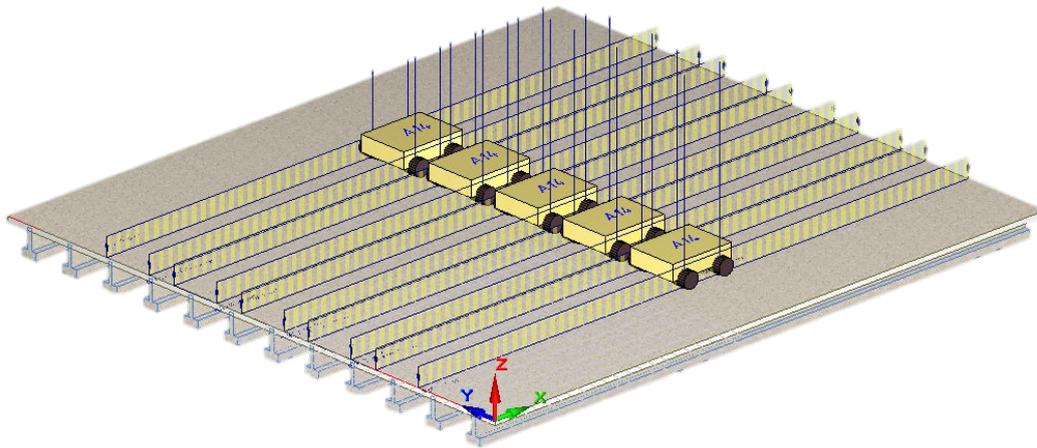


Рисунок 5. Информационная модель пролетного строения в ПК САПФИР

Далее была сгенерирована и передана в ПК ЛИРА-САПР конечно-элементная расчетная модель. В ходе перебора различных способов моделирования конечно-элементной модели пролетного строения, оптимальной комбинацией стало задание плиты проезжей части пластинчатыми элементами, а основных балок – стержневыми элементами перевернутого таврового сечения (с отсечением верхней полки).

На рисунке 6 представлены значения изгибающих моментов в первых шести балках, полученные в результате расчетов в ПК ЛИРА-САПР

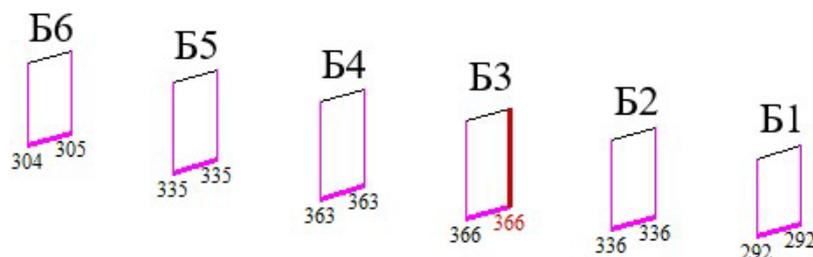


Рисунок 6. Значения изгибающего момента в балках по результатам расчета в ПК ЛИРА-САПР

В ходе расчета были получено максимальное значение изгибающего момента в третьей балке:

$$M_{\text{общ, мод. 3}} = M_{\text{пост}} + M_{\text{вр, в. с., 1}}^{\text{т. АК}} + M_{\text{вр, в. с., 1}}^{\text{р. АК}} + M_{\text{вр, в. с., 1}}^{\text{нел}} = 193,1 + 119 + 45,1 + 9,37 = 366,57 \text{ т} \cdot \text{м}$$

В таблице 1 представлены значения изгибающего момента, полученные различными методами:

Таблица 1 - Значения изгибающего момента в балках по результатам расчетов различными методами

Метод	№ балки	Значение $M_{\text{общ}}, \text{т} \cdot \text{м}$
Внецентренное сжатие	1	363,98
Упругие опоры	4	358,79
Моделирование в ПК ЛИРА-САПР	3	366,57

Анализ полученных результатов показывает, что для рассматриваемого пролетного строения наиболее нагруженной балкой при использовании метода внецентренного сжатия является первая, при использовании метода упругих опор является четвертая и при использовании информационного моделирования является третья. При применяемом в настоящее время проектировании балок их материальное

обеспечение устанавливается идентичным по наиболее нагруженной балке, независимо от количества балок в поперечном сечении. Сравнение полученных результатов показывает, что для рассматриваемого пролетного строения различия между возникающими усилиями от расчетных нагрузок незначительны и составляют 2%. В дальнейшем предположительно рассмотрение усилий при различном количестве балок. Кроме того, необходимо в дальнейшем исследовании установить вероятность разного вида отказов балок в зависимости от их количества в поперечном сечении, то есть в зависимости от интенсивности разброса напряженно-деформированного состояния.

Список литературы

1. Серия 3.503.1-81. Пролетные строения сборные железобетонные длиной 12,15,18,21,24 и 33 м из балок двутаврового сечения с предварительно напрягаемой для мостов и путепроводов, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования, на улицах и дорогах в городах. Выпуск 7-1. Дополнение 5. Балки пролетного строения длиной 24 м, высотой 1,23 м, армированные пучками из 4 стальных канатов К7 по ГОСТ 13840-68*. Рабочие чертежи. М.: Союздорпроект, 1981. 19 с.
2. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с Изменениями N 1, 2, 3) М.: "ЦПП", 2011. 341с.
3. ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения. М.: Стандартинформ, 2019. 6 с.
4. ГОСТ 33390-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия. М.: Стандартинформ, 2016. 26 с.
5. ОДМ 218.4.025–2016. Методические рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть. М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2019. 58 с.
6. Саламахин П.М. Проектирование мостовых и строительных конструкций: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2011. 408 с.
7. Поливанов Н.И. Проектирование и расчет железобетонных и металлических автодорожных мостов. М.: Издательство «Транспорт», 1970, 516 с.
8. Осипов В.С. Справочные таблицы для расчета неразрезных балок на упруго-оседающих опорах. М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953, 123 с.

ЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ ЗАНОСОВ МЕТОДОМ СНЕГОПЕРЕДУВАНИЯ

Д. Н. Санников, аспирант, В.В. Серватинский, канд. техн. наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

Аннотация: в данной статье рассмотрен метод защиты автомобильных дорог с использованием снегопередувающих ограждений. Приводятся основные данные по серии опытов, с помощью которых можно защитить автомобильные дороги от возникновения снежного заноса. Кроме этого, в статье показаны графические представления снегопередувающего ограждения и объем снегопереноса.

Ключевые слова: снегопередувающие ограждения, сдувание снега, защита автомобильных дорог, снежные заносы, снежные отложения.

Зимой в большинстве регионах Российской Федерации существует проблема с дорожным движением из-за ухудшения погодных условий. Существенной особенностью неблагоприятной ситуации в зимний период на автомобильных дорогах являются снежные отложения, которые образуются в результате снежных метелей и снегопадов. Защита автомобильных дорог от снежных заносов является актуальной задачей, решение которой возможно при внедрении новых методов борьбы со снегом, а так же в доработке и улучшении существующих подходов.[1]

Для решения данных задач был проведен анализ среди различных снегопередувающих и снегозащитных ограждений. Важными отличиями этих двух типов является то, что снегозащитные ограждения задерживают снег около искусственных сооружений, а снегопередувающие ограждения способствуют передуванию снега через дорогу и обеспечивают дальнейшее складирование.[3]

Существует ряд рекомендаций, которые описывают авторы учебников по содержанию автомобильных дорог в зимний период. В таблице 1 представлены основные параметры снегопередувающих ограждений. Не рекомендуется делать ограждения снегопередувающего действия выше 8 м. Для большей эффективности работы ограждений снегопередувающего действия их необходимо располагать по обочине автомобильных дорог на расстоянии 0,8-1 м от кромки проезжей части.[2]

Таблица 1 - Параметры и типы снегопередувающих ограждений

Тип забора	Общая высота, м	Высота ветронаправляющей панели, м	Высота продуваемого проема, м	Угол наклона панели к горизонту	Ширина зоны выдувания, м
1	5	3	2	90	До 6,5
2	6,5	4	2,5	90	До 8,5
3	8	5	3	90	До 10,5

Проанализировав работу снегозащитных конструкций, была разработана модель снегопередувающего ограждения. Ограждение имеет форму эллипса, такая форма будет способствовать ускорению перемещения снежной метели над дорогой. В данном типе ограждения воздушно-массовые потоки, за счет формы конструкции, будут разделяться в двух направлениях. Проемы в верхней и нижней части ограждения создают разность давлений, которая возникает согласно закону Бернулли: на нижней

поверхности давление оказывается ниже, чем на верхней, поэтому благодаря образующейся разности давлений и возникает завихрение воздушного потока, тем самым увеличивая его кинетическую энергию и способность снегопереноса. Зазор в нижней части будет способствовать ускорению прохождения снежной метели, планируемое увеличение скорости выдувания будет превышать стандартную скорость метелевого потока на 30-50% тем самым способствовать переносу и сдуванию снега за зону выдувания.

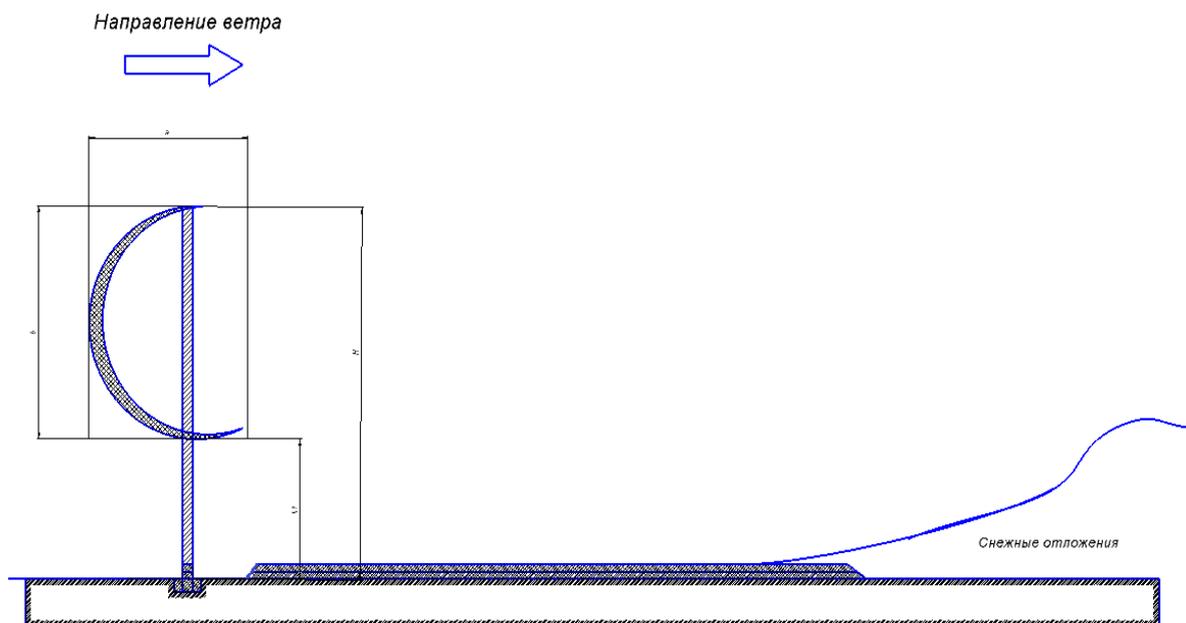


Рисунок 1. Схема работы снегопередувающей конструкции и шлейф снежных отложений

Для визуализации действия снегопередувающей конструкции была проведена серия физических экспериментов со снегопередувающей конструкцией, представленной на рис 1. В ходе эксперимента использовалась физическая модель, состоящая из четырех конструкций снегопередувающего типа в масштабе 1:33, созданная на основе углеродного волокна и алюминиевой опоры. В качестве материала для оценки снежных отложений использовался свежесвыпавший снег. Использование свежесвыпавшего снега является наиболее оптимальным вариантом, так как для оценки метелевого (ветрового) снегопереноса использование заменителей будет давать искаженный результат, ввиду особых характеристик снега таких как: плотность 300 кг/м^3 , оседание при столкновении с преградой, форма частиц, особый химический состав частиц. Взвешенный свежесвыпавший снег распределяли на механизм продувания мощностью 0,3 кВт и производительностью по воздуху $2 \text{ м}^3/\text{мин}$ фиксированными порциями с помощью специального сита.



Рисунок 2. Результаты физического эксперимента работы снегопередающей конструкции

Выводы. В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой метода защиты автомобильных дорог от снежных заносов с помощью снегопередающих ограждений. Обосновывается утверждение о том, что в настоящее время существуют проблемы в неэффективной очистке дорог от снега. Решением данной проблемы является установка снегопередающих конструкций. На основе проведенного исследования получили следующие результаты:

1) Из серии экспериментов можно утверждать, что модель снегопередающего ограждения, имеющая форму эллипса, показала положительный результат.

2) Опытным путем получили зону выдувания снега равную $1,4H$.

3) Выявили ряд факторов, которые влияют на эффективную работу снегопередающих ограждений: направления господствующих ветров, форма ограждения, скорость ветра, плотность снежных частиц и наличие препятствий в зоне выдувания.

Список литературы

1. Бялобжеский, Г. В., Дюнин, А. К., Плакса, Л. Н., Рудаков, Л. М., Уткин, Б. В.; Под ред. Дюнина А. К Зимнее содержание автомобильных дорог -2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1983. - 197 с.
2. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. - М.: Транспорт, 1970. - 256с.
3. Васильев, АЛ. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. - М.: Транспорт, 1976. - 224с.
4. ГОСТ 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ СБОРНО-РАЗБОРНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Л.Ю. Фомина, канд. пед. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в работе рассматривается; проблема сохранения природного ландшафта северных территорий, при увеличении туристического потока, с помощью устройства фундамента временных зданий на мобильное дорожное покрытие; расчет плоской фермы методами вырезания узлов и Риттера.

Ключевые слова: плоская ферма; вечномёрзлый грунт; мобильное здание; мобильное дорожное покрытие.

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития северных и арктических территорий и поддержки коренных малочисленных народов Красноярского края до 2030 года [1] одним из приоритетных направлений развития северных территорий Красноярского края является разработка культурно-познавательных туристических маршрутов в северных и арктических территориях, например наиболее востребованный тур на плато Путорана. Туристический поток должен способствовать развитию региона, но при этом не должен принести урон ареалам дикой природы.

Северные территории Красноярского края находятся в районе с суровыми природно-климатическими условиями [2]. Например, для Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа, в котором находится плато Путорана, температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 составляет -52°C ; средняя максимальная температура самого теплого месяца составляет $+7,5^{\circ}\text{C}$ [3]; а многолетнемерзлые грунты особо чувствительны к изменению температурного режима.

Экскурсионные туры рассчитаны на несколько дней, однако имеющаяся инфраструктура северных территорий не дает возможность туристам с комфортом останавливаться в понравившемся месте. Установка палаток влечет изменение температуры грунта, и как следствие, его оттаивание. Установка временных зданий на свайный фундамент с вентилируемым подпольем или устройство основания с поддержанием нужной температуры это очень трудозатратно.

Поэтому, рациональным представляется применение особых подходов. Например, вместе с туристами перевозить на транспортном средстве (вертолете) мобильные сборно-разборные здания или мобильные складные здания и сборно-разборные фундаменты, устанавливаемые на гибкие мобильные дорожные покрытия (МДП).

Преимущества использования МДП: сохранение природного ландшафта, защита почвы, благоустройство территории рядом с мобильным зданием; легкая и быстрая установка; небольшой вес; хорошее сцепление с грунтом; многократное использование; несущая способность до 80 т.

В настоящее время имеется достаточно большой ассортимент мобильных дорожных покрытий, изготавливаемых из полимерных материалов, которые можно использовать на многолетнемерзлых грунтах.

В качестве мобильных жилых зданий можно использовать металлические утепленные блок-контейнеры стандартных размеров или мобильные сборно-разборные здания из складывающихся в пакет плоских секций.

Проанализировав рекомендации по проектированию фундаментов на вечномёрзлых грунтах [4, 5], источники, описывающие используемые в настоящее время, запатентованные и предлагаемые к использованию, фундаменты для зданий, сооружений возводимых в северных территориях [6-16], предлагается сборно-разборный вентилируемый фундамент из металлических ферм. Рассматривается два варианта стержней, изготовленных из уголков и швеллеров. Варианты соединения уголков в узлах, представлены на рисунке 1.

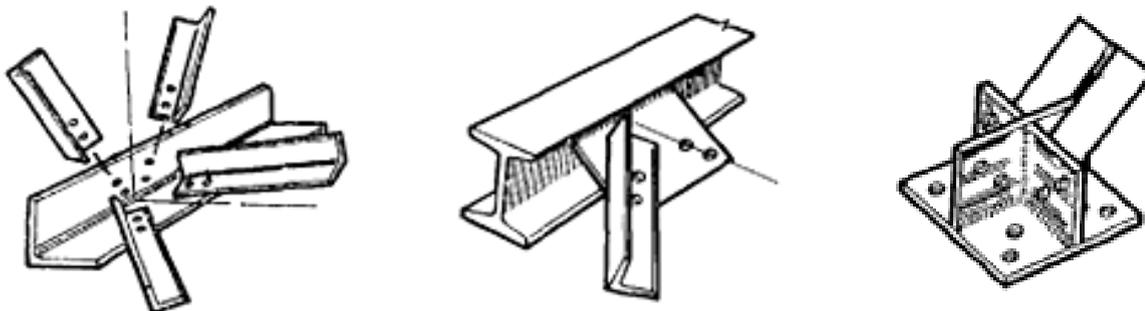


Рисунок 1. Варианты соединения уголков в узлах ферм

На рисунке 2 представлено соединение швеллеров в узле фермы.

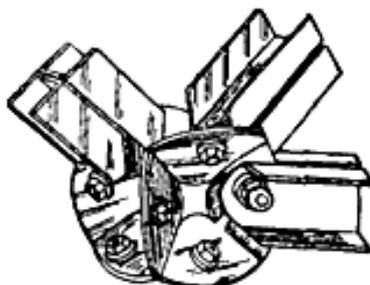


Рисунок 2. Соединение швеллеров в узлах фермы

Рассматривается несколько вариантов конструкций плоских ферм, используемых для создания пространственных ферм, как пространственной структуры. Расчетные схемы представлены на рисунке 3.

Фермы соединяются с МДП за счет невысоких стоек, поставленных на деревянные подкладки. При этом необходим расчет на продавливание. На расчетных схемах такое соединение представлено шарнирно-подвижной и шарнирно-неподвижной опорами.

Вертикальная нагрузка от мобильного здания передается в узлы ферм.

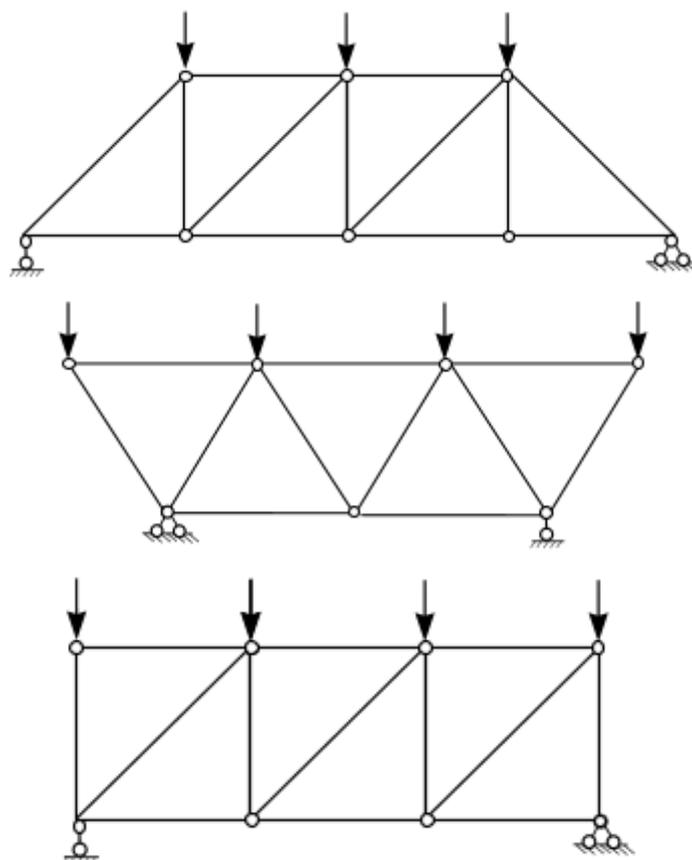


Рисунок 3. Варианты плоских ферм

Усилия в стержнях фермы определяются следующими методами теоретической механики: вырезания узлов и Риттера. Номера профилей стержней подбираются из условия прочности и проверяются по условию жесткости. После вариантного сравнения по технико-экономическим показателям, для наиболее рациональной конструкции будут составлены рекомендации по сборке и установке.

Сборно-разборные вентилируемые фундаменты на МДП можно также использовать при строительстве бытовых городков на строительных площадках.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Красноярского края от 26.02.2020 № 122-р «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития северных и арктических территорий и поддержки коренных малочисленных народов Красноярского края до 2030 года». URL : <https://docs.cntd.ru/document/570728130>.
2. Постановление Правительства Красноярского края от 30.10.2018 № 647-п «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года». URL : <https://docs.cntd.ru/document/550243058>.
3. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. М. : Минстрой России, 2020. 146 с.
4. СП 25.13330.2020. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. М. : Минстрой России, 2020. 135 с.
5. Рекомендации по проектированию фундаментов мобильных (инвентарных) зданий на вечномерзлых грунтах. М. : Стройиздат, 1988. 71 с.
6. Multipoint Foundations. URL : <http://www.multipoint-foundations.com/mod.html>.
7. Фундамент Triodetic. URL : <http://www.multipoint-foundations.com/>.
8. Фундамент для модульных зданий. URL : <https://bytovka.pro/module/equipment/fundamenti/>.
9. Монолитная пространственная фундаментная платформа. Патент № 45410.
10. Пространственная фундаментальная платформа под здания и сооружения для строительства на слабых, просадочных, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах. Патент №

64650.

11. Пространственная железобетонная фундаментная платформа в сборном и сборно-монолитном вариантах под малоэтажное строительство в сложных грунтовых условиях и сеймики. Патент № 69094.

12. Полносборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах. Патент № 2215852.

13. Пространственная фундаментная платформа. Патент № 2206665.

14. Тазаян Ю. Разработка конструкции пространственного фундамента сборных секционных зданий различного назначения для Северных территорий : магистерская диссертация. Красноярск : СФУ, 2021.

15. Рекомендации по проектированию структурных конструкций/ Центр, н.-и. ин-т строительных конструкций им. Кучеренко. - М.: Стройиздат, 1984. - 303 с.

16. Михайлов В. В., Сергеев М. С. Пространственные стержневые конструкции покрытий (структуры) : Учеб. пособ. Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 56 с.

ФИЗИКА ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ, КОЛЬМАТАЦИИ И ВЫПОРА ГРУНТОВ ПРИ ОТТАИВАНИИ У ОБОЧИН АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ХАКАСИИ

О.З. Халимов^{1,2} канд. техн наук, доцент СФУ, ХТИ

¹Сибирский Федеральный университет, Красноярск

²Хакасский технический институт филиал СФУ, Абакан

Аннотация: в статье представлена модель процесса деформирования земполотна. На контакте сопряжения морозозащитного слоя под дорожной одеждой и обочиной, заполняемой, как правило, водоупорным глинистым грунтом, присыпаемым сверху щебнем, происходит интенсивная кольматация гравийно-песчаной смеси. Не менее важным в кольматации грунтов у обочины является перемещение воды и глинистых частиц при оттаивании льда под дорожной одеждой в весенний период. Эта талая вода также вымывает глинистые минералы из грунтов обочины. Последующие циклы промерзания – оттаивания приводят к выдавливанию, выпору грунтов на обочину.

Ключевые слова: кольматация, миграция влаги к фронту промерзания, колеяность, выдавливание грунтов на обочину

На юге Красноярского края котловины представлены южно-Минусинской, средне-Минусинской (Сыдо-Ербинской) и северо-Минусинской. Наиболее значимой для развития Красноярского края и Республики Хакасия является Южно-Минусинская котловина.

В связи с суровым резко-континентальным климатом глубина промерзания грунтов иногда превышает три метра. Особенности промерзания и миграционного процесса в этих условиях заключаются в том, что зима наступает быстро и без снежного покрова, что приводит к отсутствию деформаций морозного пучения в верхней зоне и наличию ярко выраженной криогенной текстуры в нижней части промерзания [1].

Это обусловлено повышением температуры с глубиной и снижением скорости промерзания. Наиболее чётко эта закономерность проявляется при самом характерном для минусинских котловин уровне грунтовых вод (5 – 6 метров). Одним из факторов, подтверждающих эту закономерность, являются примеры деформирования строящихся и неэксплуатируемых зданий [1;2;3].

При разработке котлованов, монтаже конструкций фронт промерзания со дна котлована или с пола подвала неотапливаемого здания интенсивно приближается к уровню грунтовых вод. На контакте промерзания и капиллярного влияния грунтовых вод происходит криогенное расструктурирование грунтов.

Однако в земполотне криогенные процессы, провоцирующие его деформации, происходят иначе. Наибольшие разрушения дорожной одежды происходят на контакте с обочиной. Причиной этому является нарушение технологии создания земполотна.

На обочину производители работ «экономят» укладывая морозозащитный слой и нагребая глинистый грунт при формировании кювет. В результате этого происходит закупоривание дренажной системы, необходимой для отвода воды с земполотна: парообразная влага задерживается на нижней поверхности асфальтобетона, при весеннем потеплении оттаивающая вода по водоупорному

горизонту промерзшего грунта перемещается в сторону кювета, но глинистый грунт на обочине препятствует этому процессу, перенасыщаясь водой.

В весенний период воздействие азиатского антициклона приводит в Хакасии и на юге Красноярского края к значительным перепадам температур: ночью до -15; днём – до +25 на поверхности асфальтобетона. В результате переувлажнённый грунт на обочине при замерзании и оттаивании переходит в текучее состояние. А глинистый раствор, с талыми водами проникает в гравийно-песчаную смесь (морозозащитный слой) под дорожную одежду и кольматирует приграничный слой. Динамические нагрузки от транспорта в процессе оттаивания ускоряют кольматацию.

Наши исследования на станции Оросительная в течение 41 года за состоянием щебеночной оболочки вокруг свай - колонн показали отсутствие кольматации мелкого щебня фракции 10 – 20 мм. Глубина пробуренной скважины для создания комплексной противопучинной оболочки 1,2 метра. Диаметр пробуренной скважины, в которую засыпали щебень – 800 мм. (рис.1)



Рисунок 1. Отсутствие кольматации щебенистой противопучинной оболочки вокруг свай-колонны при отсутствии динамической нагрузки за 39 лет эксплуатации.
1-свая; 2 – щебень; 3 – суглинок.

Таким образом на контакте глинистого и щебенистого грунтов не происходит передвижения глинистого грунта в щебенистую засыпку.

Однако наличие глинистых частиц в обочине и морозозащитном слое приводит к кольматации под дорожной одеждой у обочины за счёт: а) передвижения водного раствора с глинистыми частицами при оттаивании льда под дорожной одеждой по подстилающему мерзлому водоупору; б) отсасывания из оттаивающего глинистого грунта обочины водного раствора при постоянных динамических нагрузках после проезда транспорта (насос при приложении и снятии нагрузки).

В результате такого интенсивного перекачивания водного раствора из глинистых грунтов, которыми представлена конструкция обочины, под дорожной одеждой вблизи обочины ускоренным образом происходит кольматация (заиливание) морозозащитного слоя.

Накопление глинистых частиц у обочины под асфальтобетоном приводит к дополнительной миграции влаги при промерзании грунтов. А при последующем оттаивании – возникают предельные напряжения, которые оттаивающий водонасыщенный грунт не выдерживает и выдавливается, образуя бугры выпучивания.

Экспериментальные исследования сопротивления сдвигу оттаивающих глинистых грунтов, проведённые на кафедре мерзлотоведения МГУ [4], несмотря на несовершенство методики тех лет, показали двукратное снижение сопротивления сдвигу. Наши исследования на больших моделях показали наступление предельного состояния оттаивающего грунта при нагрузках до трёх раз меньших, чем на тех же грунтах до промерзания [3].

Анализ рекомендуемых студентам СФУ технологий возведения земполотна [5] не отражает существенной опасности кольматации граничного слоя под дорожной одеждой у обочины. При достаточном накоплении глинистой фракции в морозозащитном слое под дорожной одеждой у обочины формируется пучинистый участок.

Поэтому для промерзающих грунтов Минусинских котловин необходимо не допускать попадание в обочину глинистых грунтов.

Список литературы

1. Симагин В.Г., Коновалов П.А. Основания и фундаменты зданий после перерыва в строительстве: учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 224 с. Ил.
2. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах. М., 2000
3. Халимов О.З. Метод физико-химической противопучинной стабилизации оснований при высоком залегании подземных вод Автореферат диссертации к.т.н. М. НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. 1989. 24с.
4. Шушерина Е.П. Исследования сопротивления сдвигу оттаивающих глинистых грунтов// Мерзлотные исследования, выпуск XX. Изд-во Моск. ун-та, 1983. С. 154 – 164
5. Гавриш В.В. Строительство автомобильных дорог. Возведение земляного полотна. / В.В. Гавриш, В.В. Серватинский, Е.Ю. Янаев. – Красноярск. Сиб. федер. ун-т, 2021. – 300 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ПЯТЫ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

С.П. Холодов¹, канд. техн. наук, доцент, В.С. Холодов¹, аспирант

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: целью работы является исследование влияния применения пяты буронабивных свай в форме шара на их несущую способность. Методика определения эффективности конструкции уширения подробно рассматривается в работах [1, 2]. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшая удельная несущая способность свай с уширением в форме шара будет меньше этой величины для свай с уширением в виде полусферы (ТИСЭ) на 36,3%, то есть в 1,57 раза.

Ключевые слова: свайные фундаменты, буронабивные сваи, сваи с уширенной пятой, уширение в форме сферы, удельная несущая способность свай.

Сваи с уширением (пятой) в виде сферы (сваи Франки, камуфлетные сваи и др.) достаточно часто встречаются в практике строительства. Однако, до сих пор неясными остаются вопросы выбора формы пяты и влияния ее на эффективность буронабивных свай.

Методика определения оптимальных размеров уширения буронабивных свай подробно рассматривается в работах [1, 2]. Применим эту методику для исследования уширения в форме шара.

Методика решения

В методике используется показатель m , равный отношению объемов свай с уширением к обычной.

$$m = V_{\text{уш}} / V_{\text{с}};$$

$$V_{\text{уш}} = V_{\text{с}} + V_{\text{пяты}};$$

Для уширения в форме шара:

$$V_{\text{пяты}} = 4 \pi X^3 / 3;$$

где X – радиус уширения.

Из объема шара нужно вычесть объем сваи в объеме полусферы (чтобы эта часть не суммировалась два раза).

$$V_{\text{цил}} = \pi r^2 X;$$

Подставляя эти выражения в выражение для m , и учитывая, что:

$$V_{\text{с}} = \pi r^2 \ell;$$

получим формулу для этого показателя.

$$m = V_{\text{уш}} / V_{\text{с}} = (\pi r^2 \ell + 4 \pi X^3 / 3 - \pi r^2 X) / (\pi r^2 \ell) = 1 + 4X^3 / (3r^2 \ell) - X / \ell.$$

Для свай ТИСЭ, с уширением в виде полусферы по [2]:

$$m = V_{\text{уш}} / V_c = 1 + 2X^3 / (3r^2\ell) - X / \ell.$$

Интересно сравнить эффективность применения пяты в форме шара и полусферы. Для этого посчитаем удельную несущую способность таких свай для одинаковых конструкций и грунтовых условий.

Характеристики для расчета приняты: $R = 2000$ кПа; $f = 28$ кПа; $\ell = 3,0$ м, $r = 0,1$ м.

В таблице 1 приведены значения $\Theta = K/m$ в зависимости от радиуса уширения X буронабивных свай с пятой в форме шара.

Таблица 1

$X, \text{м}$	m	K	Θ_c
0,10	1,011	1,000	0,980
0,20	1,289	2,631	2,041
0,30	2,100	5,348	2,547
0,40	3,811	9,153	2,466
0,50	6,389	14,05	2,199
0,60	10,40	20,02	1,925
0,70	16,01	27,09	1,692

В таблице 2 приведены значения $\Theta = K/m$ в зависимости от радиуса уширения X для буронабивных свай с пятой в форме полусферы по работе [3].

Таблица 2

$X, \text{м}$	m	K	Θ_n
0,10	0,989	1,000	1,011
0,20	1,111	2,631	2,368
0,30	1,499	5,348	3,568
0,40	2,287	9,153	4,002
0,50	3,611	14,05	3,891
0,60	5,600	20,02	3,575
0,70	8,382	27,09	3,232

Таблица 3

$X, \text{м}$	Θ_c	Θ_n	Θ_c / Θ_n
0,10	0,980	1,011	0,969
0,20	2,041	2,368	0,862
0,30	2,547	3,568	0,714
0,40	2,466	4,002	0,616
0,50	2,199	3,892	0,565
0,60	1,925	3,579	0,538
0,70	1,692	3,232	0,524

Сравнение удельных несущих способностей $\theta = K/m$ свай показывает большую эффективность формы уширения в виде полусферы (ТИСЭ).

В пределах всего диапазона значений радиуса $\theta_c < \theta_n$, При этом отставание θ_c относительно θ_n непостоянно, и растет с величиной радиуса от 0 при $X \approx 0,1$ м, до 46,2% при $X = 0,7$ м.

Выводы

1. В пределах всего диапазона радиуса X удельная несущая способность свай с уширением в форме шара будет меньше этой величины для свай с уширением в виде полусферы (ТИСЭ).

2. Наибольшая удельная несущая способность свай с пятой в форме шара будет достигаться при меньших радиусах уширения, чем у свай ТИСЭ ($X = 0,35$ м, против $X = 0,40$ м).

3. Величина наибольшей удельной несущей способности свай с пятой в форме шара будет меньше ее для свай с уширением в виде полусферы (ТИСЭ) на 36,3%, то есть в 1,57 раза.

Список литературы

1. Холодов С. П., Преснов О. М., Серватинский В. В. Выбор размеров уширения для буронабивных свай с уширенной пятой. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. Вып. 51(70), ISSN 1994-0351, с. 44-48, 2018.

2. Серватинский В.В., Холодов С.П., Холодов В.С. Влияние геологических и конструктивных факторов на оптимальные размеры уширения буронабивных свай. Национальная ассоциация ученых, Выпуск: 35(62), Том: 1, с. 37-39, 2020.

3. Холодов С.П., Стонт Н.В., Холодов В.С., Магарамов З.М. Влияние грунтовых условий на размеры уширения буронабивных свай. Перспективы науки, №5(152), с. 102-105, 2022.

КОНЦЕПЦИЯ АРКТИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛАТФОРМ ПОД МОДУЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

Е.Ю. Янаев, канд. техн. наук, доцент, М.Ю. Семенов, старший преподаватель, П.П. Мельников, старший преподаватель

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в ходе освоения арктических территорий, устройства временных зданий и сооружений на ММГ, целесообразно рассмотреть устройство модульных зданий на пространственных фундаментных платформах в условиях вечной мерзлоты.

Ключевые слова: Арктика, фундаменты, многолетнемерзлые грунты, пространственные фундаменты, структурные конструкции, модульные здания.

Одна из актуальных проблем в области строительства и эксплуатации зданий и сооружений в северных широтах, является специфика суровых климатологических условий и прихотливость ММГ. Существующие традиционные методы строительства трудоемки и затратны. Они основываются не на использовании, а на предварительной инженерной подготовки территории и основания, например, уплотнение грунта на большую глубину или применением свайных оснований. При этом очень часто разрушается естественно сложившаяся экологическая ситуация, так же гидрологический и тепловлажностный режим грунтов и возникают нежелательные последствия.

В ходе освоения арктических территорий, устройства временных зданий и сооружений на ММГ, целесообразно рассмотреть устройство модульных зданий на пространственных фундаментных платформах в условиях вечной мерзлоты.

Использование железобетонных фундаментов имеет свои существенные минусы за счет мало развитой логистики высокоширотного строительства и сезонности производства монтажных работ. Сборный железобетон труден в транспортировке, а монолитный железобетон существенно замедляет процесс строительства. Несмотря на огромный опыт строительства зданий и сооружений из железобетона в советские времена, на сегодняшний день это не практично.

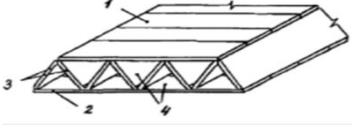
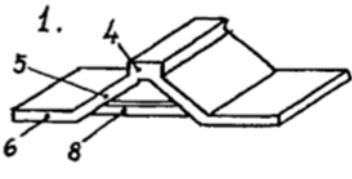
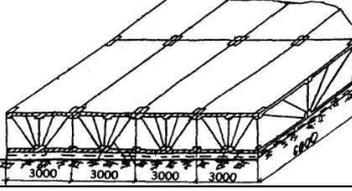
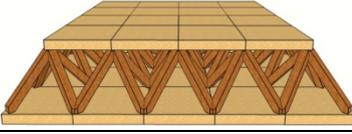
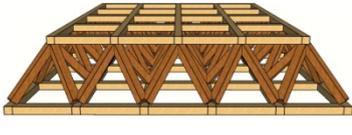
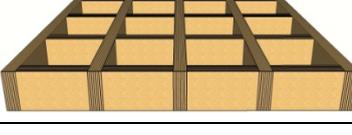
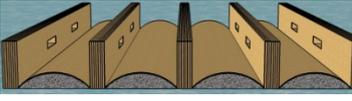
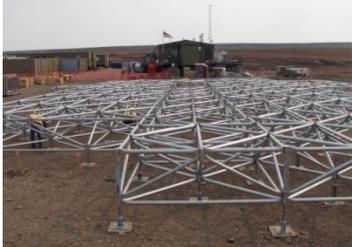
Международные стандарты требуют соблюдения экологических требований Арктического строительства. Использование железобетона ставит перед будущим поколением сложные вопросы касательно демонтажа и утилизации материалов.

Вопросы, использования деревянных конструкций, которые доставляются на площадку строительства пакетно и собираются по месту, что позволяет производить монтаж всесезонно и при необходимости демонтировать сооружения для переноса его на другую площадку или для утилизации, ранее поднимались [3].

Общие преимущества фундаментных платформ представлены в таблице 1, демонстрирует общие преимущества и недостатки известных фундаментных платформ при возведении на них блочных секционных зданий.

В целом в таблице рассмотрены варианты фундаменты с различными конструкционными материалами.

Таблица 1 - Сравнение известных видов пространственных фундаментов

Вид ПФП	Визуализация	Преимущества	Недостатки
Железобетонные складчатые фундаменты Поповича А.П.		Пространственная жесткость, прочность, внедрение экспериментального образца	Использование железобетона, логистика затруднена
Железобетонные оболочки Гончарова Ю.М.		Пространственная жесткость, прочность, внедрение экспериментального образца	Использование железобетона, логистика затруднена, монтаж монолитного железобетона осуществляется сезонно
ПФП Абовского Н.П.		Пространственная жесткость, прочность, внедрение экспериментального образца	Использование железобетона, логистика затруднена
Плитно-стержневая структура, деревянные конструкции		Упрощенная транспортировка, повышенная логистика, экология строительства	Экономическая нецелесообразность в связи с применением плит CLT
Структурная плита, деревянные конструкции		Упрощенная транспортировка, повышенная логистика, экология строительства	Требуется более детальная проработка узлов для минимизации применения нагельных соединений из металла
Перекрестно-балочная система, деревянные конструкции		Упрощенная транспортировка, повышенная логистика, экология строительства	Экономическая нецелесообразность в связи с применением плит CLT
Складчатые конструкции, деревянные конструкции		Упрощенная транспортировка, повышенная логистика, экология строительства	Экономическая нецелесообразность в связи с применением плит CLT
Фундаменты оболочки, деревянные конструкции		Упрощенная транспортировка, повышенная логистика, экология строительства	Экономическая нецелесообразность в связи с применением плит CLT
MultipointFoundations		Упрощенная транспортировка, повышенная логистика, экология строительства	Структура платформы не предполагает равномерное распределение усилий по грунту основания

Стоит рассмотреть пространственную фундаментную платформу в виде структурной плиты. Основной материал плиты – металлические элементы. Создать платформу из металлических конструкций в виде перекрестно-балочной системы выглядит не экономичным. Складки и оболочки предполагают использования металлических пластин, что также является затратным. Плитно-стержневая структура наиболее осуществима, но вместе с тем допускает использование металлических

пластин.

Имеет место, учитывать все вышеперечисленные концепции нордификации высокоширотного строительства, но в качестве основного материала использовать металлические конструкции.

Металлические конструкции обладают достаточной механической прочностью и могут быть сборно-разборными.

Список литературы

1. Гончаров Ю.М. Исследования инновационного фундаментостроения в криолитозоне: монография / Ю.М. Гончаров, А.П. Попович. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 490 с.

2. Гончаров Ю. М. Разработка и совершенствование эффективных методов фундаментостроения на многолетнемерзлых грунтах: автореф. д-ра. геол.-минерал. наук: 04.00.07 / Гончаров Юрий Михайлович. – Якутск, 1989. – 42 с.

3. Ivan Inzhutov, Victor Zhadanov, Sergei Amelchugov, Alexey Klimov, Peter Melnikov, Nadezhda Klinduh, A comparative analysis of foundation design solutions on permafrost soils E3S Web of Conferences, Vol. 110, 01019 (2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001019>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛАТФОРМ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОД МОДУЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ НА ММГ

Е.Ю. Янаев, канд. техн. наук, доцент, М.Ю. Семенов, старший преподаватель, П.П. Мельников, старший преподаватель

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в ходе освоения арктических территорий, возведения временных зданий и сооружений на ММГ, целесообразно рассмотреть устройство модульных зданий на пространственных фундаментных платформах в виде структурной плиты.

Ключевые слова: Арктика, фундаменты, многолетнемерзлые грунты, пространственные фундаменты, структурные конструкции, модульные здания.

Современная политика Российской Федерации направлена на освоение Арктики. Северные территории хранят в себе огромное количество ресурсов для освоения которых требуются инновационные подходы в области фундаментостроения [1, 2].

Целесообразно рассмотреть пространственную фундаментную платформу из металлических элементов в виде структурной плиты под модульные здания на ММГ. Металлические элементы могут быть выполнены из стали, алюминия или ЛТСК (легкие стальные тонкостенные конструкции). Каждый из данных материалов представленных имеет свои преимущества и недостатки. В случае стали присутствует склонность материала к коррозии, а алюминий обладает высокой стоимостью. Сталь более прочная, по отношению к алюминию. Пространственная фундаментная платформа в виде структурной плиты обладает наименьшей материалоемкостью по сравнению с остальными конструктивными решениями фундаментных платформ. В случае структурной плиты, основными элементами конструкции являются стержни, которые могут быть выполнены из различного металлопроката. Возможен вариант плитно-стержневой структуры из металлических элементов, но в таком случае нижний и верхний пояс будут представлены металлическими пластинами. Верхний пояс фундаментной платформы выполнять из металлических пластин нецелесообразно.

Структурная плита из металлических элементов может иметь различную структурную геометрию [3]. Структурные плиты могут быть двухпоясные, состоящие из двух плоских параллельных решеток, соединенных между собой системой жестких связей в виде раскосов. Как и вид решеток, так и расположение раскосов может быть различными. Решетки могут быть в виде квадрата, треугольника, так и правильного шестиугольника, и других геометрических фигур.

У платформы с квадратными ячейками основным элементом фундаментной платформы является кристалл в форме правильной пирамиды (рисунок 1).

С учетом рекомендаций самыми оптимальными кристаллами являются кристаллы с размерами оснований 1500x1500 и 3000x3000 с углами наклона стержней 35 и 55 градусов.

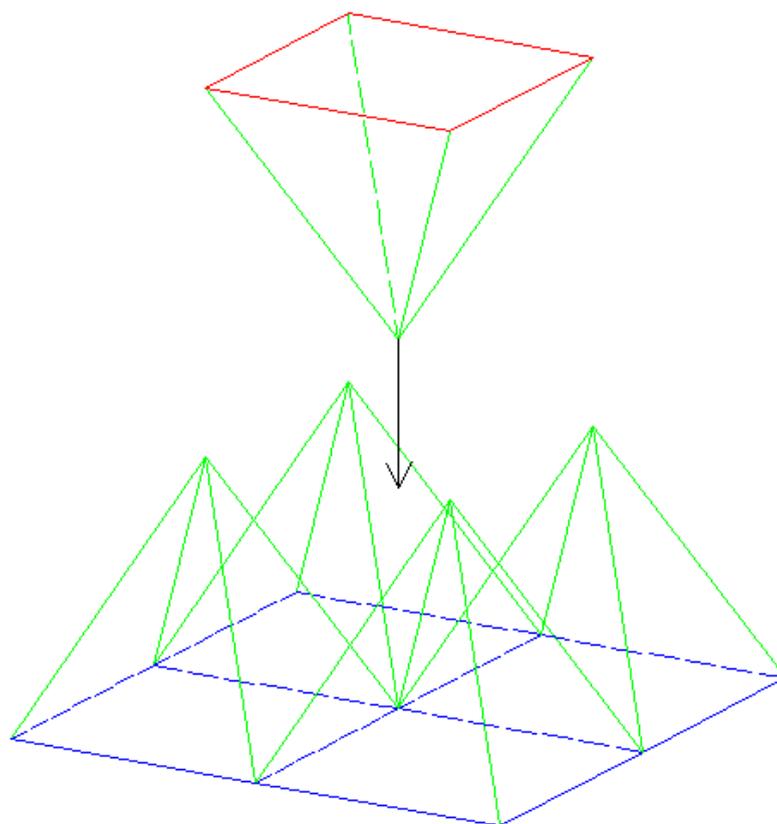


Рисунок 1. Комбинирование нескольких кристаллов в структурную плиту

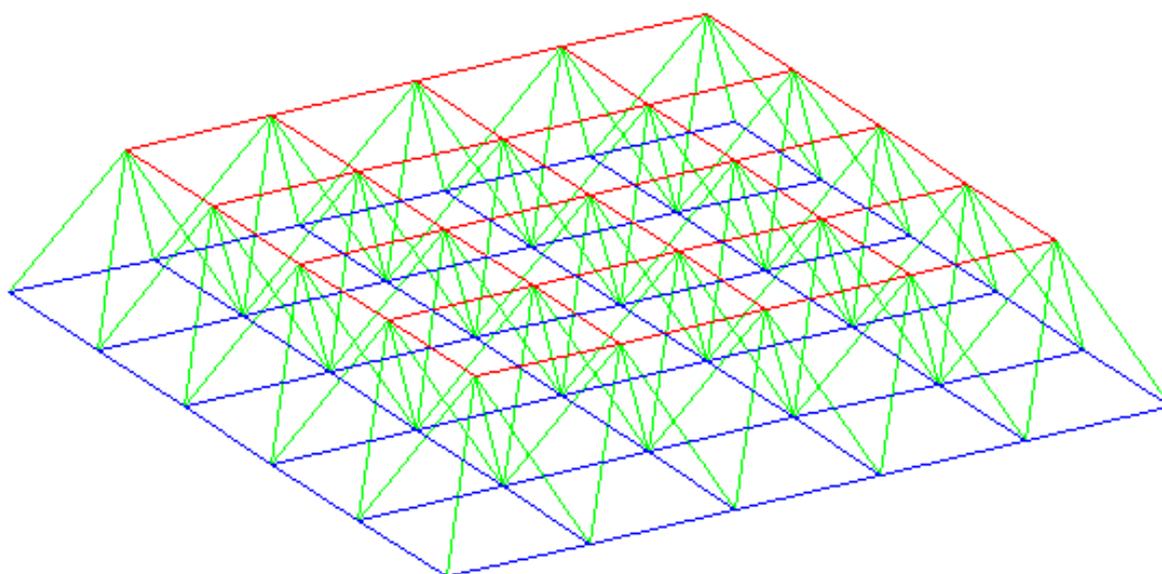


Рисунок 2. Структурная геометрия фундаментной платформы под сооружение 6000х6000 с кристаллами 1500х1500.

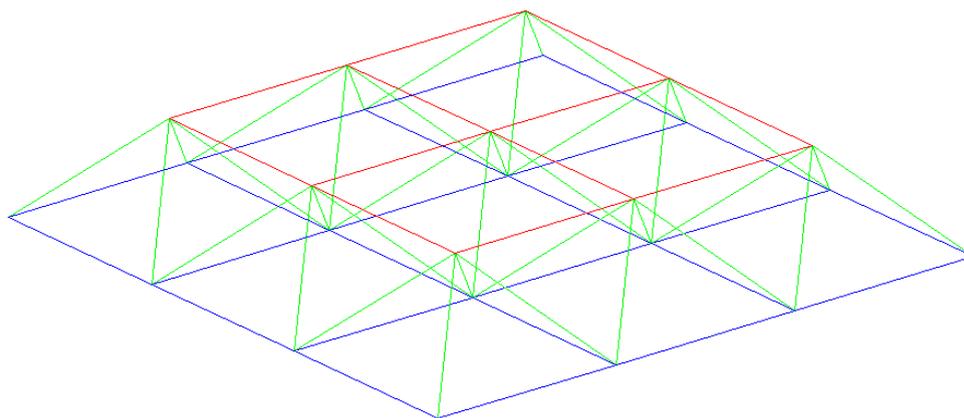


Рисунок 3. Структурная геометрия фундаментной платформы под сооружение 6000х6000 с кристаллами 3000х3000.

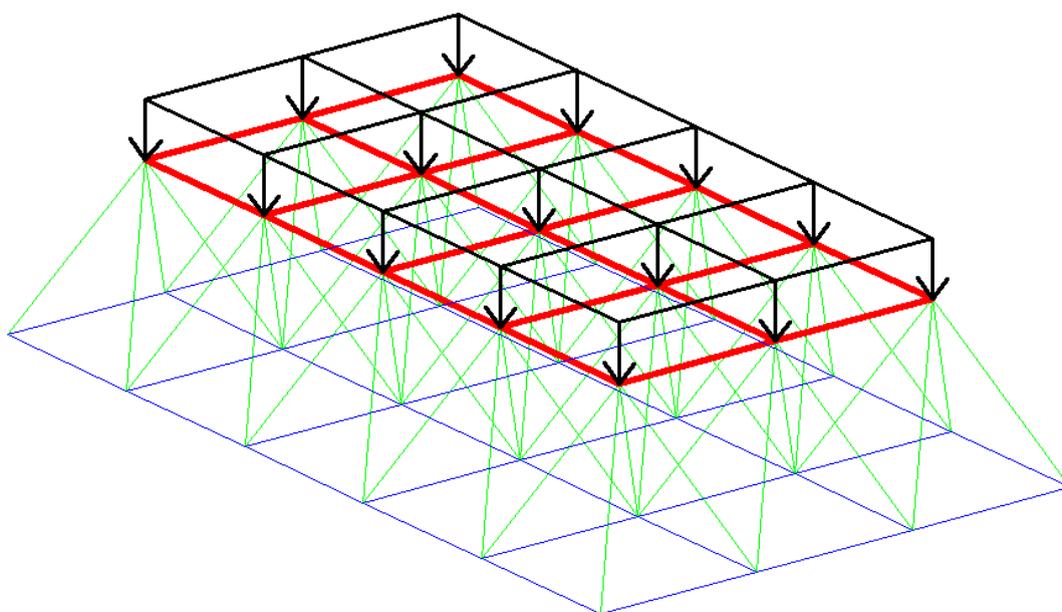


Рисунок 4. Схема нагружения фундаментной платформы типа 3х6, с кристаллами 1500х1500.

Из конструктивных соображений массу блочного сооружения принимаем равной 10 тонн. Район строительства - г. Норильск. В соответствии с СП 20.13330.2016 "Нагрузки воздействия", Норильск относится к IV ветровому району - 0,48 кПа; V снеговой район - 2,5 кПа. При расчете задавались характеристики упругого основания 1 и 30 МПа.

На основании расчетов выявлено, что структурный фундамент с ячейками 3000х3000 выходит дешевле, чем с ячейками 1500х1500 мм.

Список литературы

1. Гончаров Ю.М. Исследования инновационного фундаментостроения в криолитозоне: монография / Ю.М. Гончаров, А.П. Попович. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 490 с.
2. Гончаров Ю. М. Разработка и совершенствование эффективных методов фундаментостроения на многолетнемерзлых грунтах: автореф. д-ра. геол.-минерал. наук: 04.00.07 / Гончаров Юрий Михайлович. – Якутск, 1989. – 42 с.
3. Ivan Inzhutov, Victor Zhadanov, Sergei Amelchugov, Alexey Klimov, Peter Melnikov, Nadezhda Klinduh, A comparative analysis of foundation design solutions on permafrost soils E3S Web of Conferences, Vol. 110, 01019 (2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001019>

МЕТОДЫ РЕНОВАЦИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА

К.А. Антонова¹, магистр, А.В. Шаропатова^{1,2}, канд. экон. наук, доцент

¹ *Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск*

² *Красноярский государственный аграрный университет (КрасГАУ), Красноярск*

Аннотация. Инженерная инфраструктура относится к числу важнейших объектов городского управления и планирования, так как от результатов ее деятельности в первую очередь зависят возможности развития города, привлечение инвестиций и качество жизни населения. В работе представлены методы реновации инженерной инфраструктуры

Ключевые слова: инженерная инфраструктура, методы, реновация.

Значение термина «реновация» зависит и от конкретной области деятельности. В строительстве данное понятие можно сформулировать как «снос старых сооружений или улучшение структуры с целью создания условий для осуществления строительных работ без учета степени износа старых сооружений».

Впервые термин «реновация» был отмечен на законодательном уровне в 2017 году, Президент РФ Владимир Владимирович в 2017 году утвердил изменения к закону «О статусе столицы Российской Федерации» в части установления особенностей правовых отношений в целях реновации жилищного фонда [1].

Если рассмотреть тему с правовой точки зрения, то можно обнаружить, что Федеральный закон № 141-ФЗ оказывает содействие в обеспечении территории, в отношении которой утверждена документация по планировке территории в целях реализации решений о реновации, объектами социальной, транспортной, инженерной инфраструктур.

В г. Красноярске сегодня актуальна проблема износа сетей и оборудования, который оценивается в 60%. Число аварий, в связи с этим растет, как и затраты, связанные с ремонтом. Затраты в сфере водоснабжения, теплоснабжения и электроснабжения, имеют место из-за аварийного состояния сетей [2].

Необходимо выделить наиболее эффективные методы реновации инженерной инфраструктуры для увеличения темпов замены аварийных участков и уменьшения износа инженерных сетей [3]. Анализируя публикации и иную документацию, обеспечивающую исключительные права авторства и использования объекта патентования, по методам реновации инженерной инфраструктуры, также изучив методы реновации жилищного фонда, разделим методы реновации инженерной инфраструктуры на экстенсивные и интенсивные методы, указанные на рисунке 1 [4].

Первая группа методов ремонта (интенсивные методы) заключается в замене участка с серьезными дефектами или полным износом. Для трубопроводов, находящихся под землей, необходима разработка грунта и в дальнейшем строительство новых инженерных сетей. Данный метод является причиной увеличения трудоемкости.

При первом способе интенсивного метода реновации инженерной инфраструктуры труба, подлежащая замене, разрушается с помощью специальных устройств, а фрагменты удаляются или вдавливаются в грунт. При этом расчищается путь для прокладки новой трубы. Такие технологии требуют сложных и

дорогостоящих устройств для ликвидации старых труб и установок проталкивания труб.



Рисунок 1. Экстенсивные и интенсивные методы реновации инженерной инфраструктуры (составлена авторами)

При небольших и местных участках, подверженных коррозии и другим дефектам, используется способ восстановления трубопроводов снаружи.

Для устранения утечек из трубопроводов применяются обжимные фланцы и муфты, гидравлические пережимы и другие прижимные опоры.

Ко 2-й группе относятся методы ремонта, при которых поврежденный участок трубы герметизируется снаружи, применяется технология "холодной" сварки с использованием полимерных многокомпонентных материалов, состоящих, как правило, из пластичной основы, армированной наполнителями, обладающими высокой прочностью и другие.

Способ МПП это покрытие на минеральной основе, которое состоит из двух компонентов: жидкой и порошковой фракции. Вязкий материал наносят разнообразными способами и оборудованием на поверхность.

Следует отметить, метод минерально-полимерного покрытия или обетонирования. Система покрытия на минеральной основе позволяет увеличить срок службы трубопровода и бетонных поверхностей на 50+ лет. Увеличивает надёжность и долговечность трубопровода за счёт высокой адгезионной прочности сцепления;

По третьему методу группы трубопровод герметизируется путем нанесения защитного восстановительного покрытия на его внутреннюю поверхность.

При ремонте трубопроводов, имеющих большие диаметры, используют устройства для нанесения покрытий внутри трубопроводов. Для того, чтобы защитить внутреннюю поверхность трубопроводов от коррозии применяются цементно-песчаного покрытия.

Одним из недорогих и быстрых способов ремонта трубопроводов считается метод «труба в трубе»: при данном способе протягивается во внутрь трубопровода, требующего ремонта, специальные рукава, например, на рукава на основе полимерных материалов снаружи наносится клей.

Существует похожая технология метода «GFK-лайнер». Сущность технологии «GFK-лайнер» состоит в том, что вначале ремонтируемая зона аварийного трубопровода очищается и проводится видеоконтроль внутренней поверхности. В случае необходимости внутренняя поверхность выравнивается и сглаживается при помощи роботизированного инструмента. Затем с помощью тянущего устройства через отверстие в ремонтируемом трубопроводе протягивается мягкий фибerglassовый облицовочный рукав.

В качестве дополнительного примера в качестве защитного покрытия используются комбинированные рукава из материалов на основе нескольких слоев: слоя-наполнителя и слоя-матрицы, основы. При этой процедуре образуется герметичная защитная пленка.

Также распространена технология «U-лайнер», предполагающая использование U-образной или другой формы плетель, которая в процессе распрямляется и образует новый цельный трубопровод. Преимущество четвертого способа – почти полное сохранение проходного сечения трубопровода.

Представим сравнительные характеристики методов реновации инженерной инфраструктуры в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики методов реновации инженерной инфраструктуры в г. Красноярске

Методы	Преимущества	Трудоемкость, балл (0-5 балл)	Затраты балл (0-5 балл)	Продолжительность технологического цикла	Срок службы, лет	
Экстенсивные методы реновации	Строительство новых трубопроводов на новых территориях	<ul style="list-style-type: none"> • Относительно простой метод при любых способах прокладки трубопроводов. • Позволяет применять различную строительную технику. • Менее высокие требования к квалификации персонала. • Возможно использование экологически безопасных, бесшумных в работе. • Возможно использование несложного и относительно недорогого оборудования, высокая производительность. 	4	4	20-100 мес	25-50
	Строительство на месте предварительно разрушенных старых трубопроводов	<ul style="list-style-type: none"> • Минимум раскопок. Земляные работы обходятся устройством всего 2-х небольших ниш – стартовой и приемной. • Отсутствие предварительной очистки труб и телеинспекции. • Возможность прокладки трубопровода более крупного диаметра/ • Экономия финансов • Простота и скорость ремонта. • Получение надежного трубопровода без соединений и 	5	3	1-6 мес	25-50

		стыков. • Не требуется предварительная очистка трубопровода				
Интенсивные методы реновации	Способы ремонта, связанные с полной заменой дефектного участка трубопровода новым трубопроводом	<ul style="list-style-type: none"> • Метод не вредит транспортной инфраструктуре и экологической системе. • Вывод из эксплуатации трубопровода производится на особых участках. • Характеристики трубопроводов улучшаются, потери воды минимальны. • Особенностью является небольшая трудоёмкость и небольшой срок ремонтных работ. 	5	3	1-6 мес	30
	Способы ремонта, которые предусматривают герметизацию поврежденного участка трубы снаружи.	<ul style="list-style-type: none"> • Препятствование образованию ржавчины на поверхности и под покрытием; • Защита конструкций и изделий от коррозии; • Термоустойчивость покрытия • Химическая устойчивость покрытия (рН от 3,5 до 14); • Способность лакокрасочного покрытия к прочному сцеплению с окрашиваемой поверхностью. 	3	3	5-25 смен (на 100 м трубопровода)	30
	Способы ремонта, в которых герметизация осуществляется изнутри трубопровода	<ul style="list-style-type: none"> • Санация трубопроводов методом нанесения ЦПП не причиняет ущерба дорожному движению и окружающей среде. • Вывод из эксплуатации на том участке, где требуется ремонт • Улучшаются гидравлические характеристики труб • Экономически выгодный метод 	3	2	3-5 смен (на 100 м трубопровода)	30
	Способы ремонта «труба в трубе»	<ul style="list-style-type: none"> • Технология применима к трубам, которые не выдерживают статической нагрузки; • Отсутствие теплового воздействия; • При растяжении отсутствует дополнительное напряжение; • Устойчивость к коррозии; • Гладкая поверхность полиэтиленовой трубы значительно снижает сопротивление в течение длительного времени и увеличивает гидравлическую 	2	2	1-3 смен (на 100 м трубопровода)	50

	пропускную способность трубопровода; • Движение транспорта не нарушается; • Вероятность сохранения существующих инженерных сетей от повреждений в процессе ремонта минимальна; • Минимальная разработка грунта; • Уровень вреда, наносимого экологии, минимален				
--	---	--	--	--	--

Безусловно, необходимо отметить, что износ инженерной инфраструктуры растет и превышает темпы замены аварийных участков [5]. Кроме того, замена участков трубопровода осуществляется в основном трубами устаревшего типа, срок службы которых короткий.

Таким образом, можно сделать выводы:

- Используя современные материалы, можно предотвратить коррозионные процессы в трубопроводах и снизить процент износа инженерных сетей.
- Использование современного оборудования и материалов позволяет без проблем профессионально реконструировать инженерную инфраструктуру.

На наш взгляд, наиболее эффективными методами реновации инженерной инфраструктуры являются 3 и 4 способа интенсивного метода, так как наблюдаются минимальные технические трудности, не нарушается движение транспорта, минимальная разработка грунта и актуальное для г. Красноярска - уровень вреда, наносимого экологии, минимален.

Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О статусе столицы Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части установления особенностей регулирования отдельных правоотношений в целях реновации жилищного фонда в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве» от 01.07.2017 N 141-ФЗ (последняя редакция). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219023/
2. Антонова К. А., Шаропатова А.В. Современные проблемы и перспективы развития инженерной инфраструктуры в городе Красноярске // Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения. 2022. С. 275-279.
3. Лёвкин С. Москва учтёт опыт реновации в других странах. URL: <http://sroportal.ru/news/regional/sergej-lyovkin-moskva-uchtyot-opyt-renovacii-v-drugix-stranax/> (дата обращения: 05.09.2022).
4. Саенко И. А., Шаропатова А.В. Факторы и механизм развития сферы жилищного строительства // Экономика строительства. 2017. № 3(45). С. 41-56.
5. Кадулин С. С. Разработка инновационного решения модернизации инженерного оборудования систем водоснабжения // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-innovatsionnogo-resheniya-modernizatsii-inzhenernogo-oborudovaniya-sistem-vodosnabzheniya> (дата обращения: 05.09.2022).

К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Г. ИРКУТСКА С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА

С.А. Астафьев, докт. экон. наук., профессор, Б.М. Бедин канд. экон. наук, доцент

Байкальский государственный университет, г. Иркутск

Аннотация: Проводится анализ современного состояния охраны архитектурных памятников в городе Иркутск. Выявляются основные проблемы и предлагаются пути их решения в сфере модернизации архитектурного наследия г. Иркутска. На основе анализа привлекательности «130-квартала» в г. Иркутске делается предположение о возможности переноса опыта восстановления архитектурного наследия на весь город.

Ключевые слова: архитектурное наследие, модернизация, сохранение памятников архитектуры, туризм

Культурное наследие Иркутска состоит из широкого спектра градостроительных и архитектурных объектов. Проблемы их сохранения, реставрации и развития обуславливают необходимость разработки таких научно обоснованных программ, которые будут способствовать расширению и детализации охранного законодательства в направлении сохранения культурного наследия и решению социальных проблем, повышению уровня инвестиций и экономического развития исторического города.

В тоже время следует отметить, что в Иркутске наблюдается ненадлежащее и потребительское отношение к культурному наследию, а отсутствие программы исследования и развития архитектурных памятников, способствует искажению и фрагментации историко-культурного ландшафта города.

Основанный в 1661 году Иркутск, как и любой старинный город, накопил огромное архитектурное наследие, которое несмотря на различные катаклизмы, например, опустошительный пожары 716 и 1879 годов, все-таки дошло до нас. В Иркутской области насчитывается более 5 тысяч памятников культуры и истории. Из них около 1000 – в Иркутске. К сожалению большинство из них – это полуразрушенные старые деревянные дома. Имеющиеся памятники можно отнести к федеральной, областной и муниципальной собственности, а значит и ответственность за их содержание лежит на разных бюджетах.

Еще одна категория домов - вновь выявленные объекты культуры и истории, в отношении которых ещё не проведена историко-культурная экспертиза. В регионе больше 4,5 тысяч зданий с категориями «вновь выявленные» по которым пока специализированными органами не проведена историко-культурная экспертиза. В Иркутске находится около 500 из них.

К сожалению, следует отметить, что многие эти памятники, в том числе и те, которые сохранились еще с XVIII века, находятся в ненадлежащем виде и фактических действий по их сохранению не предпринимается. При этом совершенно неважно в какой форме собственности они находятся и какой статус они имеют.

Мало того, даже в тех случаях, когда вопрос реставрации сдвигается с мертвой точки, из-за того, что архитектурный объект находился без должного ухода длительное время в итоге спасти удается немного. В качестве примера стоит

привести историю одного из старейших деревянных домов города, так называемого дома Шубиных [2]. В течении длительного времени данный объект, расположенный по ул. Лапина, 23 неоднократно менял владельцев, горел, подвергался разграблению. И когда в 2018 году реставрационные работы, наконец, начались оказалось, что в результате небрежного отношения к памятнику, использовать в качестве материалов для дальнейших работ возможно не более 15-20% древесины. То есть фактически находящийся по данному адресу дом является заново построенным «новоделом» с небольшим добавлением исторических деталей. Эта ситуация не является исключением, фактически те архитектурные памятники, которые будут восстановлены через несколько лет, будут представлять из себя такие же реплики исконных памятников деревянного зодчества Иркутска.

Причин, почему так происходит сразу несколько. Самой большой проблемой является недостаточное финансирование памятно-охранной деятельности. Отсутствие внятного государственного программного финансирования вызывает упадок и потерю историко-культурных достопримечательностей.

По сведениям Агентства развития памятников Иркутска, стоимость реставрации 1м2 здания-памятника обходилась в 50-60 тысяч рублей. В то время, когда себестоимость нового строительства обычного здания была около 45-60 тыс.м2. То есть иной раз бывает дешевле построить новый дом, а не изыскивать средства на реставрацию старых. Решение об этом всегда лежит на властях города. Где-то для старых ветхих домов в центре города нахождение под запретом, а где-то власти изыскивают средства чтобы оставить потомкам связь со стариной и своей культурой. Иркутск – один из немногих городов в стране, который старается на ограниченные средства заниматься сохранением истории. Сюда можно отнести и строительство «Иркутской слободы» с десятками деревянных зданий (130-квартала), хотя и в большинстве своем зданий-новоделов. Тем не менее, большинство туристов, приезжающих в Иркутск, прежде всего хотят посетить именно этот квартал с деревянными резными зданиями (рисунок 1).



Рисунок 1. 130 квартал, Иркутск

Однако это один из единичных примеров, которые хотят скопировать во многих городах и в самом Иркутске тоже. Рядом с кварталом-новоделом находятся

так называемые Иркутские кварталы, по площади больше 130-квартала раз в 10 (рисунок 2).



Рисунок 2. Концентрация исторических деревянных зданий в центре г. Иркутска в различных локациях – кварталах

В рамках Иркутских кварталов с 2016 года идет активная работа по комплексному развитию территории с реставрационными работами на десятках объектов, имеющих историческую ценность, со сносом ветхих деревянных строений и возведением на их месте ресторанного квартала, общественных пространств и реставрации зданий, имеющих историческую ценность (рисунок 3, 4).



Рисунок 3. Ресторанный квартал



Рисунок 4. Спуск от Мемориального парка к Иркутским кварталам, 2010 и 2020 гг.

Так же недалеко находится еще один квартал – Декабристский квартал, с расположенными в нем объектами музея истории г. Иркутска им. А.М. Сибирякова и музея декабристов Волконских (рисунок 5).



Рисунок 5. «Кружевной дом» Иркутска в музее истории Иркутска

Занимаясь вопросами сохранности таких объектов, отсутствует надлежащий контроль за выполнением действующих законов и правовых актов со стороны охранных органов. Слабый контроль имеет место по отношению к деятельности экспертов, выдающих заключения историко-культурной экспертизы. Отсутствует четкий регламент и затянуты сроки сбора необходимых документов и согласований при реставрации деревянных домов. В итоге нарушение законодательства по вопросам охраны и использования историко-культурного наследия приобрели системный характер, а нарушители не несут должной ответственности.

Кроме того, следует отметить и проблемы материального характера, в частности:

- идет активное устаревание и разрушение деревянного центра города;
- деревянное зодчество, которое привлекает туристов в наш город фактически не используется в рекреационных целях, отсутствуют малые формы, символика и, в частности, брендовый, знаковый дизайн, который подчеркнул бы особенности старого города;
- несоответствие масштабов новой и сложившейся городской среды исторического центра (например, включение неэстетичных, в большинстве случаев типовых зданий в застройку центра);
- потеря исторического наследия - 30% памятников было уничтожено. Только за последние 10 лет – 600 домов ушло под снос;
- поточное конвейерное выведение памятников из списка вновь выявленных объектов культурного наследия.

Из вышеизложенного можно выделить цели модернизации архитектурного наследия г.Иркутска, которые должны быть следующими:

- создание современного центра города с учетом его истории, удобной и целостной архитектурной среды;
- новый узнаваемый знаковый дизайн г. Иркутска, ребрендинг исторического города. Это будет знаковым действием для привлечения большего количества туристов в г. Иркутск именно как в старый самобытный город со своим архитектурным лицом.
- создание новых площадок для бизнеса, новых условий для предпринимательских проектов и роста городской экономики с учетом сохранения архитектурных памятников города. Прекрасным примером такой интеграции является 130-й квартал.
- сохранение, реставрация, реконструкция деревянных домов [3];
- Иркутск должен стать базовой площадкой, где будут рождаться новые инициативы по правкам в закон об объектах культурного наследия.

Таким образом возникает алгоритм решения выявленных проблем, со своей спецификой. В частности:

- заказчиком историко-культурных экспертиз должен быть только орган охраны объектов культурного наследия, а не собственники и землевладельцы. Это снизит коррупционную составляющую и, как следствие, незаконный вывод зданий из охранного списка;
- кроме того, нужно воссоздать Реставрационные советы, которые будут состоять из профессионалов. Они будут помогать принимать профильным ведомствам взвешенные решения;
- нужен четкий регламент, который будет действовать по всей России;
- систему выведения памятников необходимо ужесточать и поставить под общественный контроль;
- упростить порядок доступа инвестора к возможности реконструкции памятников архитектуры;
- развитие благоустройства и применение элементов ландшафта в среде исторического города;
- наполнение городского пространства малыми архитектурными формами;
- наполнение исторических зданий и объектов культуры новыми функциями, активизация выставочной деятельности [1].

Все это позволит сохранить Иркутск как своеобразный сибирский город, повысит его туристическую привлекательность, а также, в определенной степени, снизит нагрузку на бюджет в сфере сохранения архитектурного наследия. Однако, следует заметить, что решения данных проблем только на муниципальном уровне невозможно, необходимым условием является и активное участие органов региональной и федеральной власти. Иркутск может стать «площадкой», на которой будут отработаны основные подходы к сохранению архитектурного наследия, которые в дальнейшем будут применяться во многих городах России.

Список литературы

1. Голпанов Ю.В. Сохранение культурно-исторического наследия в Современной России: проблемы и перспективы / Ю.В. Голпанов // Стратегические приоритеты. – М.: 2017. – № 1 (2). – С. 83-88
2. Ладик Л. Дом Шубиных // Где эта улица, где этот дом? Справочная книга об Иркутске / Составители Гурулёв А., Есипенок Н. — Иркутск: Папирус, 1993. – С. 14–15. – 112 с.

3. Холодок В. Доверительное управление объектами историко-культурного и природного наследия: зарубежный опыт / В. Холодок// Вестник Национальной академии государственного управления. – Киев. – 2012. – С. 284

ВЛИЯНИЕ МАРКЕТИНГА И БРЕНДИНГА ТЕРРИТОРИЙ НА СОВРЕМЕННЫЙ ОБЛИК И СОДЕРЖАНИЕ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.С. Астафьев, аспирант, П.С. Астафьева студент

Байкальский государственный университет, г. Иркутск

Аннотация. Проводя исследования в сфере развития территорий и застройки их жилыми комплексами, выясняется, что запросы людей на комфортную городскую среду с каждым годом увеличиваются. Многие люди отдают предпочтения тем жилым комплексам, в которых есть всё необходимое для их комфортного проживания, начиная от детских площадок, заканчивая парковочными местами и развитостью транспортных дорожных систем. В результате чего строительным компаниям приходится приспосабливаться к потребностям населения, становиться уникальными и внедрять инновации, чтобы выбирать именно их, тем самым использовать маркетинг и брендинг территорий. В статье рассматриваются решения, принимаемые девелоперами по строительству современных жилых комплексов, удовлетворяющих современные потребности общества, на примере г. Иркутска и близлежащих районов.

Ключевые слова: маркетинг территорий, брендинг территорий, комфортная среда проживания, строительство, жилой комплекс.

В последние годы в Российской Федерации стали активно уделять внимание вопросам повышения уровня комфортного проживания различные ученые и практики, занимающиеся вопросами маркетинга и брендинга территорий, вопросами совершенствования девелоперских подходов к повышению привлекательности городов и территорий [1-5].

Так, по мнению Саенко И.А. и Астафьева С.А., под комфортностью среды проживания следует понимать взаимосвязанную систему комфортного состояния квартиры, дома и прилегающей к дому территории [3].

При этом Полякова Н.В. считает, что прежде чем заниматься развитием комфортности среды проживания, необходимо оценить ее начальный, базовый уровень комфортности [6], для чего ею совместно с другими исследователями была разработана соответствующая методика оценки территорий. Из исследования следует, что оценка комфортности среды проживания в г. Иркутске в целом ниже среднего. Однако в последние годы в г. Иркутске стали появляться строительные компании, удовлетворяющие современные потребности населения в комфортной среде проживания. Примером могут служить жилые комплексы ЗАО «Восток Центр Иркутск». (рисунок 1).



Рисунок 1. ЖК «Стрижи Сити», г. Иркутск

Проведя анализ жилых комплексов «Стрижи» стало ясно, что люди их выбирают за уникальность, а именно за учет всех трех компонентов комфортности при проектировании жилых комплексов: квартира, дом, прилегающая территория. Так, для визуальной наглядности в каждом строящемся комплексе оборудуется этаж в виде шоурума, показывающий варианты планировки квартир, в том числе с учетом отделки различного уровня качества: черновая, white box, а также полностью готовая и меблированная (рисунок 2).



Рисунок 2. Шоурум в ЖК «Стрижи», г. Иркутск

Высокий уровень качества отделки квартир и учета элементов энергоэффективности, связанных с установкой тепловых регуляторов на каждой батарее, приводит к дальнейшему снижению расходов на отопление здания и сокращение квитанций на оплату жилья, что повышает привлекательность данных жилых комплексов. Площадки каждого этажа оформлены уникальными арт-панно из смолы ручной работы, по всему зданию установлено значительное количество видеокамер, к которым могут подключаться жители через специальное приложение на телефоне, что повышает безопасность проживания в ЖК «Стрижи». В зданиях, для удобства собаководов на первом этаже устроена лапомоечная, а для жителей сделан общий туалет на первом этаже, чтобы не было необходимости подниматься домой. Лобби-зона выполнена с элементами искусственного озеленения, фонтанами, картинами, книжной полкой для обмена литературой жителями и т.п. в соответствии с проектными решениями в различных жилых блоках, что делает уникальным каждый жилой блок в ЖК «Стрижи» (рисунок 3).

Данная строительная компания для обозначения своего бренда использует образ стрижей на зданиях, внутри зданий и на прилегающей территории, что делает ее узнаваемой. Для фирмы настолько важен комфорт их жилых комплексов и комфортное взаимодействие между компанией и жителями, что для них было придумано название «Стрижители».



Рисунок 3. Лобби-зона в ЖК «Стрижи Сити», г. Иркутск

Также уникальность состоит в том, что для развития придомовых территорий используются элементы ландшафтного дизайна. Большое внимание уделяется озеленению прилегающей территории (рисунок 4). А на территории жилых комплексов и внутри них располагаются уникальные детские площадки (рисунок 5). Также для «Стрижителей» проводятся различного рода концерты и праздники (рисунок 6).



Рисунок 4. Элементы ландшафтного дизайна, ЖК «Квартал Стрижи», г. Иркутск



Рисунок 5. Детская площадка в ЖК «Стрижи Сити», г. Иркутск



Рисунок 6. Концерт для иркутян от ЗАО «Восток Центр Иркутск»

Создание сообщества единомышленников (комьюнити) характерно и для другой девелоперской компании «Хрустальный Девелопмент», которая при развитии загородного образа жизни в коттеджном посёлке Хрустальный, г. Иркутск уделяет большое внимание проведению совместных праздничных мероприятий с жителями посёлка, что является важным элементом в создании комфортной среды проживания (рисунок 7).



Рисунок 7. Праздничные мероприятия в поселке «Хрустальный», г. Иркутск

Компания также использует элементы ландшафтного дизайна и озеленения для привлечения населения и повышения уровня комфортной среды (рисунок 8).



Рисунок 8. Ландшафтный дизайн в поселке «Хрустальный», г. Иркутск

Немаловажным моментом в повышении комфорта проживания является и управление построенными многоквартирными домами, организация их дальнейшего текущего и капитального ремонта. Для поддержания качества среды девелоперские фирмы, формирующие повышенный комфорт проживания, создают подведомственные им управляющие компании для дальнейшего содержания элементов комфорта в должном состоянии, а не отпускают жителей своих комплексов на самотек в части управления имеющимися в городе управляющими компаниями, которые как правило выполняют лишь минимальные запросы проживающего населения в части обслуживания и ремонта.

С учетом повышенного уровня затрат на содержание среды проживания в таких домах им рекомендуется накапливать средства на будущий капитальный ремонт домов на специальном счете в банке, а не отчислять обязательные сборы на капитальный ремонт на счет регионального оператора – Фонда капитального ремонта региона, который будет выполнять только минимальный уровень ремонтных работ и не обеспечит поддержание высокого уровня среды проживания [7].

Таким образом, можно сделать вывод, что одними из ключевых элементов в создании комфортной среды проживания являются брендинг и маркетинг территории. При этом качественное последующее управление построенными жилыми комплексами так же является инструментом формирования положительного имиджа ЖК. Те строительные компании, которые активно применяют данные элементы, наиболее качественно удовлетворяют современные потребности населения и получают заслуженную любовь и уважение от покупателей.

Список литературы

1. Визгалов Д.В. Брендинг города / Д.В. Визгалов. – Москва: Фонд «Институт экономики города», 2011. – 160 с.

2. Девелопмент: экономика развития территорий и повышения комфортности городской среды: Учебник / С. А. Астафьев, В. И. Сарченко, И. А. Саенко [и др.]. – Москва: Издательство АСВ, 2022. – 400 с.
3. Саенко И. А. Развитие теории и методологии управления качеством жилищного строительства и повышения степени комфортности проектов комплексной застройки территорий: дис... на докт.экон.наук: 08.00.05/ И. А. Саенко. – Иркутск, 2019. – 275 с.
4. Соседов К. А. Современные тенденции жилой архитектуры в современных комплексах России / К. А. Соседов // Техника и технологии строительства. – 2021. – № 4(28). – С. 9-13.
5. Пикулева, О. А. К вопросу о маркетинге и брендинге территорий / О. А. Пикулева // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2012. – № 6. – С. 33-37.
6. Полякова Н.В. Диагностика комфортности среды проживания в городах: обоснование и формирование методики / Н.В. Полякова, В.Е. Залешин, В.В. Поляков. – DOI: 10.17150/2500-2759.2020.30(1).121-129 // Известия Байкальского государственного университета. – 2020. – Т. 30, № 1. – С. 121–129.
7. Совершенствование подходов к оценке затрат на проведение капитального ремонта многоквартирных домов в Российской Федерации на примере Иркутской области / С. А. Астафьев, Д. А. Воронов, Г. В. Хомкалов [и др.]. – Иркутск : Издательский дом Байкальского государственного университета, 2021. – 206 с. – ISBN 978-5-7253-3048-9. – EDN UNUOTX.

ДИНАМИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА АРЕНДНОГО ЖИЛЬЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.В. Кашина, д-р. экон. наук, доцент, С.Б. Глоба, канд. экон. наук, доцент, Д.А. Бырдин, аспирант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Целью исследования является изучение динамики и перспектив развития рынка арендного жилья. Для исследования применялись методы статистического и экономического анализа. Выявлены значительная роль рынка арендного жилья для расширения предложения на рынке жилой недвижимости и обеспечения жителей городов местом проживания в различных жизненных ситуациях, но недостаточное регулирование рынка арендного жилья со стороны государства.

Ключевые слова: рынок недвижимости, арендное жилье, жилищный спрос, жилая недвижимость, арендная ставка.

Государства во всем мире в процессе регулирования рынка жилой недвижимости уделяют внимание функционированию рынка арендного жилья [1]. В России в 2011 году уже разрабатывался проект, затрагивающий вопросы стимулирования строительства арендного жилья. В данном проекте планировалось достижение доли арендного жилья на рынке до 20% и прописывались критерии предоставления субсидий на аренду жилья для различных категорий населения. Федеральный закон № 217-ФЗ предоставлял частным застройщикам возможность получения в аренду земельных участков без торгов в случае предложения ими минимальной арендной планы в планируемых к строительству на этих участках домах. Причем половину от строящегося арендного жилья они могли сдавать на коммерческих условиях. К тому же, они могли получить помощь от государства по обеспечению таких участков необходимой инженерной инфраструктурой [2-4].

Тем не менее, рынок арендного жилья в России в решении жилищных проблем граждан пока еще не играет существенную роль. Пока еще отсутствует возможность некоммерческой аренды жилья для тех, кто имеет уровень доходов, не позволяющий им считаться малоимущими, но недостаточный для приобретения жилья на рынке.

По данным аналитики, четверть семей допускает возможность аренды в качестве долгосрочного решения жилищного вопроса (таблица 1). Безусловно, всегда будут люди, кто будет снимать жилье. Это те, у кого нет первого взноса, кто не планирует оставаться жить в этом городе и так далее. Такие сегменты покупателей и являются теми, кто может снять квартиру для проживания.

Вероятнее всего, рынок аренды из долгосрочного переходит в среднесрочный: договоров на 11 месяцев может стать меньше, более популярным станет аренда на 3-6 месяцев (например, до момента, пока арендаторы ожидают достройку дома).

По-прежнему, лучше и проще будет сдаваться небольшая квартира без дорогого ремонта и высоких платежей управляющей компании, имеющая невысокую арендную плату (в среднем до 40 тыс. руб.). На сегмент с арендной платой от 60 тыс. руб. до 150 тыс. руб. (в элитных домах, с получением множества сопутствующих услуг), приходится немногим больше 20% потенциального спроса.

Таблица 1 – Зависимость потенциального спроса от арендной ставки*

Размер арендной ставки, руб.	Величина потенциального спроса, %
20 000 – 29 000	17
30 000 – 39 000	31
40 000 – 49 000	19
50 000 – 59 000	10
60 000 – 69 000	7
70 000 – 79 000	5
80 000 – 89 000	3
90 000 – 99 000	2
100 000 – 109 000	2
110 000 – 150 000	3,1

*Составлено по данным совместного исследования ВЦИОМ и «Дом.РФ» [5].

На стоимости аренды сказывается и конкуренция с первичным жильем. Так, на основе анализа данных ЦИАН, средняя величина арендной платы за однокомнатную квартиру в июне составляет около 20 000 руб. в месяц, за двухкомнатную — 28 000 руб. (рисунок 1).

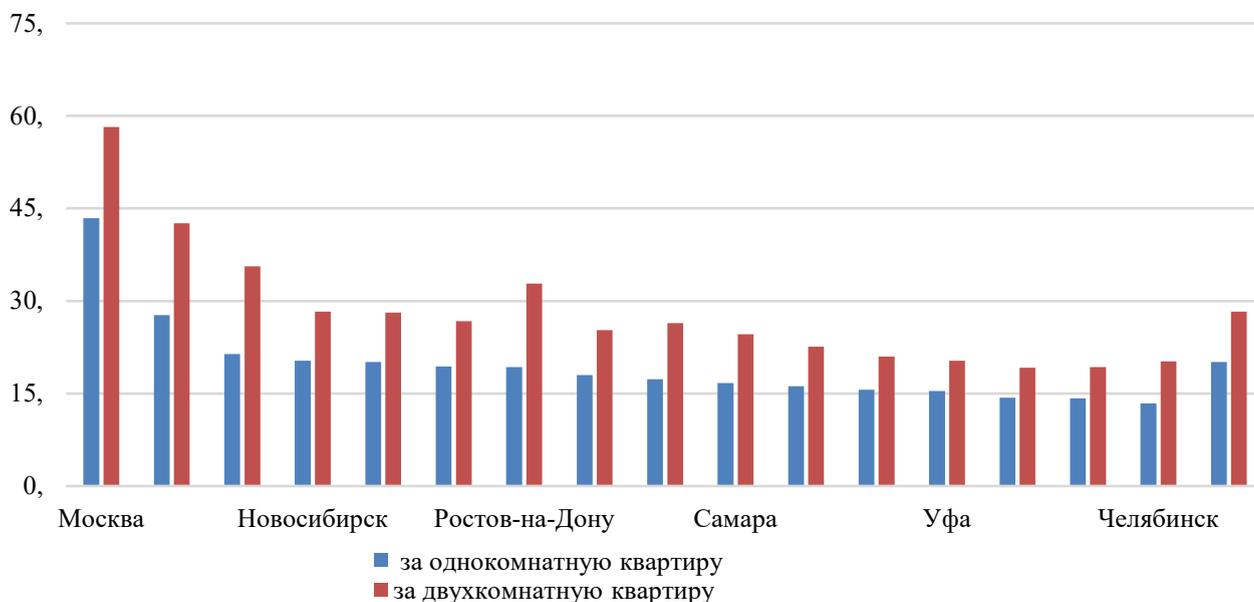


Рисунок 1. Средняя ставка аренды. Составлено по данным Циан. Аналитика

Согласно анализу данных «Циан. Аналитики», снижение цен на арендное жилье, особенно в сегменте однокомнатных квартир, наблюдается в 12 из 16 городов-миллионников (рисунок 2), причем, в наибольшей степени – в Краснодаре, Ростове-на-Дону и Самаре. Тем не менее, наибольшее снижение цен наблюдается в сегменте двухкомнатных квартир, в частности, в Ростове-на-Дону, Самаре и Челябинске.

Рынок арендного жилья Красноярска характеризуется более существенным снижением цен в сегменте двухкомнатных квартир (на 21 %), чем в сегменте однокомнатных квартир (на 11 %). Наименьшие изменения произошли на рынках Уфы и Волгограда, рынок же Екатеринбурга отличился отсутствием изменений.

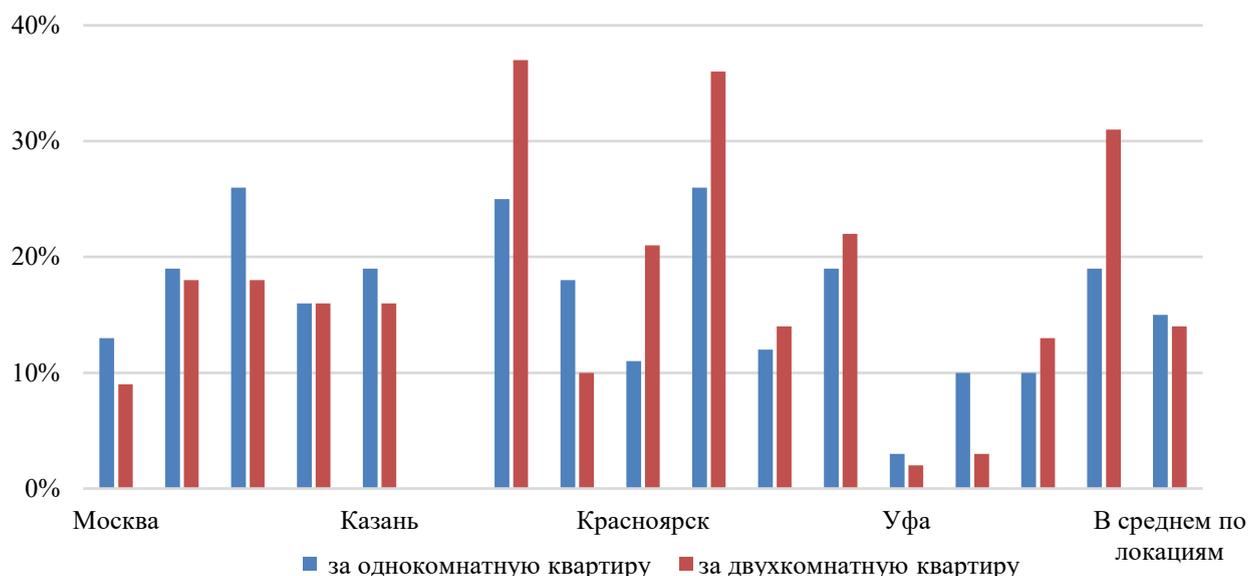


Рисунок 2. Динамика изменения цен на аренду, %. Составлено по данным Циан. Аналитика, <https://www.kommersant.ru/doc/5396287>

Структура спроса по количеству комнат представлена на рисунке 3. Наблюдается повсеместный устойчивый спрос на небольшие – однокомнатные квартиры. Особенно он высок в таких городах-миллионниках, как Самара, Казань, Омск, Челябинск, такая же тенденция просматривается и в г. Красноярск.

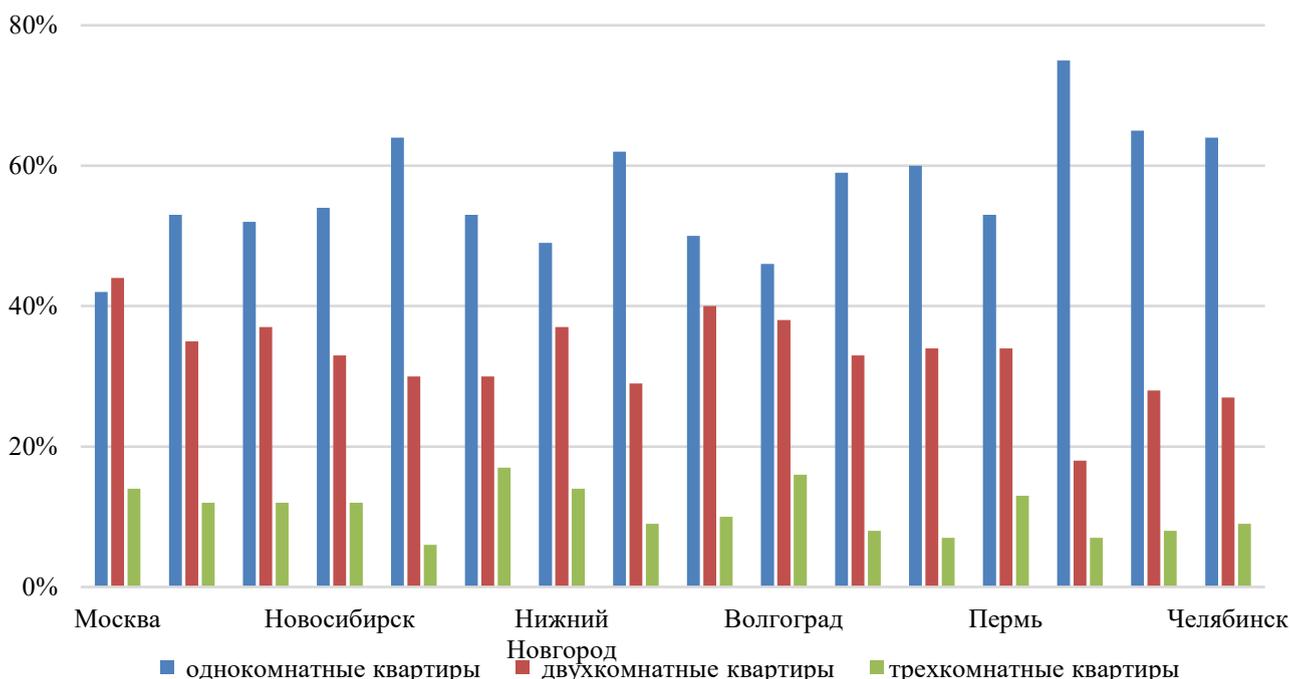


Рисунок 3. Распределение спроса по сегментам квартир в зависимости от количества комнат. Составлено по данным Циан. Аналитика

Динамика средних ставок долгосрочной аренды в городах-миллионниках

представлена на рисунке 4. В сегменте однокомнатных квартир наибольший рост наблюдается в Москве, Санкт-Петербурге (почти по 34%) и Краснодаре (41%). Наибольшие изменения в сегменте двухкомнатных квартир наблюдаются в Москве (35,1%), Краснодаре (40,4%), Ростове-на-Дону (37,3%) и Самаре (32,6%). В сегменте трехкомнатных квартир лидируют Ростов-на-Дону (54,8%) и Самара (46,5%). Рынок аренды Красноярск характеризуется умеренными темпами изменений: в сегменте однокомнатных квартир – на 25,2%, в сегменте двухкомнатных квартир – на 28,6%, и в сегменте трехкомнатных квартир – на 13,3%. Наименьшие изменения произошли на рынках Омска и Волгограда.

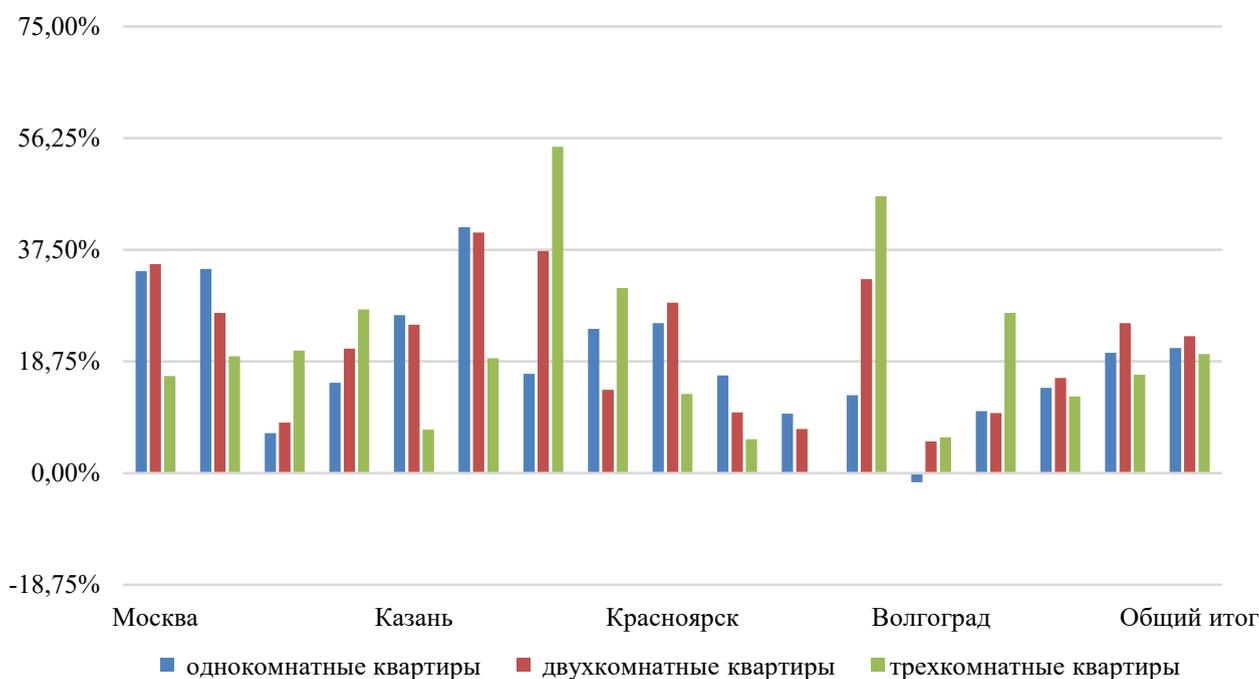


Рисунок 4. Динамика средних ставок долгосрочной аренды в городах-миллионниках.
Составлено по данным Циан. Аналитика

Сегодня можно констатировать, что рынок арендного жилья в России все еще не играет существенную роль в решении жилищных проблем, а практика строительства арендных домов не получила широкого распространения. Пока еще отсутствуют четкие механизмы регулирования рынка жилищной аренды. На сегодня в основном он представлен владельцами частной жилплощади, практически нелегально сдающими эти квадратные метры.

Проведенный анализ показывает большую востребованность арендного жилья, особенно в крупных и развитых городах России. При этом все больше растет потребность в структурных изменениях этого рынка и необходимость создания прозрачных и понятных условий взаимодействия контрагентов. Необходимо всестороннее изучение различных форм взаимодействия всех участников рынка.

Список литературы

1. Стратегия развития жилищной сферы Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/15909/stroitelstva/> (дата обращения: 03.10.2022).
2. Национальный проект «Жилье и городская среда» [Электронный ресурс] URL: <https://национальныепроекты.пф/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda> (дата обращения: 04.10.2022)

3. "Паспорт приоритетного проекта "Ипотека и арендное жилье" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 19.10.2016 № 8) [Электронный ресурс] URL: <https://legalacts.ru/doc/pasport-prioritetnogo-proekta-ipoteka-i-arendnoe-zhile-utv-prezidiumom/> (дата обращения: 04.10.2022)

4. Федеральный закон № 217-ФЗ "О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части законодательного регулирования отношений по найму жилых помещений жилищного фонда социального использования" [Электронный ресурс] URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/0c2/217-ФЗ.pdf> (дата обращения: 05.10.2022)

5. Опыт ДОМ.РФ в арендном жилье [Электронный ресурс] URL: https://profi.erzrf.ru/upload/iblock/803/V.N.-YAnushkevich_-Opyt-DOM.RF-v-arendnom-zhile.pdf (дата обращения: 05.10.2022)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ 21 ВЕКА И ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

О.В. Грушина, д-р. экон. наук, доцент, Т.А. Красноштанова, аспирант

Байкальский государственный университет, Иркутск

Аннотация: цель статьи — исследовать влияние экономических кризисов 21-го столетия на экономику в целом и жилищную отрасль Российской Федерации в частности. Анализ природы трех последних кризисов 2008, 2014 и 2020 гг. и их негативных последствий показал несбалансированность государственной политики в области их преодоления на примере отрасли жилищного строительства и реализации государственных программ обеспечения жильем.

Ключевые слова: экономические циклы; экономические кризисы; жилищное строительство; антикризисные меры; ввод жилья; ипотечное кредитование.

Теорий экономического цикла разработано на сегодняшний день не мало. Одной из наиболее полных работ в этой области можно считать труд Готфрида Хаберлера «Процветание и депрессия. Теоретический анализ циклических колебаний». Согласно его исследованию, все существующие на тот момент теории циклов можно свести к следующей схеме (рисунок 1).



Рисунок 1. Общая классификация теорий экономических циклов [1]

В самых общих чертах во всех основных теориях цикла подъем характеризуется высоким уровнем инвестиций, масштабным расширением кредита при снижении

ставки процента, расширением предпринимательских активностей во всех сферах, ростом потребления и ростом инвестиций в средства производства как закономерный ответ на рост предметов потребления (именно в этом месте проявляется эффект акселерации).

Затем, по одним теориям (перенакопления) при перенасыщении системы, по другим теориям – при диспропорциональных сдвигах, наступает остановка процесса подъема (рецессия), а затем сжатие, коллапсирование или разрушение по принципу пирамиды (депрессия).

Но если взглянуть на экономический цикл немного со стороны, то мы увидим, что подъем – достаточно ненормальное состояние, продуцируемое самим устройством, т. е. основной парадигмой сложившейся западной финансово-экономической системы.

Толчком любого подъема служит снижение процентных ставок и массовое расширение кредита. Если господствующей доминантой в экономической системе является максимизация выгоды, то понятно, что самое выгодное предприятие – это выдача денег под процент (т. е., получение денег из ничего). По более общему (чем теория процента) закону спроса и предложения, при увеличении спроса, ставки снижаются. Здесь происходит наоборот. Так как производство кредитов процесс достаточно монопольный, то снижение ставок увеличивает спрос на кредит, т. е. подъем вполне можно вызвать искусственно [1].

С какими же кризисами пришлось столкнуться нашей экономике и, в частности, жилищному строительству в XXI в.? Их оказалось четыре, и четвертый только начинается. В целом, кризис – это в дословном переводе с греческого «суд», если понятнее – то испытание. Суд вызван ошибками прошлого, и преодоление этих ошибок определяется действиями настоящего, прежде всего, государственной политикой, бюджетной, денежно-кредитной, инвестиционной, отраслевой и т. п.

Более ранние кризисы 2008 и 2014 гг. сопровождалась падением цен на нефть и резким ослаблением национальной валюты – рубля.

Причиной **кризиса 2008–2009 гг.** в РФ стал мировой финансовый кризис 2008 г., сердцевиной которого стало как раз жилищное строительство, вернее, его финансовая надстройка в виде субстандартных ипотечных кредитов и производных от них деривативных ценных бумаг. До России волна мирового кризиса докатилась в форме кризиса ликвидности, усиления оттока капитала и ужесточения требований к привлечению и обслуживанию заемного капитала, особенно внешнего, которым активно пользовались наши корпорации, сразу оказавшиеся в очень затруднительном положении. В статье А. Н. Ларионова и И. В. Малышева [2] обозначена эта проблема в отношении жилищного строительства: из-за кризиса банковской ликвидности 30% девелоперов не смогут выйти на объекты. Как резюмирует в своей статье А. В. Панфилов, совокупный вклад кредитной системы в финансирование жилищного строительства к разворачиванию кризиса в РФ можно было оценить в 46%. По причине отсутствия «длинных денег» для кредитования реального сектора возникло сужение источников финансовых ресурсов жилищного строительства. «К этим процессам относятся: примерно трехкратное сокращение выдаваемых ипотечных кредитов и соответствующее сокращение финансирования покупки жилья в виде первоначального взноса — это приводит к дефициту 17,1% финансовых ресурсов; снижение доли целевых сбережений на покупку жилья с 6,6 до 5,5%, что вызывает дефицит в размере 8% финансовых ресурсов; сокращение жилищных кредитов на индивидуальное строительство в 3 раза – влечет 2,2% дефицита; прекращение роста кредитов инвесторам и за-

стройщикам (объем полученных кредитов не больше объема погашенных) порождает 6% дефицита» [3]. В итоге С. А. Крымов выделяет следующие негативные последствия кризиса в жилищном строительстве: снижение возможностей для населения получения ипотечных кредитов, рост просроченной ипотечной задолженности, сокращение возможностей для девелоперов привлечения заемного капитала под свои проекты [4].

Интересные цифры последствий кризиса в жилищном строительстве Иркутской области приводит В. В. Попов: в 2008 г. в регионе было введено всего 0,23 м² на чел., при этом «уровень среднедушевого дохода был в регионе в 2008 г. в 2 раза ниже среднерыночных цен за 1 м² жилья, то есть, годового среднего дохода домохозяйства (3 чел.) хватало на оплату строительства около 10 м² жилья», «в 2008 г. в Иркутской области на 1 млн. руб. денежных доходов населения было построено всего 1,5 м² жилья (в 2000 г. – 2,5 м²)» [5]. Грандиозное падение! И несбалансированность спроса и предложения жилья. По сути, кризисы ведут к накоплению масштабного отложенного спроса на жилье, что после краткосрочного падения вызывает новый скачок цен. Не зря мы подобные эффекты относили к одному из «несовершенств рынка» в своих предыдущих исследованиях [6].

Скобликов Е. А., рассматривая мировой кризис 2008 г. в свете законов финансовых пирамид, приходит к выводу, что надо порвать спекулятивную закольцовку «деньги–деньги со штрихом», вернув внутрь реальное производство. «Исходя из второго закона финансовых пирамид, следует все внешние и внутренние займы, будь то кредиты МВФ, ГКО или еврооблигации, использовать исключительно для производственных вложений, обеспечивая одновременно и источник погашения процентов по этим кредитам и займам» [7]. То есть, преодоление кризиса невозможно без применения системы мер нерыночного регулирования экономики, тем более в социально-значимых сферах, к которым, бесспорно, относится сфера жилищного строительства.

Кризис 2014 г. впервые с развала Советского Союза познакомил нас с серьезными экономическими санкциями. Санкции должны были усилить давление на российскую экономику вследствие падения цен на нефть, тем более что доходы нефтегазового сектора на тот момент составляли до половины всех бюджетных поступлений. Впрочем, реальное влияние санкций было оценено позже не более чем в 10% [8]. Тогда же ЦБ РФ впервые применил такие методы как введение плавающего валютного курса и основной своей целью провозгласил таргетирование инфляции прежде всего, за счет изменения ключевой ставки (с июля по декабрь 2014 г. ключевая ставка была повышена с 8 до 17%). Как отмечает А. Г. Аганбегян, сбережение народа, доходы и потребление граждан, инвестиции в основной и человеческий капитал, ввод жилья и экспорт оказались «принесенными в жертву сохранению экономики и финансов» [9]. По его мнению, кризис 2008–2009 гг. вызвал многолетнюю стагнацию, усиленную санкциями 2014 г.

Плавающие валютные курсы создали такую конфигурацию валютных отношений, в которой деньги, утратив свою товарную основу, де-факто стали виртуальными, а мировой финансовый кризис в своей исходной основе отражает эти недостатки, он порожден ими. Далее резюмируется известная критика современной мировой финансовой системы, где доля реальных денег, эмитированных ЦБ, составляет всего 1%, а остальные «почти деньги» создаются коммерческими банками, но главная проблема порождения неизбежных кризисов – это необеспеченность эмитированных денег реальными товарами или реальным производственным процессом, вся эта масса с неизбежностью уходит в сферу спекуляции, на биржу, а не в реальный сектор [10]. Здесь

уместно привести рассуждения И. Г. Торгашиной о связи цен на жилье и «поплывшего» курса доллара (стоит отметить, что автор – поклонник либерально-рыночной экономической модели). Проведенный данным автором анализ показывает прямую корреляцию между ростом курса доллара и цен на жилье, однако на пике кризисов 2008 и 2024 гг. резкий скачок курса доллара приводит к «оттоку финансовых ресурсов из инвестиционно-строительного жилищного сектора» в пользу более выгодных валютных инструментов и цены на жилье могут упасть [11].

Позиции рыночного либерализма и веру в возможности монетарной теории разрешить любой кризис не разделяет С. В. Чупров: «Либерально-рыночный романтизм оказался не адекватным российской экономической реальности и был развеян хозяйственной жизнью», по его мнению, именно игнорирования кейнсианской инвестиционной сферы не дало возможности российскому правительству правильно реагировать на кризис и компенсировать недостаток ликвидности и проблемы с привлечением капитала ликвидности государственными вливаниями в инвестирование реального промышленного сектора [12].

Проблемы несбалансированности государственной политики в области экономического развития в целом и сферы жилищного строительства в частности так и не были решены, когда нагрянули два подряд новых, выбивающихся из системы и всех видов закономерностей кризиса. Фундаментальное сходство **кризисов 2020 и 2022 гг.** состоит в том, что они вызваны шоками неэкономической природы – пандемией коронавируса и западными санкциями. В этом заключается их принципиальное отличие от всех российских кризисов последних тридцати лет. Спад 2014–2016 гг. тоже отчасти был обусловлен санкциями, но основным удар по экономике тогда нанесло падение цен на нефть», говорится в докладе НИУ ВШЭ «Инфляционные вызовы периода пандемии и уроки для будущего» [13]. Первая волна коронакризиса началась в апреле 2020 г. Тогда Правительством было принято решение ввести на территории РФ массовый локдаун в целях избегания распространения новой коронавирусной инфекции. Многие предприятия наиболее пострадавших отраслей экономики (3 апреля 2020 г. Правительством РФ был утвержден перечень отраслей экономики, в наибольшей степени пострадавших в условиях ухудшения ситуации в результате распространения новой коронавирусной инфекции № 434) были вынуждены прекратить свою деятельность. Впервые за пять лет увеличилась безработица (до 5,9%), сократились реальные располагаемые доходы населения (на 3,5%). По итогам 2020 г. общий долг заемщиков в РФ достиг исторического максимума и превысил отметку в 20 трлн. руб., а объем просроченной кредитной задолженности граждан достиг 950 млрд. руб. [14].

Основная проблема, с которой столкнулась сфера жилищного строительства во время пандемии – закрытие границ, что привело к дефициту иностранной рабочей силы. Это в свою очередь привело к увеличению стоимости оставшейся рабочей силы (рост составил 16%), а некоторые застройщики были вынуждены приостановить проекты из-за невозможности обеспечить строительные площадки достаточным количеством рабочих. Подробно влияние пандемии коронавируса на строительную отрасль рассматривается в нашей статье «Отрицательный синергизм пандемии COVID-19 в сфере жилищного строительства на примере Иркутской области» [15].

Литвиненко И. В. в своей работе утверждает, что положительным результатом этого кризиса стало влияние на внедрение инноваций глобальным бизнесом и цифровизацию экономического пространства [16]. Принято считать, что строительство является консервативной сферой деятельности, однако многие федеральные застройщи-

ки заявляли, что начали процесс автоматизации своей деятельности именно во время локдауна. Также, к положительным изменениям можно отнести то, что коронакризис стал триггером для трансформации потребительского спроса и заставил строительную отрасль пересмотреть свои подходы к проектированию жилых комплексов. С весны 2020 г. многие компании перешли на дистанционную работу, люди стали проводить в стенах своего дома больше времени, чем когда-либо, а территория обитания человека сократилась до прогулок во дворе своего дома и похода в ближайший магазин. Это заметно повлияло на спрос: покупатели стали больше обращать внимание на наличие благоустроенного двора, коммерции, стали выбирать планировки, которые позволяют выделить место для работы из дома (домашние кабинеты).

Как видим, последние три кризиса имели разную природу и оказали неодинаковое влияние на сферу жилищного строительства. Сегодня, во время нового экономического кризиса важно понимать специфику жилищного строительства и определить, на что отрасль реагирует больше всего.

Список литературы

1. Грушина О. В. Рассуждение об экономических циклах / О. В. Грушина // Россия в XXI веке: итоги, вызовы, перспективы : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Москва : НОУ «Институт экономики и предпринимательства»; Тюмень:ООО «Ист Консалтинг», 2011. – С. 120–127.
2. Ларионов А. Н. Проблемы функционирования жилищно-строительного комплекса в условиях экономического кризиса / А. Н. Ларионов, И. В. Малышев // Вестник аграрной науки. – 2010. – № 1(10). – С. 57–59.
3. Панфилов А. В. Жилищный сектор – важнейший фактор восстановления экономики и формирования среднесрочной экономической динамики / А.В. Панфилов // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № . – С. 127–130.
4. Крымов С. А. Судьба жилищного строительства в условиях кризиса / С. А. Крымов // Вестник Московского университета. Сер. 21. Правление (государство и общество). – 2010. – № 1. – С. 89–105.
5. Попов В. В. Рынок жилья в Иркутской области и его перспективы в условиях кризиса. Модернизация экономики региона / В. В. Попов // Известия ИГЭА. – 2009. – № 5(67). – С. 57–60.
6. Грушина О. В. Проблемы доступности жилья в контексте современных направлений развития методологии экономической науки / О. В. Грушина, Г. В. Хомкалов // Известия Иркут. гос. экон. акад. (БГУЭП) : электрон. науч. журн. – 2011. – № 5. – URL: <http://brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=9698>.
7. Скобликов Е. А. Кризис в свете законов финансовых пирамид / Е. А. Скобликов // Финансы и кредит. – 2009. – № 22(358). – С. 61–70.
8. Дихотомия российских кризисов: от потрясений к благополучию. Год 2022 или 2020? URL: <https://journal.open-broker.ru/research/dihotomiya-rossijskih-krizisov-2020-2022/> (дата обращения 12.09.2022).
9. Аганбегян А. Б. Новые тренды в кризисной ситуации 2020–2021 гг. / А. Б. Аганбегян // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2021. – № 2(65). – С. 5–19.
10. Солнцев О. Ситуация на кредитном рынке: промежуточные итоги кризиса и контуры среднесрочного прогноза / О. Солнцев, М. Мамонов, А. Пестова // Банковское дело. – 2010. – № 4. – С. 19–22.
11. Торгашина И. Г. Жилищное строительство в период кризиса / И. Г. Торгашина // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). – 2015. – Т. 6, № 2. – URL: <http://eizvestia.isea.ru/reader/article.aspx?id=20029>. – DOI: 10.17150/2072-0904.2015.6(2).17.
12. Чупров С. В. Веха реформ промышленности России и Иркутской области: либерально-рыночный романтизм и реализм государственного управления / С. В. Чупров // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2016. – Т. 26, № 2. – С. 204–212. – DOI: 10.17150/1993-3541.2016.26(2).204-212.
13. Инфляционные вызовы периода пандемии и уроки для будущего : докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. –

Москва : Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. – 90 с. – URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/04/21/625fc6c59a794785048b117f>. – ISBN 978-5-7598-2660-6 (в обл.). – ISBN 978-5-7598-2472-5 (e-book).

14. Савчина О. В. Рынок ипотечного жилищного кредитования России в условиях экономических санкций и коронакризиса / О. В. Савчина, В. Ю. Товмасын // Вестник МГПУ. Серия: Экономика. – 2022. – № 2(32). – С. 66–82. – DOI 10.25688/2312-6647.2022.32.2.07. – EDN FBUTZC.

15. Грушина О. В. Отрицательный синергизм пандемии COVID-19 в сфере жилищного строительства на примере Иркутской области / О. В. Грушина, Т. А. Красноштанова // Жилищные стратегии. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 47–68. – DOI: 10.18334/zhs.8.1.111955.

16. Литвиненко И. Л. Цифровая экономика, инновации и коронакризис: новые условия России и мира / И. Л. Литвиненко // Экономика устойчивого развития. – 2021. – № 2(46). – С. 248–255. – END DGRJQH.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ВНЕДРЕНИЮ В ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д.Т. Гуро, магистрант

Научный руководитель – И.А. Саенко, д-р экон. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: целью написания работы является повышение эффективности внедрения в институт государственной строительной экспертизы технологий информационного моделирования. Для выполнения поставленной цели был использован анализ факторов, оказывающих влияние на развитие государственной экспертизы. В результате проделанной работы были разработаны рекомендации по усовершенствованию внедрения в институт государственной экспертизы технологий информационного моделирования и оценка их эффективности.

Ключевые слова: строительство, институт экспертизы, технологии информационного моделирования, рекомендации, эффективность.

Экспертиза проектно-сметной документации – это экспертная оценка комплекта проектной документации, разработанного в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 [1], на строительство или реконструкцию объекта, которая осуществляется с целью выявления и устранения ошибок, влияющих на его надежность и безопасность, а также для формирования, в конечном итоге, эффективных, с точки зрения строительства, эксплуатации и стоимости, проектных решений. Проектные материалы, представляемые на экспертизу, содержат информацию о принципиальных архитектурных, конструктивных, технологических и инженерных решениях объекта капитального строительства. Эти решения оформляются в виде текстовых и графических материалов и объединяются в тома проектной документации. Экспертиза проектной документации нацелена на обеспечение надежности и безопасности строительных работ, а также узаконивает процедуру самого строительства или реконструкции объекта.

Технология информационного моделирования (ТИМ) предполагает сбор и комплексную обработку всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании, в течение всего его жизненного цикла (от экономического обоснования до сноса). Внедрение данной технологии значительно повысит качество проектирования и при этом упростит работу на всех этапах жизненного цикла объекта, что позволит перейти на новый этап развития всей отрасли [2].

С 1 января 2022 года все государственные строительные заказы в России должны проектироваться в BIM. С учетом того, что максимальный уровень применения BIM-технологии на сегодняшний день достигается на этапе архитектурно-строительного проектирования, основную контролирующую функцию сейчас выполняют органы государственной экспертизы.

Для определения проблем внедрения технологий информационного моделирования в институт экспертизы сперва необходимо рассмотреть концептуальную модель существующей системы (рисунок 1).

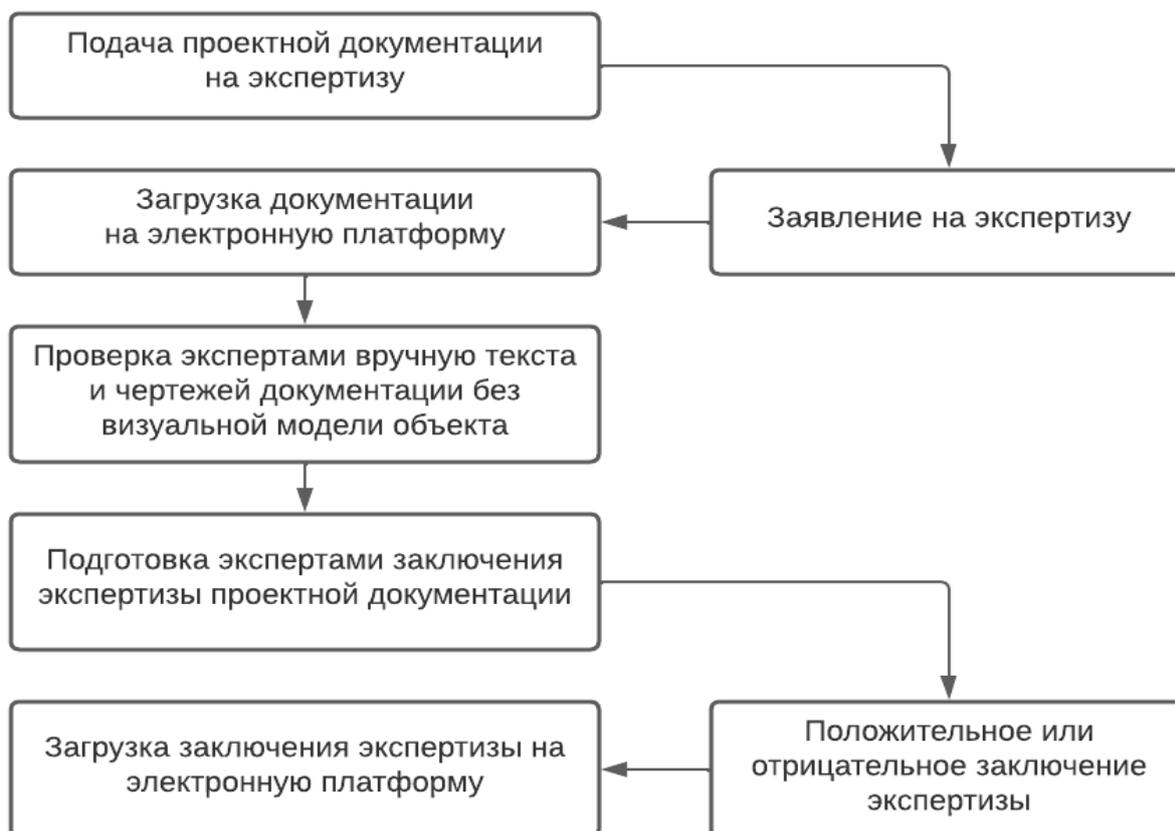


Рисунок 1. Концептуальная модель существующей системы экспертизы проектной документации

В целом экспертиза проектов – это задача трудоемкая и затратная по времени. Традиционно применяемая система экспертизы проектной документации заключается в проверке экспертами материалов с использованием файлов в формате 2D-моделей и текста. При этом в практике имеется в наличии необходимое программное обеспечение в достаточном количестве. Это текстовые редакторы, такие как Microsoft Office, Adobe PDF и иные, а также программы для проектирования как иностранных (Autodesk Revit, Autodesk Autocad, Archicad), так и отечественных (Renga, nanoCAD, ПК Лира) компаний. Все эти программные комплексы давно используются в строительной отрасли, поэтому специалисты годами осваивали работу с ними.

Однако с 2022 года проектирование объектов капитального строительства должно выполняться с применением BIM-технологий и проектированием 3D-моделей. При этом возникают ряд проблем. Во-первых, и проектирование, и стандартная проверка проектов на основе 3D-моделирования требуют соответствующего специального программного обеспечения, но во многих экспертных организациях недостаточно или вовсе отсутствуют такие программные комплексы. Также, не менее важная проблема, – это нехватка специалистов, готовых и способных работать с информационными моделями. Кроме того, последняя проблема заключается в том, что такая процедура проверки экспертами информационных моделей в должной мере не регламентирована, а значит, не в полной мере понятны требования, которые должны применяться к таким моделям.

На основании выделенных проблем возникает потребность в усовершенствовании существующей модели системы проведения экспертизы с использованием технологий информационного моделирования (рисунок 2).



Рисунок 2. Усовершенствованная модель системы экспертизы проектной документации

Для эффективной работы предложенной модели можно выделить ключевые вопросы в сфере экспертных услуг, которые необходимо учитывать в работе с проектами, разработанными с использованием технологий информационного моделирования: дороговизна программных комплексов ТИМ; недостаточно регламентированная нормативная база; нехватка специалистов в области экспертизы проектной документации, готовых работать с цифровыми информационными моделями; недостаток нового программного обеспечения и технического оснащения; недостаточно развитая электронная платформа.

Решение поставленных вопросов в сфере экспертизы проектной документации с применением ТИМ дает основания обозначить основные направления в области разработки эффективных и оптимальных рекомендаций и позволяет выявить факторы, влияющие на развитие экспертной деятельности.

Актуальность и важность выявления факторов, влияющих на развитие института государственной экспертизы, заключается том, что данная сфера должна быть переведена в цифровой формат наравне с другими этапами инвестиционно-строительного процесса. В настоящее время максимальный уровень применения BIM-технологии достигается на этапе архитектурно-строительного проектирования, основную контролирующую функцию сейчас выполняют органы государственной экспертизы.

При рассмотрении данного вопроса, можно выделить несколько факторов, оказывающих влияние на развитие государственной экспертизы:

- наличие квалифицированных специалистов, готовых работать с информационными моделями. Здесь необходимо проведение обучающих мероприятий для специалистов (тестирование, курсы, семинары), способствующих развитию профессиональных компетенций участников инвестиционно-строительного рынка в области технологий информационного моделирования, в том числе в части прохождения экспертизы проектной документации с применением ТИМ;

- наличие полной и достаточной нормативно-правовой базы в отношении информационных технологий в экспертизе. На данный момент разработаны регламенты в отношении BIM-проектирования, однако в отношении экспертизы нормативные акты все еще раскрывают не все аспекты работы специалистов. В 2019

году Санкт-Петербургский Центр государственной экспертизы одним из первых среди государственных экспертиз подготовил временный регламент по проведению экспертизы с применением ТИМ, однако необходимо разработать документы на государственном уровне для всех регионов страны;

– специализированное программное обеспечения для осуществления экспертизы. Если для BIM-проектирования уже разработано достаточно программных комплексов, то для экспертизы ощущается их острая нехватка. Государство должно не только разработать такой софт, но и предоставить ввиду их дороговизны хотя бы региональным центрам государственной экспертизы для наиболее эффективного и быстрого внедрения технологий информационного моделирования;

– развитая электронная среда для ведения и хранения документов по объектам строительства, доступ к которым должны иметь все госорганы, информационные системы подрядных организаций и заказчиков. Данное направление работы активно развивается с 2020 года с введением Главгосэкспертизой ЕЦПЭ. В настоящее время к Единой цифровой платформе экспертизы подключены 84 региональные экспертные организации (из 86 существующих), из них две – негосударственные [3].

С помощью приведенных факторов необходимо разработать комплекс мероприятий по эффективному внедрению технологий информационного моделирования в сферу экспертизы проектной документации.

На основании проведенного ранее анализа факторов и выявленных проблем, следует разработать план действий по реализации стратегии внедрения ТИМ в институт государственной экспертизы с указанием ключевых мероприятий и результатов. Перечень мероприятий по развитию института государственной экспертизы с применение ТИМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень мероприятий по развитию института государственной экспертизы с применение ТИМ

Мероприятие	Результат
1	2
Разработка программного обеспечения для проведения экспертизы с применением технологий информационного моделирования	
Разработка требований к программным комплексам	Разработанное программное обеспечение создано с учетом требований нормативно-технических документов, а также имеет удобный и понятный интерфейс. 86 (из 86) региональных организаций государственной экспертизы получают программное обеспечение
Создание заказа на разработку специализированных программных комплексов	
Финансирование разработчиков программного обеспечения	
Разработка программного обеспечения	
Предоставление программного обеспечения региональным организациям государственной экспертизы	
Проведение обучающих мероприятий для специалистов	
Привлечение квалифицированных специалистов для разработки и проведения обучающих мероприятий	7 087 экспертов, аттестованных на право подготовки заключений экспертизы проектной документации по состоянию на лето 2022 года. К 2024 50 % из них должно быть обучено работе с ТИМ
Разработка образовательных программ и курсов	
Финансирование работы специалистов и разработки курсов	
Проведение обучающих мероприятий как в электронном, так и в очном форматах с последующей выдачей сертификата о повышении квалификации	

Окончание таблицы 1

1	2
Разработка нормативной документации в отношении проведения экспертизы проектной документации с применением ТИМ	
Актуализация действующих нормативно-технических документов для внедрения передовых технологий и установка ограничения на использование устаревших технологий в проектировании и строительстве	Все устаревшие документы должны быть актуализированы (всего 1000 единиц до 2030 года [4]). Планируется введение документов, которые дополняют или содержат информацию, которая отсутствует в имеющихся регламентах (всего 228 единиц до 2030 года [4])
Создание возможности загрузки на электронную платформу визуальной информационной модели объектов капитального строительства	Появление возможности загрузки на электронную платформу визуальной информационной модели объектов капитального строительства
Увеличение доли объектов, по которым выдано положительное заключение государственной экспертизы, документация по которым подготовлена в форме информационной модели	С 0 % в 2020 году до 50 % в 2030 году [4]
Увеличение доли объектов капитального строительства, требующих получения разрешения на строительство, организация строительства которых осуществлена с использованием технологий информационного моделирования и поставленных на кадастровый учет	С 0 % в 2020 году до 30 % в 2030 году [4]

Для успешной цифровизации экспертизы проектной документации необходимо провести работу в четырех основных направлениях – все эти аспекты должны разрабатываться и контролироваться органами власти, а также Главгосэкспертизой России и региональными экспертными центрами. В этом также может помочь четко сформулированная отраслевая или национальная программа с целевыми показателями, запланированными для выполнения в строгие сроки, так как обязательная цифровизация проектной деятельности введена с 1 января 2022 года, а значит, экспертиза проектной документации должна быть обеспечена возможностью проверять такие проекты.

Список литературы

1. Российская Федерация. Постановления. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : Постановление правительства от 16.02.2008 № 87 : редакция от 27 мая 2022 года // Кодекс : электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902087949> (дата обращения: 29.09.2022).
2. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ : редакция от 14 июля 2022 года // КонсультантПлюс : справочная правовая система. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 29.09.2022).
3. Каждая экспертная организация, подключенная к ЕЦПЭ, участвует в ее развитии // ФАУ «Главгосэкспертиза России» – URL: https://gge.ru/press-center/news/kazhdaya-ekspertnaya-organizatsiya-podklyuchennaya-k-etspe-uchastvuet-v-ee-razvitii/?sphrase_id=231317 (дата обращения: 05.10.2022).
4. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года // Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/672/V-Strategiya-na-sayt-i-GASU.pdf> (дата обращения: 29.09.2022).

МЕТОД РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ПАРКОВ

О.Н. Дьячкова, канд. техн. наук, доцент, А.Е. Михайлов, канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург

Аннотация: Задача данного исследования заключается в разработке и применении метода расчета численного показателя привлекательности парковой территории, на основе системы критериев, а также апробирование предложенного метода при сравнении пяти районных парков Санкт-Петербурга. В статье рассмотрена принципиальная возможность использования метода анализа иерархий для оценки парковых территорий. Полученные результаты могут быть востребованы при устройстве и эксплуатации территорий зеленых насаждений общего пользования.

Ключевые слова: город, район, парк, метод анализа иерархий, благоустройство, зеленые насаждения общего пользования.

В целях создания комфортной городской среды при комплексном развитии территорий городских и сельских поселений большое значение имеет их благоустройство зелеными насаждениями общего пользования. Благоприятное влияние озелененных пространств на природные компоненты окружающей среды и биоту трудно переоценить [1, 2]. Поэтому научное сообщество все больше внимания уделяет изучению норм обеспеченности населения зелеными насаждениями [3]. Также исследуется уровень доступности территорий зеленых насаждений общего пользования городского и местного значения для жителей близлежащих жилых кварталов [4].

Объектом данного исследования являются парки, расположенные в жилых районах города, а предмет исследования составляют параметры оценки их территорий.

Цель исследования – разработать метод расчета коэффициента привлекательности локальных парков и апробировать его на примере оценки парковых территорий, расположенных в жилых районах Санкт-Петербурга.

Рабочая гипотеза заключается в предположении, что, поскольку привлекательность парков для населения, по сути, состоит в их неоднородности, то по итогам оценки параметров территорий среди районных парков следует определять лидерство по разным критериям оптимальности.

Привлекательность того или иного парка является дискуссионным вопросом, поэтому для сравнения параметров оценки их территорий целесообразно применить метод экспертных оценок [5].

Алгоритм расчета привлекательности локальных парков включает следующие этапы:

1. Выбрать объекты исследования;
2. Сформировать перечень параметров оценки парковых территорий;
3. Провести экспертную оценку парковых территорий;
4. Рассчитать веса показателей оценки парковых территорий;
5. Систематизировать параметры оценки парковых территорий;
6. Установить приоритеты критериев и получить оценки для альтернативных решений;
7. Провести вариативное ранжирование групп параметров и определить

лидера в зависимости от варианта распределения весов для групп параметров;

8. Выполнить анализ результатов и подвести итоги.

Метод апробируем при оценке территорий парков Сосновая Поляна (СП), Новознаменка (Н), Южно-Приморский (ЮП) и Полежаевский (П), расположенных в Красносельском районе Санкт-Петербурга, и Александрино (А), который находится в Кировском районе города.

Интеллектуальное исследование основано на данных из открытых источников (Яндекс-карты), действующего местного нормативного акта (Закон Санкт-Петербурга от 08 октября 2007 г. № 430–85 О зеленых насаждениях общего пользования), а также личных наблюдениях экспертов. Анализируя собранную информацию, получаем веса показателей оценки парковых территорий (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение весов показателей оценки парковых территорий

Перечень показателей	Вес показателя				
	СП	Н	ЮП	П	А
Площадь парка, га	0,14	0,14	0,14	0,28	0,28
Количество земельных участков, образующих парк, ед.	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
Периметр парка, м	0,07	0,28	0,14	0,28	0,21
Форма парка в плане	0,25	0,16	0,25	0,08	0,25
Ширина парка, км	0,34	0,04	0,34	0,1	0,17
Степень освоенности и связность территории	0,33	0,22	0,11	0,11	0,22
Наличие организованных пешеходных переходов по периметру парка, ед.	0,16	0,21	0,14	0,3	0,19
Наличие оборудованных детских площадок, ед.	0	0,33	0,66	0	0
Наличие оборудованных спортивных площадок, ед.	0,33	0,66	0,66	0	0
Аттракционы, фонтан, лодочная станция, ед.	0	0	1	0	0
Общественный туалет, ед.	0	0,25	0,5	0	0,25
Состав зеленых насаждений (соотношение хвойных и лиственных пород деревьев в общем объеме посадок)	0,28	0,14	0,14	0,14	0,28

Математическим инструментом системного подхода к сложным проблемам принятия решений в условиях определенности и многокритериальности является метод анализа иерархий. В нашем случае иерархия проблемы многокритериального выбора будет иметь вид, представленный на рисунке 1.



Рисунок 1. Иерархия проблемы определения коэффициента привлекательности парка

Согласно принятой декомпозиции параметры оценки komponуем в три группы и выполняем оценку групп параметров с помощью метода парных сравнений.

Матрица парных сравнений имеет вид: $A = \|a_{ij}\|$, где $a_{ij}=1$, $a_{ij}=1/a_{ji}$ [5].

По каждой матрице определяем вектор локальных приоритетов и вычисляем индекс согласованности мнений эксперта.

При построении матриц парных сравнений используем фундаментальную шкалу предпочтений, согласно которой относительная важность a_{ij} находится в диапазоне от 1 до 9, когда 1 – равная важность сравниваемых элементов иерархии, а 9

– очень значительное превосходство i -го элемента и речь идет о максимально возможном различии между двумя элементами [5].

Валидность метода расчета коэффициента привлекательности районных парков и результатов исследования в конкретных условиях подтверждается проверкой матрицы парных сравнений на согласованность суждений эксперта [5].

Этап оценки парковой территории по группам параметров.

Критерий «Геометрия» включает параметры: площадь и ширина парка, количество земельных участков в составе парка и их периметр, форма в плане, степень освоенности и внутренняя связность территории, внешняя совместимость парка с жилыми кварталами (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица парных сравнений по критерию «Геометрия»

	СП	Н	ЮП	П	А	Ср. геом.	Вес
СП	1	3	2	4	2	2,169	0,376
Н	0,33	1	0,5	2	0,5	0,699	0,121
ЮП	0,5	2	1	3	2	1,431	0,248
П	0,25	0,5	0,33	1	0,5	0,461	0,081
А	0,5	2	0,5	2	1	1	0,174
						5,76	1

Критерий «Благоустройство» включает параметры: наличие оборудованных площадок для тихого отдыха взрослых, спорта и игр детей, общественного туалета, а также лодочные станции, аттракционы, фонтаны (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица парных сравнений по критерию «Благоустройство»

	СП	Н	ЮП	П	А	Ср. геом.	Вес
СП	1	0,25	0,16	1	1	0,529	0,076
Н	4	1	0,33	4	4	1,844	0,264
ЮП	6	3	1	6	5	3,519	0,505
П	1	0,25	0,16	1	1	0,529	0,076
А	1	0,25	0,2	1	1	0,549	0,079
						6,97	1

Критерий «Озеленение» включает наличие лиственных и хвойных пород деревьев в составе зеленых насаждений (таблица 4).

Таблица 4 – Матрица парных сравнений по критерию «Озеленение»

	СП	Н	ЮП	П	А	Ср. геом.	Вес
СП	1	4	4	5	1	2,402	0,368
Н	0,25	1	1	2	0,25	0,659	0,101
ЮП	0,25	1	1	2	0,25	0,659	0,101
П	0,2	0,5	0,5	1	0,2	0,398	0,061
А	1	4	4	5	1	2,402	0,369
						6,52	1

Этап оценки парковой территории при вариативном ранжировании групп параметров.

Далее проводим вариативное ранжирование групп параметров и определяем лидера среди парков в зависимости от варианта распределения весов для групп параметров: «Геометрия» / «Благоустройство» / «Озеленение». Рассматриваем четыре варианта:

вариант I – при одинаковых весах «Г» (1/3) / «Б» (1/3) / «О» (1/3);

вариант II – при весах «Г» (0,2) / «Б» (0,4) / «О» 0,4;

вариант III – доминирует вес группы «Озеленение» (таблица 5);

Таблица 5 – Матрица парных сравнений для группы параметров «Озеленение»

	«Г»	«Б»	«О»	Ср. геом.	Вес
«Г»	1	0,5	0,25	0,5	0,143
«Б»	2	1	0,5	1	0,286
«О»	4	2	1	2	0,571
				3,5	1

вариант IV – доминирует вес группы «Геометрия» (таблица 6).

Таблица 6 – Матрица парных сравнений для группы параметров «Геометрия»

	«Г»	«Б»	«О»	Ср. геом.	Вес
«Г»	1	2	2	1,6	0,5
«Б»	0,5	1	1	0,8	0,25
«О»	0,5	1	1	0,8	0,25
				3,2	1

Итоговые значения коэффициентов парковых территорий при вариативном ранжировании групп параметров представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Коэффициенты привлекательности парковых территорий по итогу ранжирования весов для групп параметров

Наименование парка	Коэффициент привлекательности			
	вариант I	вариант II	вариант III	вариант IV
СП	0,27	0,25	0,28	0,30
Н	0,16	0,17	0,15	0,15
ЮП	0,28	0,29	0,24	0,27
П	0,07	0,07	0,07	0,07
А	0,21	0,21	0,26	0,20

Результатом проведенных расчетов является ряд оценочных параметров для сравниваемых парков. Подводя итоги можно сделать выводы: 1) на этапе оценки по группам параметров в группе «Геометрия» лидирует парк Сосновая Поляна, в группе «Благоустройство» – Южно-Приморский парк, в группе «Озеленение» в лидеры выходят парки Сосновая Поляна и Александрино; 2) на этапе ранжирования групп параметров лидером в вариантах I и II является Южно-Приморский парк; в вариантах III и IV – парк Сосновая Поляна.

В процессе исследования рабочая гипотеза подтвердилась.

При усилении группы экспертов специалистами соответствующих направлений перечень параметров оценки парков может быть скорректирован.

На этапе проектирования озелененных территорий рекомендуется учитывать, что для районных парков оптимальной формой в плане является правильный прямоугольник при отсутствии ландшафтных и градостроительных ограничений. На этапе эксплуатации актуально решение вопросов благоустройства парковых территорий, поддерживая по возможности смешанный состав лиственных и хвойных пород деревьев.

Список литературы

1. Бакаева Н.В., Черняева И.В. Вопросы озеленения городской среды при реализации функций биосферосовместимого города // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 85–94.
2. Сотникова О.А., Богатова Т.В., Семенова Э.Е. Устойчивое развитие территорий: соотношение природной среды и городской застройки // Социология города. 2020. № 3. С. 30–40.
3. Борисов М.В., Бакаева Н.В., Черняева И.В. Нормативно-техническое регулирование в области озеленения городской среды // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 2. С. 212–222.
4. Дьячкова О.Н. Озеленение внутригородского муниципального образования Санкт-

Петербурга // Перспективы науки. 2022. № 4 (151). С. 66–71.

5. Thomas L. Saaty. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making. Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors. The Analytic Hierarchy/Network Process. RACSAM – Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat., 2008, no. 102 (2), pp. 251–318.

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Л.Н. Ефремова, преподаватель, И.Л.Хромова, преподаватель, Г.В. Рузаева, преподаватель,

Ачинский колледж отраслевых технологий и бизнеса, г.Ачинск

Аннотация:

Цель исследовательской работы — определение подходов в вопросах формирования выразительной комфортной городской среды; выполнение анализа опроса жителей города для выявления комфортности проживания; выявление возможностей решения эстетической составляющей архитектурных элементов городской среды.

Результатами исследования будет являться обоснование связи между выразительными элементами архитектурного пространства жилой городской среды и обществом, его эмоциональными, физическими и общественными потребностями.

Значимость полученных результатов состоит в возможности применения данных социальных исследований в разработке студенческих проектов.

Ключевые слова: городская среда, социологический опрос, проектная работа, проблемы города, реконструкция, влияние среды.

Отношение к городскому пространству как к месту постоянной жизнедеятельности человека всегда было особенным: здесь человек впервые знакомится с окружающим миром, встречает друзей, развивает навыки коммуникации, выстраивает собственную модель отношения к природной среде и городской культуре. Разумеется, город должен быть уютным, красивым, комфортным для проживания. Являясь своеобразным промежуточком между индивидуальным пространством жилья и общественным, насыщенным различными городскими явлениями, пространством улицы, город должен обладать особым эстетически осмысленным и художественно выразительным решением [1].

В настоящее время выделяются немалые средства на благоустройство городской среды, но неприятие и непонимание жителями некоторых элементов «благоустройства» порождает акты вандализма и недовольства горожан.

Примером может быть история с разбитыми окнами: «если не заменить в доме одно разбитое стекло, то вскоре в этом доме не останется ни одного целого окна, а затем начнется мародёрство и резкое ухудшение общей криминогенной обстановки в районе». Согласно «теории разбитых окон», люди по своему отношению к окружающей среде делятся на 3 типа:

– 5 % населения, люди, которые ни при каких обстоятельствах не станут мусорить в неположенных местах, вне зависимости от того, чисто там или грязно;

– до 90 % населения, люди, которые никогда не станут мусорить там, где чисто, но могут себе это позволить там, где и уже было грязно;

– 5 % населения, люди, которые мусорят вне зависимости от действий окружающих и состояния окружающей среды, тем самым запуская процесс правонарушений. Снижение планки допустимости в свою очередь приводит к явлению социальной и культурной аномии — состояние общества, при котором его члены не верят в существующие ценности, характерной чертой является утрата нормативных и нравственных рамок поведения [2].

Конечно, город облагораживается, однако повседневная реальность сталкивает нас с другой стороной отношения к городу: серый цвет домов, куча заброшенных

зданий не организованные стоянки автомобилей, разбитые дороги, неопрятные остановки автобуса, свободные участки занимают стихийно разросшиеся неухоженное озеленение и продолжать можно бесконечно. В результате такое окружение рассматривается человеком как чуждое, негативно воздействующее на психоэмоциональное состояние, происходит так называемый, процесс «отмирания города», его исключение из жизненных процессов человека живущего в городе и поселках городского типа.

Начиная работать над данной проблемой, мы со студентами третьего курса Ачинского колледжа отраслевых технологий и бизнеса провели анкетирование жителей нашего города, в возрасте от 16 до 60 лет. Количество респондентов составило 70 человек.

Анкета (ответы «да», «нет»): Любите ли Вы свой город?

- По вашему мнению, каким цветом сейчас наш город?
- Устраивает ли вас внешний вид вашего двора, детских площадок?
- Много ли красивых мест в нашем городе? Перечислите самые красивые.
- Могут ли жители города повлиять на изменения вида города?
- Есть ли проблемы с озеленением в нашем городе?
- Есть ли проблемы с дорогами и тротуарами в нашем городе?
- Нравятся ли вам фасады зданий культуры (театр, музей и т.п.)?
- Нуждается ли наш город в реставрации?
- Какие здания в городе требуют восстановления?
- Как вы считаете, чего не хватает нашему городу, каким вы видите его в будущем?

В результате социологического опроса были выявлены следующие позиции опрошенных жителей к организации пространства городской среды:

«Какого цвета ваш город?» 99% ответили – серый, 1% – чёрный.

На вопрос «Много ли красивых мест в нашем городе?» вспоминали Казанский собор, а многие затруднялись в ответе.

«Могут ли жители города повлиять на изменения вида города?» – здесь мнения разделились — 50% и 50%.

На вопрос «Есть ли проблемы с дорогами и тротуарами в нашем городе?» 80% ответили «да», а 20% и не утверждают, и не отрицают.

«Нравятся ли вам фасады зданий культуры (театр, музей и т.п.)?» 85% респондентов они не нравятся.

«Нуждается ли наш город в реставрации?» 96% считают, что это необходимо. Больше всего нуждаются здания старого центра, где дома имеют архитектурную и историческую ценность и выглядят удручающе.

На вопрос «Как вы считаете, чего не хватает нашему городу, каким вы видите его в будущем?» жители отвечали, что хотели видеть город ярким, красивым, современным, уютным.

Исходя из социологического опроса, можно сказать, что наш город выглядит не совсем так, каким бы хотели видеть его жители. И это несмотря на то, что последнее время идёт интенсивное благоустройство центральных улиц города. Есть достаточно замечаний по некоторым элементам благоустройства, таким как непродуманные пешеходные связи, не логичное размещение контейнеров для мусора.

Нашему городу не хватает ярких зданий, которые бы радовали глаз, и поднимали настроение. А также наличие выразительных акцентов, по которым происходит узнаваемость и отличие от других населённых мест. Конечно, в Ачинске

есть сооружения с интересным дизайном, но они находятся вне поля зрения горожан и гостей города, в основном на второстепенных улицах и районах.

Очень много заброшенных старых зданий в историческом районе города, которым требуется реставрация и реконструкция. Из-за нехватки средств из года в год разрушаются сами здания, являющиеся памятниками истории и архитектуры, или им помогают разрушаться.

Начальным этапом возможного решения проблемных ситуаций служит привлечение учащихся школ города и студентов СПО в исследовательскую и проектную работу — «молодёжный патруль» по выявлению недостатков комфортности городской среды.

Уже не первый год студентами нашего колледжа, в рамках курсового и дипломного проектирования, выполняются проекты реконструкции зданий. Например, проект реконструкции молодёжного центра «Сибирь». Один из вариантов проекта реконструкции — на рисунке 1.



Рисунок 1. Проект реконструкции молодёжного центра «Сибирь» в г. Ачинске

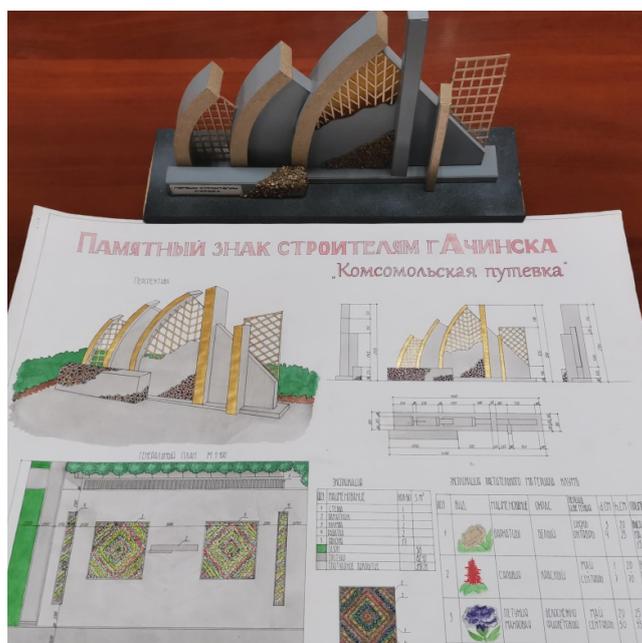


Рисунок 2. Студенческий проект памятного знака строителям г. Ачинска

Город могут сделать привлекательным для жителей и гостей города и выразительные акценты, такие как памятные знаки (рисунок 2), уникальные арт-

объекты, индивидуальные решения малых садов, интерактивных парков [3]. Постоянный контроль за эстетической составляющей городской среды и упорное восполнение утраченных элементов сведет на нет акты вандализма.

Список литературы

1. Борьба за горожанина: Человеческий потенциал и городская среда: IV Московский урбанистический форум. – Москва, 2016. – Текст: электронный. – URL: https://лучшие-практики.рф/uploads/files/2014_battle_for_citizens_compressed.pdf
2. Гладуэлл, Малкольм Переломный момент. Как незначительные изменения приводят к глобальным переменам. – Москва: Альпина Паблишер, 2013. – 290с. – ISBN: 978-5-9614-3319-7 – Текст: непосредственный.
3. Зиятдинова, А. Р. Подходы к проектированию соседских пространств в контексте социологических теорий создания благоприятной городской среды /А.Р. Зиятдинова, И.А. Фахрутдинова; КГАСУ//Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. – №2. – С. 60–69. – Текст: электронный. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29275696>

ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ, АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОГО БИЗНЕСА (ПРЕДПРИЯТИЯ)

Е.В. Кашина, д-р экон. наук, доцент, Т.И. Берг, кан. экон. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Любой хозяйствующий субъект можно представить, как взаимосвязанную систему бизнес-процессов, чем эффективнее протекают бизнес-процессы, тем более конкурентоспособно предприятие. Строительное предприятие с учетом турбулентности внешней среды вынуждены наращивать конкурентные преимущества, искать динамические силы. При этом в описании бизнес-процессов необходимо учитывать специфику строительного бизнеса и строительной продукции. Моделирование бизнес-процессов должно быть направлено на первичность управления потенциальной доходностью, как критерием качественной конкурентоспособной и интенсивной деятельности.

Ключевые слова: бизнес-процессы, проектное финансирование, строительная продукция, строительный бизнес (предприятие)

Нестабильность и неопределенность факторов макросреды и, как следствие, рисков, оказывают влияние на бизнес как систему. Особое проявление данных тенденций происходит в строительстве, который является своего рода «лакмусовой бумажкой» и испытывает на себе все факторы воздействия турбулентной макроэкономической среды. В частности, переход на проектное финансирование жилой недвижимости вызвал дополнительные риски в строительном бизнесе - монополизация строительного рынка, конкуренция застройщиков за кредитные ресурсы банков и т.д.

Макроэкономическая среда с ее текущими рисками и неопределенностью определяет способность предприятия выживать на рынке строительной индустрии, т.е. возникает прямая потребность обеспечения конкурентоспособности. В докторской диссертации Кашина Е.В. подробно рассматривает принцип реакции внутренней среды предприятия на воздействие внешней среды – мотивированность внешней средой изменять стоимость бизнеса [1].

Все выше сказанное стимулирует строительный бизнес для создания конкурентного потенциала. Процессный подход в управлении предприятия строительного бизнеса [2], в частности, анализ, описание и моделирование бизнес-процессов позволяет нивелировать риски, повысить устойчивость и конкурентоспособность.

Проблемой описания, анализа и моделирования бизнес - процессов занимались такие зарубежные ученые как: М. Хаммер, Д. Чампи, М. Робсон, Ф. Уаллах, Т. Дэйвенпорт, Д. Харингтон, С. Зигиарис, Д.С. Эйплитон, М.С. Йоманс, Д.Л. Бэккет, Д. Зак, Т.Р. Фарей, Д.Л. Гарлиц, Е.М. Портер, Р.Блейк, Д. Моутон, Р. Уотерман и др. Значительный вклад в развитие методологии моделирования бизнес-процессов, инноваций и инновационной деятельности внесли отечественные исследователи, в том числе: Н.М. Абдикеев, Т.П. Данько, В.Г. Елиферов, В.В. Репин, Н.В. Молоткова, Д.Л. Хазанова, Т.И. Лапина, Ю.Ф. Тельнов, Р.А. Фатхудинов, П.Н. Завлен, А.К. Казанцев, А.А. Шерстяков и др.

Однако в работах данных исследователей не уделяется должного внимания вопросам наращивания конкурентного преимущества строительных организаций в

результате моделирования внутренних бизнес-процессов, как реакции организации на изменения во внешней среде.

При анализе и описании бизнес-процессов необходимо учитывать специфические особенности строительного бизнеса и строительной продукции. Специфика строительной продукции, на наш взгляд, заключается в следующих аспектах. Во-первых, готовая строительная продукция отличается капиталоемкостью (значительные единовременные затраты на ее создание), и в большинстве случаев не может быть создана за счет собственных средств строительного предприятия (требует первоначального внешнего инвестирования), что на прямую влияет на потенциальную полезность данного бизнеса. Во-вторых, строительная продукция материалоемка, многодетальна, имеет сложный, длительный производственный цикл. Кроме этого, строительная продукция неподвижна, и используется на месте своего создания. Все выше сказанное позволяет сделать вывод о уникальности строительной продукции, следовательно, структура и бизнес-модели строительного бизнеса должны быть плавающими по всем основным факторам производства.

В этом контексте, строительный бизнес (предприятие) представляет собой «плавающую структуру», к которой мало применимо утверждение, что устойчивый технологический процесс, стабильные факторы производства (по составу и количеству) являются залогом конкурентоспособности бизнеса и его успешности в будущем. Возникает сложность в управлении, и как следствие, в правильном описании, анализе и моделировании бизнес-процессов. Исходя из «плавающей структуры» строительного предприятия (бизнеса) при моделировании бизнес-процессов можно выдвинуть гипотезу уникальности. Общие подходы к моделированию бизнес-процессов не могут быть применены для конкретного субъекта управления без корректировок [3].

В основе моделирования бизнес-процессов строительного предприятия (бизнеса) должна быть заложена ориентация на первичность управления потенциальной доходностью, как критерием качественной конкурентоспособной и интенсивной деятельности по удовлетворению потребностей конечного пользователя готовой продукцией с максимальной эффективностью в течении всего жизненного цикла предприятия [4].

В рамках исследования были выявлены особенности строительного производства, а также бизнес-процессы, которые в большей степени зависимы от финансирования и влияют на потенциальную доходность. Основные и вспомогательные бизнес-процессы, которые учитываю особенность строительного бизнеса и условия финансирования имеют общий параметр – временной цикл. Взаимосвязь этих элементов показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Взаимосвязь элементов бизнес-процессов строительной компании с форматом финансирования и особенностью строительного производства, с учетом фактора времени – временного цикла [составлено авторами]

Рассмотрим каждый из элементов схемы с учетом фактора времени на рисунке 1 в отдельности и выделим основные проблемы, являющиеся ответной мерой управленцев бизнес-процессами, стейкхолдеров строительного производства.

Кредитование застройщика в рамках проектного финансирования. Дополнительный расход застройщика в основном увязан на стоимости заемных средств, т.е. на выплатах по процентной ставке банку.

Основные проблемы с учетом фактора времени возникают следующие:

1. Сокращение прибыли за счет удорожания денежных средств, так как теперь они заемные.
2. Необходимость соответствовать требованиям банка, что делает работу сложнее, а выход на рынок труднее.

Большая продолжительность производственного цикла. Чем дольше длится процесс строительного производства, тем больше оборотных средств необходимо компании, так как на более длительный срок строительная компания получает заемные средства, а следовательно, заемные средства дороже.

Основные проблемы с учетом фактора времени:

1. Из-за длительного получения объекта готового к эксплуатации, у застройщика возникает дополнительная потребность в оборотных средствах, которая в большинстве случаев покрывается за счет заемных средств, что в свою очередь удорожает процесс и снижает прибыль застройщика.
2. Потребность в страховании неавершенных объектов от стихийных бедствий и других неблагоприятных случаев.
3. Прямая взаимосвязь между сроками строительного производства, выплатой вознаграждений за труд и накладными расходами.

Основные и вспомогательные бизнес процессы. Основываясь на анализе проведенном в трудах О.Г. Вандиной [4], А.А. Шерстякова [5], М.Ю.Бугаева [6]

выделим те бизнес-процессы, фактор времени в которых, может оказать прямое влияние на финансовые потоки компании. На наш взгляд к ним можно отнести:

Основные бизнес-процессы:

- БП №1.7 «Строительство объекта недвижимости»;
- БП №1.8 «Управление качеством».
- Вспомогательные бизнес-процессы:
- БП «Управление закупками»;
- БП «Управление персоналом»;
- БП «Управление ремонтами техники и оборудования»;
- БП «Управление финансами»;
- БП «Обеспечение безопасности».

Привязку к временному фактору в данном случае обуславливает особенность строительного производства – длительность производственного цикла.

Основные проблемы с учетом фактора времени:

1. Простой связанные с некомпетентным планированием закупок.
2. Снижение качества и скорости работ из-за неквалифицированности персонала.

Простой связанные с ремонтом техники из-за несвоевременного технического обеспечения.

Оптимизация деятельности по данным основным и вспомогательным бизнес-процессам нацелена на сокращение сроков строительного производства. Перечисленные выше проблемы говорят о необходимости и потребности в разработке эффективного механизма взаимодействия участников проектного финансирования с учетом баланса их интересов. Проектное финансирование оказывает влияние на стоимость конечной продукции [7], тем самым, заставляет строительные организации оптимизировать свои процессы.

Строительные организации всегда преследовали повышение своей прибыли на фоне уменьшения затрат. Однако, строительство, по большей части на заемные деньги, в действительности обходится дороже. А поскольку от формата проектного финансирования не уйти, то для снижения затрат на производство необходимо обратиться к реинжинирингу других бизнес-процессов в строительной организации. Что позволит сгладить негативное финансовое влияние проектного финансирования и возможно за счет оптимизации процессов выйти в плюс по отношению к уровню прибыли за прошлые отчетные периоды. Сложная система бизнес-процессов строительного предприятия невозможна без информационно-аналитической поддержки переход от специализированных аналитических решений к многоцелевым BI- платформам неизбежен. Необходимо создавать средства для построения хранилищ и витрин данных, осуществлять поиск знаний в базах данных применять интеллектуальный анализ данных и рассылке отчетов.

Оптимизация бизнес-процессов способна вывести строительную организацию на новый уровень, сделать финансово устойчивой, сгладить негативные эффекты от проектного финансирования, создать конкурентный потенциал.

Список литературы

1. Кашина Е.В. Теоретические и методологические проблемы эффективного управления стоимостью строительного бизнеса: автореф. дис. ... д-ра. эконом наук: 08.00.05/Кашина Екатерина Владимировна. – Иркутск 2013. – 39 с.

2. Барковская П.Е., Кошкарева Н.В., Замиралова Е.В. Применение процессного подхода в малой строительной организации // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 1-2. – С. 19-27;
3. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007.
4. Вандина О.Г. Отраслевые особенности формирования бизнес-процессов строительных организаций // Известия ВГПУ. 2014. №3 (88). – С.126-132.
5. Шерстяков А.А. Реинжиниринг бизнес-процессов в инвестиционно-строительной деятельности: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 24 с.
6. Бугаев М.Ю. Бизнес-процессы строительной компании [Электронный ресурс]. URL: <https://www.education.ua/ru/blog/47056/> (дата обращения: 01.10.2022).
7. Пухова В.В. Обоснование взаимосвязи темпов продаж, степени готовности объекта и рентабельности застройщика при проектном финансировании / В.В. Пухова, С.А. Астафьев, Е.В. Кашина, А.В. Якубовский // Baikal Research Journal. – 2019. – Т. 10, № 3. – DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(3).6.

АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Е.А. Киль, магистрант, С.А. Хиревич, канд. экон. наук

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье указаны основные виды комплексного развития территории согласно Градостроительному кодексу Российской Федерации. Проанализированы перспективные территории города Красноярска, которые находятся на рассмотрении или включены в программу комплексного развития территории. Для каждой территории определены виды разрешенного использования и их площади, состояние дорожно-транспортной и коммунальной инфраструктуры, произведен расчет перспективного объема жилой застройки.

Ключевые слова: комплексное развитие территории, комфортная городская среда, функциональное назначение территории, виды разрешенного использования, Градостроительный кодекс РФ.

Одной из проблем современных городов с многовековой историей является несоответствие застройки текущим градостроительным нормативным документом. При этом проблема ликвидации ветхих и аварийных зданий и сооружений, а также фонда, не отвечающего современным критериям комфортной среды, находится в фокусе внимания как федеральных, так и региональных властей. Для решения данной задачи Правительство Российской Федерации утвердило изменения в Градостроительном кодексе РФ, где описан механизм комплексного развития территорий субъектов РФ [1].

Согласно статье 65 Градостроительного кодекса РФ, видами комплексного развития территории являются:

- комплексное развитие территории, осуществляемое в границах одного или нескольких элементов планировочной структуры, в которых расположена жилая застройка;

- комплексное развитие территории, осуществляемое в границах одного или нескольких элементов планировочной структуры, в которых расположены объекты нежилого фонда;

- комплексное развитие территории, осуществляемое в границах одного или нескольких элементов планировочной структуры, в которых расположены земельные участки, которые находятся в государственной либо муниципальной собственности свободные от застройки;

- комплексное развитие территории, осуществляемое по инициативе правообладателей земельных участков.

Вместе с тем стоит отметить о необходимости включения в программы комплексного развития территорий земельных участков, предназначенных для дачного строительства, т.к. их изъятие экономически более оправдано для девелопера.

В Красноярске, как и во многих городах России, ситуация с нерациональным использованием городских территорий существенно влияет не только на внешний облик экономического и промышленного центра края, а также не позволяет использовать земельный участок по его прямому назначению, указанному в градостроительных нормативах [2].

Проанализируем перспективные территории, которые находятся на рассмотрении или определены Администрацией города Красноярска для комплексного развития территории.

1) Территория в границах улиц Лесопарковой – Садовой в Октябрьском районе. Площадь земельного участка, отведенного для КРТ, равна 72 035 кв. м (рисунок 1). Застройка представлена частным сектором с хаотичным расположением малоэтажных домов. Внутри территории КРТ располагается новый жилой комплекс «Серебряный». На территории, подлежащей комплексному развитию, отсутствует современное дорожное покрытие и уличное освещение.



Рисунок 1. Изображение территории ул. Лесопарковая – Садовая с Google. Спутник

Согласно видам разрешенного использования, на земельном участке преобладает зона Ж-4-1, подзона застройки многоэтажными жилыми домами – 55 887 кв. м (рисунок 2). Небольшие участки территории занимает зона 3-2 – зона иных зеленых насаждений площадью 4 913 кв. м и зона территории объектов автомобильного транспорта – 11 235 кв. м [3].



Рисунок 2. Территориальные зоны земельного участка в границах улиц Лесопарковой – Садовой (Ж-4-1)

Перспективный объем жилой застройки с коэффициентом интенсивности 1,9 для рассматриваемой территории равен 106 185 кв. м жилья.

2) Земельный участок в границах улиц Сопочной – Пушкина – Революции – Чкалова – пр-та Николаевского в Октябрьском/Железнодорожном районах. Площадь территории для комплексного развития составляет 147 690 кв. м (рисунок 3). В границах микрорайона «Николаевская слобода» находятся беспорядочно расположенные индивидуальные жилые дома и постройки. Транспортно-дорожная инфраструктура в районе не развита. На территории отсутствует центральное отопление и канализация.



Рисунок 3. Изображение территории микрорайона «Николаевская слобода» с Google. Спутник

Согласно нормативным документам, виды разрешенного использования территории микрорайона определяются зоной Ж-4-1 (подзона застройки многоэтажными жилыми домами) (рисунок 4).



Рисунок 4. Функциональная зона микрорайона «Николаевская слобода» (Ж-4-1)

Объем жилого фонда с расчетным коэффициентом интенсивности застройки – 1,9 равен 280 611 кв. м жилья.

3) Территория по ул. Димитрова в Железнодорожном районе города Красноярск. Площадь земельного участка, по данным Администрации г. Красноярск, составляет 9003 кв. м (рисунок 5). На территории расположены 3 дома, которые находятся в аварийном состоянии уже продолжительное время, а также морально устаревшие постройки.

Рядом с участком расположена современная дорожно-транспортная инфраструктура, железнодорожный путь. К территории подведены все необходимые коммуникации.



Рисунок 5. Изображение территории по ул. Дмитрова с Google. Спутник

Функциональная зона территории для комплексного развития относится к многофункциональной зоне (МФ-1). Согласно Правилам землепользования и застройки г. Красноярск [4] на территории может располагаться многоэтажная жилая застройка, объекты образования и просвещения, объекты делового и общественного управления и т.п. (рисунок 6).



Рисунок 6. Вид разрешенного использования территории по ул. Дмитрова (МФ-1)

Возможный объем многоквартирного жилищного строительства равен 17 105,7 кв. м. жилья (коэффициент интенсивности жилой застройки – 1,9).

4) Антенное поле между Ботаническим микрорайоном и микрорайоном Ветлужанка. Антенное поле представляет собой огромное равнинное пространство, пустующее уже достаточно долгое время и не используемое по сей день. Администрация города Красноярск планирует переводить земельный участок из

федеральной собственности в краевую для жилой застройки. Площадь территории 100 га (рисунок 7).

На территории преимущественно отсутствуют здания и постройки, однако на ней расположено 19 антенных мачт высотой от 25 до 210 м. Внутри территории дорожно-транспортная и коммунальная инфраструктуры не развиты.



Рисунок 7. Изображение территории Антенного поля с Google. Спутник

Учитывая виды функционального назначения, территория предназначена для следующих объектов: зона Ж-4 (зоны застройки многоэтажными жилыми домами) площадью 408 477 кв. м; зона Р-3 (зоны городских рекреаций) – 200 869 кв. м; зона О-1 (зоны делового, общественного и коммерческого назначения, объектов культуры) – 47 075 кв. м; зона Р-5 (зоны объектов физической культуры и спорта) – 80 129 кв. м; зона П-3 (коммунально-складская зона) – 53 364 кв. м; зона территории объектов автомобильного транспорта площадью 211 075 кв. м (рисунок 8).



Рисунок 8. Виды разрешенного использования территории Антенного поля

Предполагаемый объем жилой застройки для территории равен 612 716 кв. м жилья (коэффициент интенсивности жилой застройки – 1,5).

5) Военный городок на улице Малиновского в микрорайоне Зеленая Роща. Красноярский военный город является полноценным музеем из 2-х и трехэтажных зданий из красного кирпича. Земля находится в федеральной собственности. Площадь территории 220 га (рисунок 9).

Территория Военного городка не оборудована современными дорожными проездами и коммуникациями.



Рисунок 9. Изображение территории Военного городка с Google. Спутник

Виды разрешенного использования данной территории следующие: зона Ж-4 (зоны застройки многоэтажными жилыми домами, подзона Ж-4-1) площадью 943 116 кв. м; зона Р-3 (зоны городских рекреаций) – 240 704 кв. м; зона О-1 (зоны делового, общественного и коммерческого назначения, объектов культуры) – 229 709 кв. м; зона О-2 (зона объектов образования) – 208 139 кв. м; зона П-3 (коммунально-складская зона) – 23 564 кв. м; зона территории объектов автомобильного транспорта площадью 554 907 кв. м (рисунок 10).

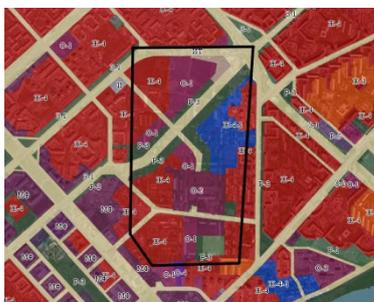


Рисунок 10. Виды разрешенного использования территории Военного городка

Ожидаемый объем жилого фонда с использованием коэффициентов интенсивности жилой застройки (для зоны Ж-4 – 1,5; для подзоны Ж-4-1 – 1,9) равен 1 414 674 кв. м. жилья.

Рассмотрев представленные территории города Красноярска, которые определены Администрацией города для комплексного развития, можно сделать следующие выводы:

- общая площадь территории для комплексного развития в городе Красноярске равна 3 428 730 кв. м;

- общая площадь территорий с неразвитой дорожной-транспортной и коммунальной инфраструктурой равна 3 347 690 кв. м;

- общий перспективный объем жилой застройки – 2 431 291,7 кв. м жилья.

Проанализировав земельные участки на предмет функционального разнообразия, оснащенности дорожно-транспортной и коммунальной инфраструктурой, делаем вывод, что комплексное развитие различных территорий города необходимо осуществлять, учитывая их специфические особенности и определенные нормативно-правовые рамки.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : ГрК : текст с изменениями и дополнениями на 14 июля 2022 года : [принят Государственной думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – Москва : Эксмо, 2022. – 291 с. – ISBN 978-5-04-169733-4.

2. Город – идея и практика : монография / В. С. Ефимов, В. И. Сарченко, А. В. Лаптева [и др.] ; – Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2019. – 528 с. – ISBN 978-5-7638-4171-8.

3. Интерактивная карта города Красноярска / Google. – Изображение (картографическое; недвижимое; двухмерное) : электронное – URL: <https://webgis.admkrsk.ru/portal/map/imap/app.html#page=layers&mode=semmap&bank=9&layers=48> (дата обращения: 05.10.2022).

4. Решение Красноярского городского совета депутатов от 7 июля 2015 года № В-122 О Правилах землепользования и застройки городского округа город Красноярск и о признании утратившими силу отдельных Решений Красноярского городского Совета депутатов // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения: 05.10.2022).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА КАК ИНСТРУМЕНТА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ЖИЛЫХ МИКРОРАЙОНОВ В Г. КРАСНОЯРСКЕ

В.В. Серватинский, канд. экон. наук, доцент, П.Н. Костылев, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Современный этап развития экономики характеризуется постоянной модернизацией различных отраслей и переходом на новый путь развития. Градостроительная деятельность, включающая в себя деятельность по развитию территорий и жилищному строительству, не является исключением. Целью написания статьи является повышение эффективности развития жилых микрорайонов в г. Красноярске. Для выполнения поставленной цели был использован системный анализ. Были определены проблемы и пути их решения, а также разработаны рекомендации по внедрению мероприятий, направленных на повышение эффективности развития жилых микрорайонов г. Красноярска.

Ключевые слова: развитие жилых микрорайонов, комплексный подход, систематизация, структурирование, обобщение, развитие, прогнозирование, анализ.

Для повышения комфортности жизни в городе Красноярске, а, следовательно, и его привлекательности для населения, как постоянного места жительства, необходимо создание условий для развития человеческого потенциала, повышения качества городской среды, развития экономики.

Это неразрывно связано с развитием территорий и ее планировочных элементов, строительной отрасли, в первую очередь жилищного направления, ориентированных на современную архитектуру и новейшие стратегии в градостроительстве.

Планирование развития территорий и жилищного строительства должно отвечать принципу комплексности и самодостаточности, с обеспечением инфраструктурной потребности повседневного спроса.

В качестве сегмента, в котором будет анализироваться комфортность жилой среды, рассматривается микрорайон, поскольку именно микрорайон является первичной единицей современной городской жилой застройки, представляющей собой комплекс жилых домов и объектов различной инфраструктуры, примыкающих к транспортным магистралям. Именно в масштабах микрорайона удобно осуществление комплексного развития территорий для создания основных условий проживания и экономичного, рационального и эффективного использования земли и пространства [1].

Микрорайон является основным элементом жилой застройки района, основной структурной единицей селитебной территории. Он проектируется как комплекс, изолированный от основного городского движения, где для населения созданы наиболее комфортные и удобные условия проживания [2] (рисунок 1).



Рисунок 1. Элементы комплексности жилой застройки

Наиболее актуальные проблемы застройки, с которыми сталкивается большинство горожан Красноярска в повседневной жизни [3]:

- дефицит объектов торговли, услуг и досуга в жилых районах;
- низкая транспортная доступность городских территорий, заторы на дорогах, дефицит автостоянок;
- монотонная жилая застройка и низкая привлекательность открытых общественных пространств;
- удаленность офисов и малых производств от жилой застройки;
- низкое качество озеленения, атмосферное загрязнение [4];
- несоответствие планировок домов запросам и потребностям домохозяйств.

– Для повышения в микрорайонах Красноярска комфортности среды, отвечающей современным потребностям горожан необходимо:

- соседство зданий и помещений различных видов использования: жилой застройки – с объектами торговли и услуг, отдыха и досуга, образования и здравоохранения, офисами и малыми производствами (Рисунок 2).

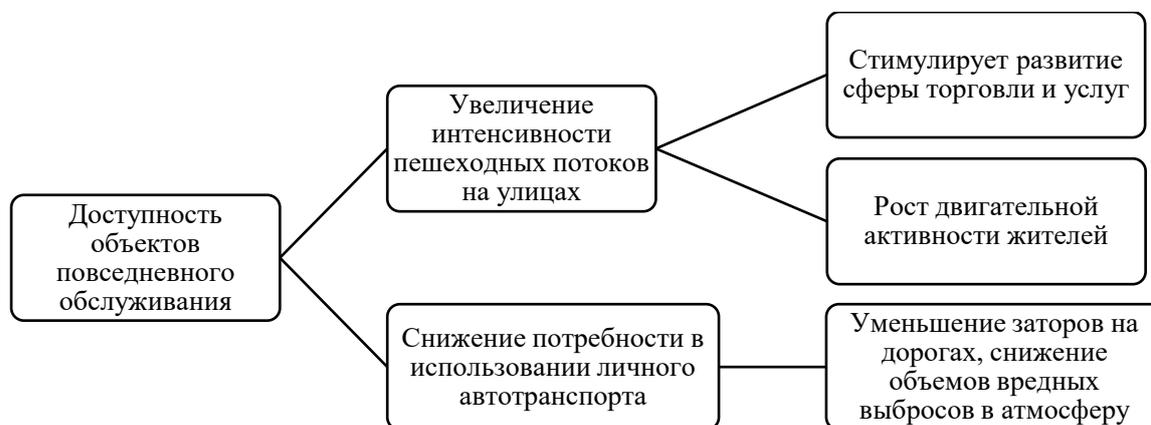


Рисунок 2. Ключевые эффекты от доступности объектов повседневного обслуживания

– приспособленность к пешеходным перемещениям. Компактное расположение зданий и объектов городской инфраструктуры в зоне пешеходной доступности между ними создает условия, когда горожане интенсивно используют открытые городские пространства. Компактная застройка позволяет оптимизировать затраты на эксплуатацию городской инфраструктуры и поддерживать в надлежащем состоянии улицы, площади, дворы, озелененные территории.

– внедрение разнообразных типов жилой застройки и планировок квартир. Наличие разнообразных предложений жилья, соответствующего запросам домохозяйств различного состава, — залог удовлетворения потребностей максимального количества горожан и, как следствие, роста привлекательности города.

– формирование адаптивных городских территорий. Подразумевается, что территории могут быть легко приспособлены к изменениям экономических и социальных условий, запросов и потребностей горожан. Такую возможность обеспечат планировочные и конструктивные решения зданий, позволяющие при необходимости изменять конфигурацию и назначение помещений с жилого на офисное, торговое, производственное и обратно. При этом необходим широкий спектр видов разрешенного использования каждого земельного участка [5].

Для реализации мероприятий, направленных на повышение эффективности развития жилых микрорайонов г. Красноярска необходимо:

– актуализация градостроительной документации, подготовка документов, необходимых для внесения сведений о градостроительной документации в Единый государственный реестр недвижимости;

– развитие объектов коммунальной и транспортной инфраструктуры за счет средств бюджета различного уровня;

– проектирование, строительство и реконструкция автомобильных дорог общего пользования местного значения и искусственных сооружений на них за счет средств бюджета города, дорожного фонда Красноярского края;

– обеспечение территорий города актуальными документами территориального планирования, градостроительного зонирования, проектами планировок и межевания. В документах территориального планирования муниципального образования необходимо предусматривать рациональную очередность развития территории с градостроительным прогнозом до 20 лет;

– усовершенствование базы данных, включающую в себя всю информацию о документах, объектах градостроительной деятельности и их характеристиках. База данных должна содержать сведения о современном состоянии и использовании территории, а также о планируемых изменениях территории муниципального образования по всем направлениям инженерной, транспортной, социальной инфраструктур, жилищной и производственной сферы. Вместе с тем, необходимо обеспечение эффективной интеграции градостроительных данных и данных иных муниципальных информационных систем. Это позволит всем участникам градостроительных процессов использовать документы и сведения при принятии решений, связанных с развитием территории города или отдельных земельных участков;

– проведение комплексных работ по инвентаризации: территории на предмет выявления в границах города неэффективно используемых территорий и имеющих дополнительный потенциал развития, что позволит вовлечь их в существующий территориальный ресурс, а также обследование объектов жилой

недвижимости на предмет выявления аварийных объектов в целях принятия решений о возможности дальнейшей их эксплуатации/реконструкции либо сноса;

Кроме того, для развития жилищного строительства необходимо реализовать следующие направления:

- создание условий для развития ипотечного жилищного кредитования;
- активное использование механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) в реализацию социально значимых проектов. Так, обязательным условием любого жилищного строительства является развитие территории застройки как фактор удобного и комфортного проживания, сопровождающееся созданием объектов социального, культурного и коммунально-бытового обслуживания населения. Учитывая недостаток финансирования бюджетами данных расходов, региональные и муниципальные власти используют инвестиции частного сектора (бизнеса) путем заключения договора ГЧП. В настоящее время, большинство существующих проектов ГЧП реализуются в инфраструктурных областях: проектах социальной инфраструктуры и проектах коммунальной инфраструктуры и энергетики [6].

Реализация приведенных мероприятий повысит комфортность жизни в городе, а также позволит достигнуть целевых индикаторов, предусмотренных программами развития Красноярска. Сведения о целевых индикаторах подпрограмм и показателях результативности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о целевых индикаторах подпрограмм и показателях результативности программы

Наименование целевого индикатора (показателя)	Ед. изм.	2020	2021	2022	2023
Общая площадь жилых домов, введенных в эксплуатацию	кв. м	642000	670000	710000	715000
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя	кв. м	25,49	26,08	26,48	26,9
Удельный вес площади аварийного жилищного фонда к общей площади жилищного фонда	%	0,63	0,62	0,61	0,6
Степень покрытия утвержденными проектами планировки и межевания территории города	%	45	45	45	45
Площадь территорий, вовлеченных в комплексное развитие территорий	кв. м	156693	144505	339183	514525
Численность граждан, переселенных из аварийного жилищного фонда	чел.	404	1545	1309	641

Главным приоритетом в развитии строительной отрасли, в том числе жилищного направления является ее ориентированность на человека, на его нужды и пожелания. Основными инструментами реализации развития отрасли являются государственные программы (национальные проекты), региональные проекты по поддержке отдельных категорий граждан, по организации документации территориального планирования. Развитие строительства связано, прежде всего, с государственной поддержкой строительной отрасли, деятельностью государственных органов по созданию наиболее благоприятных условий для возведения большего числа зданий и переселения из аварийного и ветхого жилья. Одним из наиболее реалистичных вариантов развития жилищного строительства является развитие и совершенствование механизмов государственно-частного партнерства (особенно в

части строительства социальных объектов и объектов инфраструктуры в составе комплексных жилых застроек).

Список литературы

1. Саенко И. А. Методические и практические аспекты оценки объектов жилой недвижимости по степени комфортности / И. А. Саенко, Л. Р. Ахметова // Экономика и предпринимательство. 2018. № 8 (97). С. 1267-1270.
2. Маслова, Т.Д. Маркетинг территории: исследование и оценки комфорта городской среды крупного города / Т.Д. Маслова // Маркетинг взаимодействия и экономика предпринимательства. Сб.: Ученые записки диссертационного совета. Санкт-Петербург, 2015. №3. С. 34-45.
3. Саенко И. А. Изучение мнения населения о классах комфортности жилых домов / И. А. Саенко, Л. Р. Ахметова, М. Ю. Беличенко // Проблемы современной науки и инновации. 2017. № 2. С. 4-11.
4. Серватинский В.В. Оценка качества жилищной застройки и разработка рекомендаций по повышению благоустройства территории г. Красноярска. / Серватинский В.В. Галишин Н.Б. XIII International Scientific Conference «Scientific achievements of the third millennium». Collection of scientific papers, on materials of the XIII international scientific-practical conference 25.03.2021, Part 2. Pub. SPC «LJournal», 2020. P. 136-140.
5. Сарченко, В.И. Генплан и качество среды города: монография / В. И.Сарченко, В.И. Крушлинский. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. 124 с.
6. Федеральный закон «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 № 224-ФЗ [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 13.07.2015 N 224-ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». - Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ СТИМУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В.А. Кошечев, профессор, Я.В. Уселис, аспирант

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург*

Аннотация: В статье исследован вопрос текущего состояния рынка малоэтажной недвижимости. На примере Ленинградской области проанализированы цены земельных участков и индивидуальных жилых домов. Сделан вывод о том, что темпы роста цен на загородную недвижимость опережают темпы роста доходов населения. Изложена информация о реализуемых на сегодняшний день программах и мероприятиях, поддерживающих развитие рынка малоэтажного строительства, а именно материнский капитал, льготные ипотеки и возможность аренды земельных участков у государства.

Ключевые слова: недвижимость, малоэтажное строительство, льготные программы, льготная ипотека, материнский капитал

Рынок малоэтажной недвижимости, несомненно, является одним из востребованных и перспективных сегментов жилья. Конкурентоспособность данного сегмента, по сравнению с жильем в многоквартирных домах заключается в наличии условий для более высокого качества жизни граждан, а именно экологичность, отсутствие проблем с парковочными местами, положительное влияние загородной окружающей среды, индивидуальный характер жизнедеятельности и т.д. При всех положительных чертах загородной жизни, потенциальный спрос на индивидуальные дома высок, до 73% российских семей выражают желание жить в таких домах [1]. Особое внимание к рассматриваемому сегменту недвижимости было обращено в период пандемии коронавирусной инфекции, когда объем предложения на загородную недвижимость снизился до 15% [2]. Не смотря на повышение интереса к малоэтажной недвижимости со стороны граждан, проблемы развития данного сегмента имеют место быть. Одна из таких проблем носит экономический характер и заключается в доступности жилья.

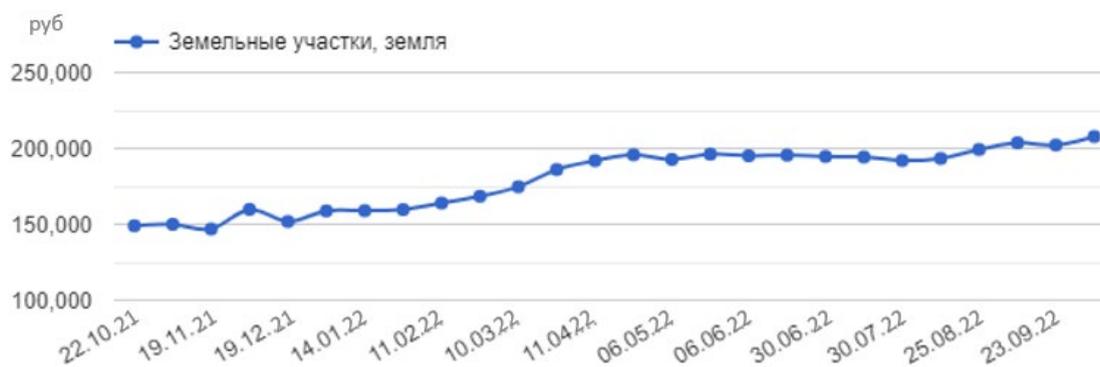


Рисунок 1. Динамика цен на земельные участки в Ленинградской области (цена за сотку) [3]

По данным агентства недвижимости «Restate» (рисунок 1), средняя цена на земельные участки в Ленинградской области (цена за сотку) возросла на 23%, с 149 тыс. рублей в октябре 2021 года до 207,8 тыс. руб. в октябре 2022 года [3]. При этом

цены за участок земли в Ленинградской области варьируются от 300 тыс. руб. до 23,9 млн. руб.

Как отмечают эксперты агентства «Петербургская недвижимость», средняя цена индивидуального жилого дома составляет 5,4 млн. руб., основная доля продаж загородных домов (55%) в 2020 году приходилась на Приозерский и Выборгский районы Ленинградской области, в 2021 году больше домов покупали в районах, расположенных ближе к городу, а именно во Всеволожском и Гатчинском [4].

Таким образом, можно выделить, что цены на загородные участки и индивидуальные жилые дома остаются на достаточно высоком уровне и даже демонстрируют рост, становясь все менее доступными для граждан. Отметим, что средняя заработная плата в Ленинградской области в 2022 году составила 57 357 рублей, медианная зарплата в регионе 36 811 рублей, в среднем по России показатель заработной платы имеет значение в 62 200 рублей [5,6].

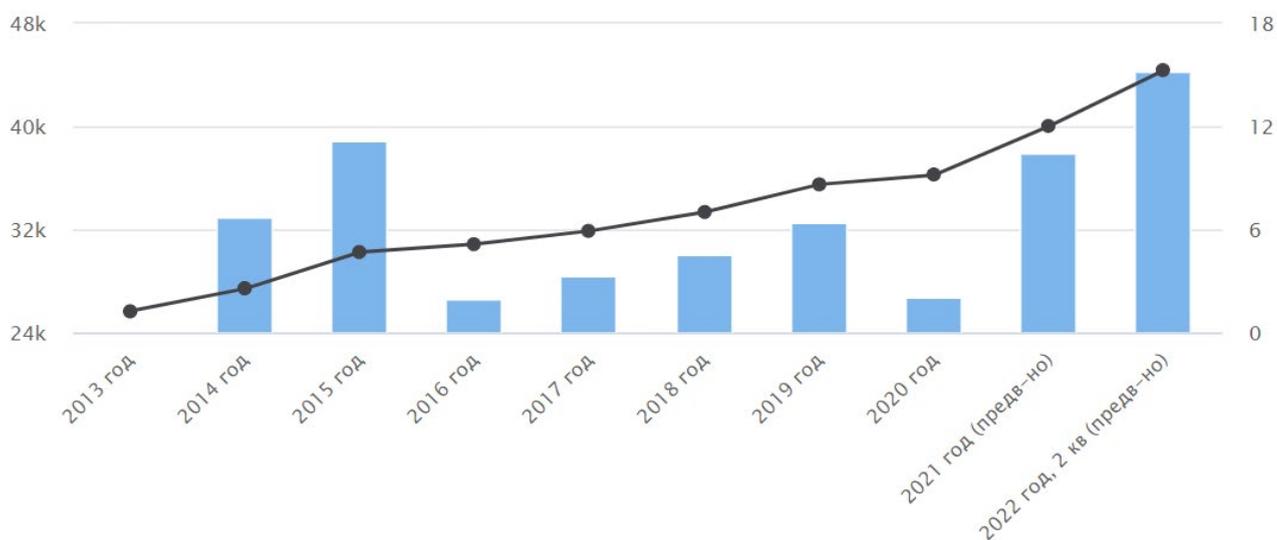


Рисунок 2. Изменение среднедушевых доходов населения, % [7]

На основе рисунка 2 сделаем вывод, что рост доходов граждан имеет более низкие темпы, чем тенденции повышения стоимости объектов загородной недвижимости.

С целью стимулирования развития рынка малоэтажного строительства государством проводится определенная социальная политика, выражающаяся в реализации ряда программ. Далее рассмотрим некоторые из них.

Материнский капитал

Данная программа действует с 2007 года и продлена до 2026 году. В 2022 году размер выплат по материнскому капиталу составляет 524,5 тыс. руб. на первого ребенка и 693,1 тыс. руб. на второго ребенка. По статистике, 61% семей используют возможности программы для улучшения жилищных условий, 38% подают заявления на ежемесячные выплаты на второго ребенка, и 11% используют маткапитал для оплаты учебы ребенка [8]. Средства материнского капитала также можно потратить на строительство или реконструкцию индивидуального жилого дома.

Льготные ипотечные предложения

На сегодняшний день граждане, желающие иметь индивидуальный жилой дом, могут воспользоваться некоторыми предложениями по льготной ипотеке. Семьи с одним и более ребенком имеют возможность оформить ипотеку на строительство дома по ставке до 6%. Сельская ипотека с процентной ставкой до 3% действует при

первоначальном взносе от 10%, максимальна сумма кредита до 3 млн. руб., действует в сельской местности или городах с малочисленным населением до 30 тысяч жителей. Еще одной льготной программой является Дальневосточная ипотека, ставка по ипотеке для строительства индивидуального дома на данной территории составит 2% годовых, а максимальная сумма кредита до 6 млн. руб.

Аренда и выкуп земельного участка у государства

Согласно ст. 39.6 Земельного кодекса РФ государство может предоставить гражданину в долгосрочную аренду земельный участок для реализации индивидуального жилищного строительства. Стоимость такой аренды вполне доступная и составляет от 0,1 руб. до 70 руб. за кв. м. земли [9]. После завершения строительства, собственник дома имеет право выкупить участок за определенную долю от его кадастровой стоимости. К примеру, в Москве в 2020 году было проведено 60 таких сделок [9].

В заключение отметим, что рынок загородной недвижимости, на сегодняшний день интересен для многих граждан. Однако, стоимость объектов недвижимости с каждым месяцем возрастает, причем интенсивнее, чем доходы россиян. Для развития сферы индивидуального жилищного строительства государством реализуются соответствующие программы, которые пользуются спросом. С целью дальнейшего стимулирования рынка малоэтажного строительства необходимо поддерживать уже существующие и учреждать новые профильные программы.

Список литературы

1. Малоэтажная Россия: что такое идеальный дом и какой спрос на такое жилье <https://realty.rbc.ru/news/617271d29a79471dcd4379c4?ysclid=191hucsggh6774112254> URL: (дата обращения 08.10.2022).
2. Как пандемия возродила рынок загородной недвижимости [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://www.gazeta.ru/business/2021/01/15/13442858.shtml> (дата обращения 08.10.2022).
3. Цена продажи участков в Ленобласти <https://spb.restate.ru/graph/lo/ceny-prodazhi-zemli/> [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://www.gazeta.ru/business/2021/01/15/13442858.shtml> (дата обращения 08.10.2022).
4. Петербуржцы едут [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: https://www.dp.ru/a/2021/07/12/Ishod_v_oblast_usilivaets?ysclid=191j181yt17580550 (дата обращения 08.10.2022).
5. Статистика зарплат [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://gorodrabot.ru/salary?l=%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C&ysclid=191jcf8o055011805> (дата обращения 08.10.2022).
6. Средняя зарплата в России [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://gogov.ru/articles/average-salary> (дата обращения 08.10.2022).
7. Уровень жизни в России [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://gogov.ru/articles/standard-of-living> (дата обращения 08.10.2022).
8. На что россияне тратят материнский капитал [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://rg.ru/2020/08/18/na-chto-rossiiane-tratjat-materinskij-kapital.html?ysclid=191jzegwvv499888093> (дата обращения 08.10.2022).
9. Как арендовать землю у государства [Электронный ресурс] – Режим доступа // URL: <https://realty.rbc.ru/news/60d5a6d19a79478aab1553e6?ysclid=191ky5pdcz565696264> (дата обращения 08.10.2022).

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОДУКТА ДЕВЕЛОПМЕНТА В ПРОЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

Е.В. Крелина, старший преподаватель, Р.Э. Филимендикова, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В работе исследованы факторы и процессы трансформации продукта девелопмента жилой недвижимости в новейшей истории России, определены требования, предъявляемые к продукту девелопмента в рамках использования инструмента комплексного развития территорий на современном этапе. Определено, что продуктовая трансформация девелопмента жилой недвижимости обусловлена изменением потребностей населения и определяется несколькими атрибутами, такими как место, качество, доступность, сервис, надежность и узнаваемость.

Ключевые слова: комплексное развитие территории, жилая застройка, девелопмент, продукт девелопмента.

Высокий темп урбанизации является одной из основных тенденций современности. Вместе с тем высокие требования предъявляются к качеству городской среды, в первую очередь к комфорту проживания.

На протяжении очень долгого времени застройка в городах велась точечно – в зависимости от возникающей необходимости в указанном месте строилось здание. А вокруг этого объекта появлялся район, образующий инфраструктуру, куда добавлялись магазины, школы, детские сады, парковки. Теперь во многих городах районы не похожи друг на друга, не выдержаны в едином стиле. Главной целью было построить здание, а только потом начать развивать район вокруг. Это устаревший подход к градостроительству, который не только не отвечает запросам горожан, но и не позволяет рационально использовать ограниченное свободное место в городах. Все это привело к функциональной диспропорции градостроительного развития городских территорий. При этом стоит отметить, что в современных условиях потенциал экстенсивного развития городской среды, который наблюдался в предыдущие десятилетия, во многом исчерпан, а значительную часть жилого фонда составляют ветхие и аварийные здания.

В ответ на возникающие проблемы появилась идея комплексного развития территорий, которая напрямую связана с идеей рационального использования городских ресурсов и территорий. В проектах, которые разрабатываются согласно этой концепции, наоборот, сначала планируется вся инфраструктура и только потом компании-застройщики приступают к строительству жилых зданий [1-4]. Согласно стандартам КРТ, разработанным Минстроем России по поручению Правительства Российской Федерации в 2016-2019 годах при непосредственном участии фонда ДОМ. РФ и КБ «Стрелка», городская среда станет выглядеть органично, и все жители развиваемого района получают все блага вокруг своего места проживания. Один из главных стандартов КРТ – предоставление уже готового набора решений для максимального удобства. Однако данный стандарт в настоящий момент не является обязательным к применению и носит рекомендательный характер [5].

Основным элементом планировочной структуры территории комплексного развития остается жилая застройка, в связи с чем целесообразным представляется рассмотреть продуктовую трансформацию девелопмента жилой недвижимости.

Девелопмент жилой недвижимости в Российской Федерации начал

формироваться с 1991 года, при этом в первое десятилетие носил во многом неустойчивый и несистемный характер. Для данного этапа характерен «экспериментальный» подход к строительству, активное расширение городов за счет прилегающих территорий, фокус на индивидуальность и роскошь жилья, застройка по принципу уплотнения существующих кварталов без формирования социальной и транспортной инфраструктуры, что обусловлено, с одной стороны, значительной неудовлетворенностью потребности населения в частной собственности, а, следовательно, высоким спросом на жилье, с другой стороны, низким контролем за рынком жилищного строительства со стороны государства [4-6].

Период интенсивного экономического роста 2000-х годов, в том числе развитие ипотечного кредитования, позволили нарастить темпы жилищного строительства и перейти к крупномасштабным проектам развития новых территорий. Строительство приобретает преимущественно микрорайонный характер, планировочные решения типизируются, жилые здания становятся многофункциональными. При этом усиливается контроль со стороны государства за всеми аспектами девелопмента жилой недвижимости. Однако внимания формированию качественной городской среды уделяется по-прежнему недостаточно.

В 2010-е годы начинается переориентация на более функциональный подход в строительстве, набирает силу тренд на европейский формат жилья и свободные планировки с максимально возможной полезной площадью, в застройке начинают уделять внимание благоустройству общественных зон и придомовой территории. Новой тенденцией становится реновация бывших промышленных зон.

С 2016 года начинается разработка нормативных документов по комплексному развитию территорий. Одной из ключевых идей новых рекомендаций является отказ от развития микрорайона в пользу городских кварталов. С 2019 года в России широко реализуются нацпроекты, направленные на повышение доступности жилья для граждан и поддержание комплексного развития городов [6, 7].

В сегодняшних условиях девелопмент жилой недвижимости должен быть трансформирован, так как на первый план в управлении выходят гибкие подходы, а не консервативные решения. На данном момент, важной частью продукта и его центром потребления является человек. Он является участником всех процессов. В период всей девелоперской деятельности нужно уметь разбираться и чувствовать ценности потребителя. Девелоперу следует понимать, что сейчас его работа должна соответствовать уровню нового поколения. Поколение Y имеет запрос на европейское качество и стандарт, а также можно выделить тренд на концентрацию продукта. На сегодняшний день интересные нестандартные проекты являются лидерами [8].

Процесс создания продукта девелопмента в проектах комплексного развития территорий жилой застройки включает в себя четыре основных этапа.

Первый этап – это аналитика и прогнозирование. На этом этапе выполняется анализ конкурентной среды территории комплексного развития, бенчмарк-анализ лучших практик реализации проектов КРТ, определение и сегментация целевой аудитории и портрет покупателя, а также анализ потенциального спроса. Длится данный этап, в среднем, 2-3 месяца.

Второй этап – этап концептуального проектирования и разработки проектной документации. В его рамках формируется архитектурная концепция и мастер-план территории, на основании которых делается проект планировки территории, разрабатывается проектная документация на отдельные объекты жилой и нежилой застройки. По результатам этого этапа получается итоговое планировочное решение

территории, итоговая квартирография, проекты дворов и мест общего пользования, коммерческих и социальных объектов, а также техническое наполнение и инфраструктурные решения. Также в рамках рассматриваемого этапа определяется очередность строительства объектов. Длительность этого этапа определяется размером территории комплексного развития, опытом участников проекта КРТ, а также сложностью требуемых согласований.

Третий этап – коммерческое построение девелоперского продукта. В рамках этапа определяются итоговые уникальные торговые предложения проекта и постулаты дифференциации продукта, стратегия продвижения и точки контакта с потребителями. Полученные решения непрерывно обновляются в процессе реализации девелоперского проекта с учетом складывающихся условий внешней среды вплоть до завершения проекта.

Четвертый этап, заключительный, - строительство и сопровождение продукта девелопмента. На данном этапе происходит непосредственное выполнение строительно-монтажных работ и введение объектов в эксплуатацию. Участниками этапа являются основные стейкхолдеры рынка жилой недвижимости. Срок реализации проекта комплексного развития территорий может достигать 10-15 лет. Результатом является уже готовый успешный высоколиквидный проект.

Таким образом, под продуктом в девелопменте следует понимать совокупность всех свойств и характеристик проекта, включая нематериальные. Состав девелоперского продукта на современном этапе включает несколько атрибутов: место, качество, доступность, сервис, надежность и узнаваемость.

Атрибуты места являются самой крупной категорией в составе продукта девелопмента, так как во многом именно местоположение определяет успешность самого проекта. Важны как локация, так и территория проекта. Именно на этом этапе определяется и формируется план будущих продаж. Благодаря ему можно заранее просчитать, на какую сумму необходимо поднять добавленную стоимость для получения максимальной прибыли от продажи площадей.

Очень важно учитывать уже имеющуюся окружающую городскую застройку и то, как проект будет в нее вписываться. Необходимо учитывать основы градостроения конкретного города, важны этажность зданий, соблюдение размеров зеленых зон. Кроме того, на этом этапе исследуются пешеходные и транспортные потоки. Все эти детали нацелены на то, чтобы заранее просчитать, как можно усилить комфорт покупателей во всех сферах жизни. Необходима пешая доступность и большое количество парковочных мест. Следует отметить транспортную логистику, которая очень важна для комфортной жизни клиентов.

Качество продукта девелопмента можно разделить на несколько уровней. К первому уровню стоит отнести все, что связано с технической, инженерной составляющей, решениями фасадов, шумоизоляцией и применяемыми материалами. При этом для современного клиента важна открытость и доступность этой информации. Второй уровень качества включает внешнее и внутреннее благоустройство, к которому относятся дворы и внутреннее пространство дома (холлы, межэтажные помещения, пространство). Третий уровень атрибута качества — это жилые помещения и все, что связано с квартирографией и типологией квартир.

Говоря про атрибуты доступности, необходимо отметить альтернативы по позициям: разнообразие планировок, площадей и классов, ценовую политику и различные программы лояльности (специальные предложения, ограниченные во времени, коллаборации и партнерства с банками, ко-брендинг с федеральными

брендами), а также наличие так называемых «коробочных» решений. Под «коробочным» решением понимают покупку сразу комплектом, ведь зачастую это рациональнее с точки зрения потребителя. Клиент может получить и машино-место, и жилье, и кладовую. При покупке набора предоставляется скидка, которую нельзя получить, покупая только жилье.

К атрибутам сервиса относятся команда проекта, способ продаж, а также обслуживание, которое будет включать в себя и постпродажную поддержку. В этой сфере важна каждая деталь, которая играет на положительные эмоции покупателя. Прежде всего команда должна уметь работать с клиентом. Важна не просто продажа, а коммуникация.

Наконец, самый последний атрибут – надежность и узнаваемость. Для клиента имеет огромную роль имидж и репутация застройщика. Разнообразие проектов, отклонение от типовых стандартов, необычные, нетипичные проекты, которые способны создать новый образ городской жизни, положительно влияют на принятие решения о покупке. Нужно стремиться попасть в список лучших. Также, на репутацию влияет сдача дом в срок. Это повышает лояльность покупателя.

Также следует отметить, что для клиента важна совокупность всех удобств. Помимо хорошей планировки и красивой архитектуры нужна хорошая управляющая компания и прочие атрибуты.

В рамках работы были выведены критерии реализации правильной модели девелоперского продукта:

1. нацеленность на создание высоколиквидного коммерчески успешного проекта;
2. проект должен отвечать на определенный запрос потребителей здесь и сейчас;
3. затраты на продвижение не должны превышать разумных размеров;
4. проект должен соотноситься со стандартом не только в определенной локации, но и в целом по отрасли;
5. нужно стремиться к обеспечению такой лояльности со стороны клиента, которая приведет к повторным продажам.

Сейчас на наших глазах меняются правила городской застройки, повышаются требования к качеству и комфорту проживания, к инфраструктуре. Однако этот процесс является не быстрым, у многих застройщиков уже есть установки, что можно делать как раньше и это будет для них выгоднее. Тем не менее, первые шаги на этом пути уже совершены, путем внедрения концепции комплексного развития территорий.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 02.07.2021) // КонсультантПлюс : справочная правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru>
2. Проект стратегии развития строительной отрасли и жилищно- коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/18723/>
3. Стратегии развития жилищной сферы Российской Федерации на период до 2025 года // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/15909/>
4. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/552045821>
5. Стандарт комплексного освоения территорий [Электронный ресурс] // дом.рф :

официальный сайт – 2022. – URL: <https://дом.пф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy>

6. Российская Федерация. Законы. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2017 г. N 1710 «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/552045821>

7. Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда» // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/552045821>

8. Усатова, А. Девелоперский проект как продукт / Анна Усатова // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://artsofte.digital/vebinary-i-stati/zastroyshchikam/chto-takoe-developerskij-produkt>

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АБАКАНА

А.А. Крещук, студент, А.С. Ковалева, студент, Е.Е. Ибе, канд. техн. наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО СФУ, Абакан

Аннотация: Пригодность городской среды для МГН выявлялась на основании несоответствия СНиП, СП и ГОСТ тротуаров, пешеходных переходов и входов в общественные здания. На основании выявленных несоответствий, опираясь на уже существующие статьи на подобную тему, были предложены решения проблемы доступности городской среды г. Абакана.

По результатам исследования были составлены диаграммы, по которым выявлено, что в г. Абакане далеко не везде городская среда является безбарьерной. Именно поэтому были предложены решения данной проблемы.

Ключевые слова: безбарьерная среда, маломобильные группы населения, анализ городской среды, пандусы, подъемные платформы.

Проблема доступности городской среды существовала и существует по сей день во многих городах мира. Согласно данным оценки Федеральной службы государственной статистики по состоянию на 1 апреля 2022 года, среди постоянных жителей Абакана инвалидность имеет 13 991 человек, что составляет 7.49% от всего населения. Людей с инвалидностью 1-й группы насчитывается 1 756 человек, что составляет 12,55 % от общей доли людей с инвалидностью в Абакане [1]. На основании полученных данных была составлена диаграмма и представлена на рисунке 1.

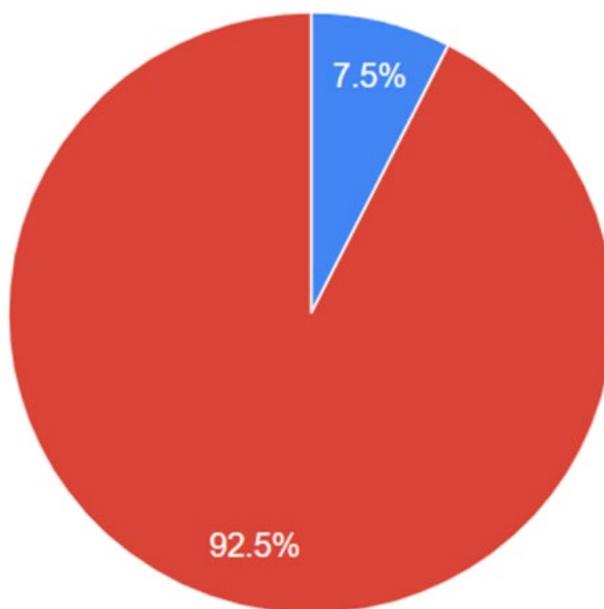


Рисунок 1. Соотношение людей с инвалидностью и без инвалидности в г. Абакане (синий и красный соответственно)

Организация доступной среды позволит людям с ограниченными возможностями движения стать полноценными участниками социума, снимет психологический барьер с остальных его участников [2-4], а также поможет развитию туризма в городе Абакане [5-8] и обезопасит эвакуацию людей с ограниченными возможностями [9].

В течение 2022 года проводился анализ доступности среды для маломобильных

граждан по центральным улицам г. Абакана, так как на них наблюдается наибольшее скопление людского потока. Среди общественных зданий в качестве объектов исследования были выбраны продуктовые магазины, банковские учреждения, салоны сотовой связи, торговые центры и т. д. Также, согласно открытым данным, большинство зданий было построено еще в середине XX века. Пример таких зданий приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Год постройки некоторых зданий ул. Дружбы Народов

Адрес	Год постройки
пр-кт. Дружбы Народов, д. 15	1977
пр-кт. Дружбы Народов, д. 7	1976
пр-кт. Дружбы Народов, д. 33	1988
пр-кт. Дружбы Народов, д. 20	1979
ул. Щетинкина, д. 73	1978
ул. Щетинкина, д. 23	1968
ул. Щетинкина, д. 9	1955

Для наглядности исследуемые улицы были указаны на карте г. Абакана и показаны на рисунке 2. Белым цветом отмечена улица Дружбы Народов, черным – улица Щетинкина. Каждая из улиц была дополнительно разбита на участки. На каждом из этих участков было рассмотрено движение по пешеходным переходам, тротуарам и доступ к общественным объектам.

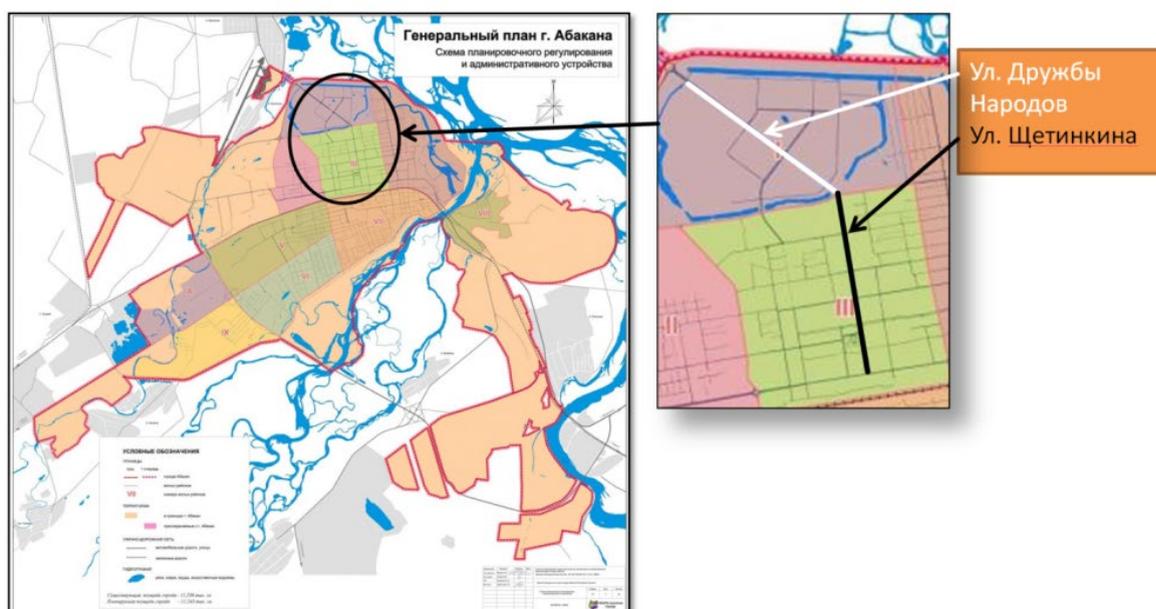


Рисунок 2. Генеральный план г. Абакана. Наглядное отображение.

В качестве критериев для оценивания были выбраны пандусы, которые должны иметь определенный угол наклона, и, что немаловажно, должны быть оборудованы перилами или должна присутствовать подъемная платформа, согласно СП 140.13330.2012. Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения.

Анализируя вышесказанное, были составлены диаграммы на рисунках 3 и 4, в которых показаны примеры полного соответствия, частичного соответствия и несоответствия нормам.

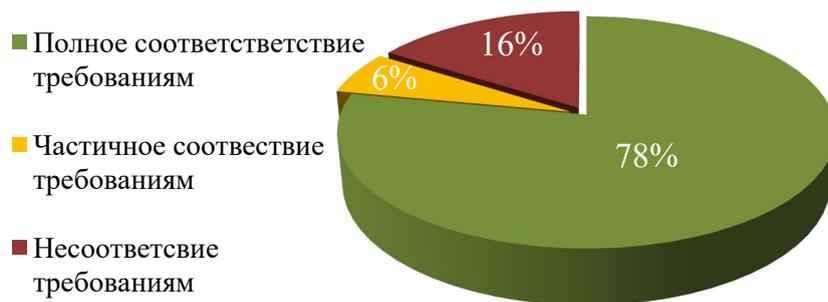


Рисунок 3. Суммарная диаграмма соответствия нормативным требованиям общественных объектов.

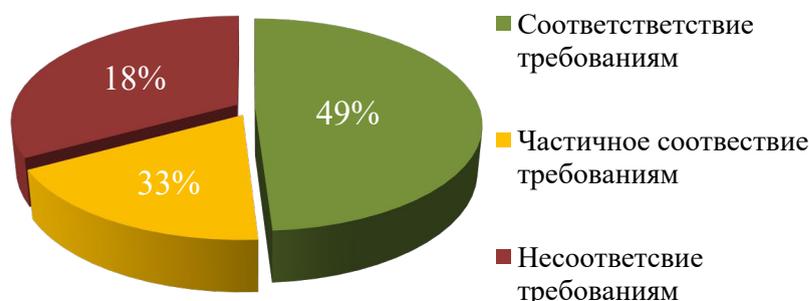


Рисунок 4. Суммарная диаграмма соответствия нормативным требованиям путей движения МГН.

В результате проведенных исследований было выявлено, что:

- процент объектов, которые не соответствуют требованиям, достаточно высок;
- большое количество зданий вовсе не оборудованы пандусами или подъемными лифтами;
- часть существующих пандусов имеет недопустимый уклон или не имеет ограждений.

Проанализировав полученные результаты, опираясь на предложения по решению проблемы от других авторов [10-20], были выведены решения, которые помогут в организации безбарьерной среды:

- пандусами или подъемными платформами должны быть оборудованы все общественные места, для доступа в которые нужно подниматься по лестнице;
- общественные здания должны быть оборудованы тактильными плитками, что значительно поможет инвалидам с ограничениями по зрению;
- в случае, если невозможно организовать вышесказанные пункты, должна хотя бы присутствовать кнопка вызова персонала, нажав которую инвалид может дождаться снаружи и получить консультацию или помощь.

На примере пандуса с незначительным нарушением было рассмотрено решение выявленной проблемы. Этот участок тротуара находится на расстоянии 40 метров от Хакасского технического института – филиала ФГОУ ВО «Сибирский федеральный университет». На рисунке 5 представлена фотография данного пандуса. Видно, что необходимо убрать резкий перепад высоты в конце наклонной площадки, так как без помощи еще одного человека маломобильный гражданин не сумеет самостоятельно преодолеть этот барьер.



Рисунок 5. Пример пандуса с незначительным нарушением без изменений.

Также, на рисунке 6 представлена траектория, по которой многие люди обходят или объезжают эту наклонную площадку через проезжую часть, что угрожает их жизни и здоровью. Именно поэтому была создана модель правильной наклонной площадки.

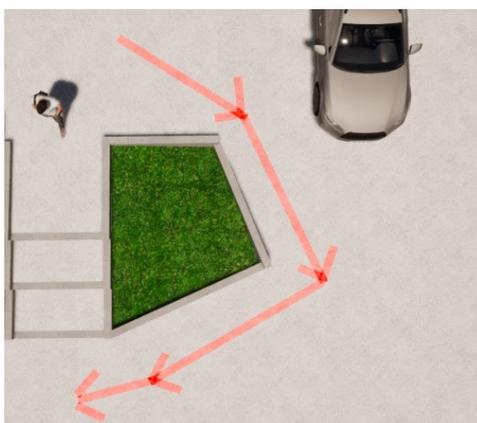


Рисунок 6. Пример траектории движения людей при обходе пандуса вдоль проезжей части.

Модель правильной наклонной площадки представлена на рисунке 7. Убрав часть бордюра и увеличив длину пандуса, можно добиться плавного спуска без резких перепадов высот. Также, благодаря ограждению спуск становится более безопасным для МГН.



Рисунок 7. Проектное предложение по устранению дефектов.

Итоговый уклон равен 6 градусам, что не превышает нормативные 8 градусов при длине пандуса в 4 метра и высоте подъема в 0,45 метров. Все требования соблюдены. Пандус имеет допустимый уклон, люди не имеют препятствий при передвижении и могут безопасно передвигаться по тротуару.

Список литературы

1. Зарплаты и населения городов и стран мира: Численность населения Абакана – URL: <https://bdex.ru/naselenie/respublika-hakasiya/abakan/> (дата обращения: 06.10.2022).
2. Rahman M., Ohmori N. Barrier-Free Accessible Environment and Kamlapur Railway Station – Require to More Sustainable // International Journal of Architecture, Arts and Applications. 2017. Pp. 21-30. DOI: 10.11648/j.ijaaa.20170302.12
3. Singhal M. Barrier Free Built Environment for the Disabled, 2005. 29-30 p.
4. Завьялова Т., Довганюк А.И. Проектирование экологических троп для лиц с ограниченными возможностями, 2017. 35-37 с.
5. Gura D., Kiryunikova N., Lesovaya E., Pshidatok S. Barrier-free environment as an aspect for the development of accessible ecotourism // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. С. 1-7. DOI: 10.1051/e3sconf/202017510013
6. Abdullah F., Ruzita M.A., Sulzakimin M., Beigh Y.A. Provision of barrier-free environment at waterfront development in Malaysia, 2009. 1-16 p.
7. Офицерова Н.А., Солнцева О.Г., Цунаева Ю.О. Формирование безбарьерной среды для развития доступного туризма: отечественный и зарубежный опыт // Вестник университета № 1. 2018. С. 90-95. DOI: 10.26425/1816-4277-2018-1-90-95
8. Chia-Hsin C. The Satisfaction Study of People with Disabilities Regarding the Restaurant with Barrier-Free Environment in Taiwan Tourism Area // International Business Research. 2020. Vol. 13. Issue. 4. DOI: 10.5539/ibr.v13n4p1/
9. Тузова Т.В. Организация процесса эвакуации маломобильных групп населения, 2018. 422-424 с.
10. Melnikova E., Lepert M., Popov A., Sorokoymova T. Adapting urban areas for people with limited mobility // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 97. Issue 11. Pp. 1-9. DOI: 10.1051/e3sconf/20199701033
11. Kustabayeva M.M., Samoilo K.I., Balykbaev B.T. Theoretical model of a barrier-free urban environment framework for low-mobility population groups at all urban planning levels, 2020. 69-75 p.
12. Николаева Р.В., Султанова Л.Ф. Формирование доступной городской среды с учетом жизнедеятельности маломобильных групп населения, 2021. 1-6 с.
13. Chernyavina L.F., Filonenko E.I., Schekaleva M.A. The formation of the urban barrier-free environment on the pattern of Vladivostok // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. Issue 3. Pp. 1-6. DOI: 10.1088/1757-899X/463/3/032013
14. Приходько Е.А., Иванова О.Г. Анализ доступной среды территории общего пользования на примере парков г. Владивостока, 2020. 261-267 с.
15. Кормилицина А.П., Леонтьева И.Г. К вопросу о комфортной городской среде, 2021. 465-468 с.
16. Pekarchuk O. The formation of a barrier-free environment in the historical apartment buildings in Lviv, 2015. 128-129 с.
17. Калошина С. В., Сазонова С.А., Фоменко А.М. Задачи реконструкции детских дошкольных учреждений города Перми, 2020. 194-203 с.
18. Vavilova T.Y., Zhdanova I.V., Bakhareva A.Y., Kayasova D.S. Barrier-free Environment as an Indicator of Sustainable Development of the City. Priorities and Experience in Samara (Russia) // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1079. Issue 2. Pp. 1-6. DOI: 10.1088/1757-899X/1079/2/022032
19. Rogulj K., Jajac N. Achieving a Construction Barrier-Free Environment: Decision Support to Policy Selection // Journal of Management in Engineering. 2018. Vol. 34. Issue 4. P. 1-18. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000618
20. Будаченко Е. А. Безбарьерная среда для маломобильных групп населения // Тенденции развития науки и образования. 2022. Номер 81-1 С. 114-118. DOI: 10.18411/trnio-01-2022-32

ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА СУБЪЕКТОВ РФ

А. Е. Плесовских, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» в РФ направлен на повышение качества жизни и формирование эффективной системы управления российскими городами. Результаты проведенных мероприятий по оптимизации городской инфраструктуры, опубликованные в государственных информационных системах, позволяют оценить эффективность трансформационной политики. В исследовании представлен макроэкономический анализ показателей уровня жизни и деловой активности по территориям субъектов РФ, который позволяет с помощью эконометрических методов оценить степень влияния реализованных мер Проекта.

Ключевые слова: цифровизация, модель панельных данных, городская среда, трансформация, регрессионный анализ.

Введение. В настоящее время вопросам цифровой трансформации городского хозяйства в Российской Федерации уделяется значительное внимание, что непосредственно связано с необходимостью полномасштабной адаптации отраслей российской экономики, повышения конкурентоспособности городов Российской Федерации, оптимизации качества используемых ресурсов и увеличения экономической эффективности управления городскими хозяйствами [1]. Национальная программа цифровизации управления городскими хозяйствами включает такие направления трансформационной политики, направленной на развитие социально-экономических условий российских городов, как модернизация городского управления, инновационное развитие городской среды, совершенствование инфраструктуры сетей связи, расширение возможностей интеллектуальных систем, предоставляющих социальные услуги и другие направления программы [2].

Целью настоящей работы является оценка эффективности различных направлений цифровой трансформации городских хозяйств в РФ (оценка осуществляется дифференцировано по регионам страны) и выявление непосредственного влияния программ цифровизации городской среды на основной макроэкономический показатель деятельности регионов и качества жизни населения [3].

Данные и методы. В рамках исследования была сформирована панельная выборка данных, в которой представлена информация по 82 кросс-секционным наблюдениям за 3 временных периода – с 2019 по 2021 гг. Источником информации в исследовании послужила Единая межведомственная информационно-статистическая система [4]. Выборка данных не включает федеральные округа и автономные округа, учтенные в статистике соответствующих субъектов. В таблице 1 приведён перечень зависимых и независимых переменных с их описанием и используемыми единицами измерения. Предварительно перед построением линейной модели панельных данных с фиксированными эффектами с помощью МНК и проведением регрессионного анализа данных исследованы статистические показатели выборки и характер распределения зависимой переменной.

Таблица 1 – Описание зависимых и независимых переменных

Показатель	Среднее значение за рассматриваемый период	Единица измерения
Доля благоустроенных городских территорий в общем объёме городских территорий субъекта РФ	51,41	%
Доля объектов социальной инфраструктуры, расположенных на территории городов субъектов, имеющих доступ к сети «Интернет»	68,88	%
Количество активных пользователей государственных и муниципальных образовательных платформ субъекта РФ, предоставляющего услуги переквалификации и (или) повышения квалификации	423,00	Человек
Количество типов сведений, предоставляемых органами государственной и муниципальной власти в электронном виде при оказании гражданам государственных функций и (или) услуг	4,10	Условных единиц
Доля активных пользователей Единого портала государственных и муниципальных услуг (ЕПГУ), использующих государственный портал для получения сведений, услуг в электронном виде, в общем объёме пользователей, зарегистрированных на портале	32,37	%
Объём реализованных инновационно-технологических проектов на территории городов субъекта РФ	2592,00	Единиц
Число граждан, принявших участие в процессе решения вопросов развития городских территорий	157400,00	Человек
Индекс качества городской среды	9,20	%
Доля записей граждан на приём к врачу, осуществленных посредством электронной записи, в общем объёме записей граждан на приём к врачу	33,08	%
Доля граждан, имеющих доступ к электронным медицинским карточкам пациента и к электронным медицинским документам на государственном портале	30,25	%
Валовой региональный продукт на душу населения	558980,59	Рублей

Результаты и обсуждение. При проведении регрессионного анализа панельных данных в работе было рассмотрено несколько различных спецификаций, включающих исследуемые факторы, контрольные переменные и фиктивные переменные, отражающие временные эффекты. Анализ факторов инфляции дисперсии не выявил наличия умеренной или сильной мультиколлинеарности. Тест Вальда на гетероскедастичность [5] остатков модели свидетельствует о наличии гетероскедастичности остатков, что обуславливает использование робастных стандартных ошибок. Анализ корреляции факторов [6] выявил такие взаимосвязи: высокая положительная корреляция наблюдается между показателем «цифровой зрелости» органов государственной и муниципальной власти субъекта РФ, социальных организаций (образовательных, медицинских, жилищно-коммунальных, строительных, осуществляющих деятельности в области общественного транспорта, управления городским хозяйством), характеризующий интенсивность использования технологических и информационных решений и долей активных пользователей государственного портала услуг; объёмом реализованных инновационно-технологических проектов на территории городов субъекта РФ и числом граждан,

непосредственно вовлечённых в процесс решения вопросов развития городских пространств и городской среды. Показано, что получение государственных и муниципальных социально-значимых услуг, предоставляемых в электронном виде, положительно коррелировано со степенью обеспеченности органов государственного управления и образовательных организаций доступом к сети «Интернет», соответствующим утвержденным требованиям, по технологии беспроводной локальной сети (*Wi-Fi*). Достаточно высокая положительная корреляция наблюдается между показателем доли благоустроенных общественных территорий и количеством внедренных технологических инновационных проектов. Помимо этого, степень благоустройства городских территорий положительно зависит от возможности граждан принимать участие в решении вопросов развития города. Число записей граждан на приём к врачу, совершенных посредством онлайн-записи повышается по мере роста возможности получения информации об обследованиях и сведений из электронных карточек пациентов. Отмечена умеренная социальная тенденция, заключающаяся в снижении количества записей на приём к врачу, в том числе с помощью онлайн-записи, с увеличением числа объектов городской инфраструктуры, имеющих доступ к телекоммуникационной сети «Интернет» по технологии *Wi-Fi*.

Заключение. В ходе оценки влияния текущих результатов проекта цифровизации городских хозяйств на валовой региональный продукт на душу населения [7] по 82 субъектам РФ за 2019-2021 гг. были выявлены значимые факторы на 1-процентном уровне значимости: увеличение качества городской среды на 1% в среднем в регионах страны приводит к увеличению ВРП на душу населения на 59 тыс. руб.; увеличение на 1% доли активных пользователей государственного портала услуг – на 17 тыс. руб.; увеличение на 1% доли объектов городской инфраструктуры, на территории которой обеспечен доступ к сети «Интернет» по технологии *Wi-Fi*, включая государственные образовательные и медицинские организации, приводит к увеличению ВРП на душу населения на 11 тыс. руб.; увеличение на 1 человека числа граждан, являющихся пользователями образовательных платформ переобучения и повышения квалификации – увеличивает ВРП на душу населения на 98 руб.; увеличение на 1% доли благоустроенных общественных территорий в общем объёме городских территорий субъектов снижает ВРП на душу населения в среднем на 1000 руб., что отражает эффект сокращения текущего совокупного потребления и характеризует величину инвестиций в развитие городской среды. Полученная модель панельных данных с фиксированными эффектами позволила выявить значимые факторы, оказывающие влияние на уровень жизни населения и экономическую активность в регионах, направление и степень влияния независимых переменных на зависимый признак – валовой региональный продукт на душу населения. Факторы представляют собой показатели, отражающие количественную оценку эффективности реализации некоторых направлений политики, ориентированных на цифровую трансформацию городских хозяйств в РФ.

Список литературы

1. Афанасьева Ю. С., Попова Н. Е. «Умные» города России: риски и возможности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. №. 1. С. 282–287.
2. Каткова Е. А. Проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» // Актуальные проблемы права, экономики и управления. 2020. С. 578-580.
3. Гунько Д. Ю. Эконометрическое моделирование многофакторной зависимости валового регионального продукта // Актуальные проблемы и перспективы развития инновационной экономики и управления. 2022. С. 415–418.

4. Пашинцева Н. И. О создании Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) // Информационные ресурсы России. 2011. №. 1. С. 7–8.
5. Olawale A. N., Adebayo A. D. Heteroskedasticity in panel data: A big challenge to data filtering // Noise Filtering for Big Data Analytics. 2022. Т. 12. С. 89.
6. Cheng J. et al. A variable selection method based on mutual information and variance inflation factor // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2022. Т. 268. С. 120652.
7. Мухина И. А., Мухин А. А., Кислицин С. О. Прогнозирование эффективности государственного и муниципального управления на основе показателя валового регионального продукта // Финансовая экономика. 2022. №. 5. С. 328–332.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.А. Саенко, доктор экон. наук, доцент О.Р. Толочко, ассистент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В настоящее время большая часть населения Российской Федерации, порядка 75% проживает в городах, между которыми усиливается конкурентная борьба за человеческие ресурсы. Конкурентоспособность города может быть оценена через такой показатель как изменение численности постоянного населения, прирост которого свидетельствует о том, что в нем созданы максимально подходящие условия для организации процесса жизнедеятельности с позиции ее оценки непосредственно жителем на соответствие его запросам относительно качества жизни. На конкурентоспособность города оказывают влияние различные факторы, изучение которых стало предметом проведенного исследования. В ходе исследования, используя возможности ПК Excel и STATISTICA, был проведен корреляционно-регрессионный анализ, в результате которого определено, что для крупнейших городов Российской Федерации, выступающих в качестве объекта исследования, наиболее значимым фактором, определяющим конкурентоспособность, является качество городской среды

Ключевые слова: город, конкурентоспособность, факторы, корреляционно-регрессионный анализ, качество городской среды

Статистические данные свидетельствуют о том, что большая часть населения Российской Федерации в настоящее время проживает в городах: из 146 171 тыс. граждан России на начало 2021 г. 109 252 тыс. человек являются городскими жителями, что составляет порядка 75 % [1]. Следовательно, как вывод: городская среда наиболее привлекательна сегодня для людей как место для постоянного проживания, так как каждый человек стремится жить там, где среда и условия обитания наиболее соответствуют для организации его жизнедеятельности.

Среди городов, по мнению ученых [5, 6], отмечается усиление конкурентной борьбы за человеческие ресурсы, результатом которой можно считать прирост численности постоянного населения города. При этом более конкурентоспособным будет тот город, в котором не только имеются соответствующие институциональные, социально-экономические, политические, экологические, культурные, религиозные и другие значимые для человека условия проживания, позволяющие каждому их жителей не только удовлетворять текущие потребности, но и создают возможности для их более как количественного, так и качественного приращения в соответствии с имеющимися интересами.

Конкурентоспособность города как способность определённого объекта или субъекта превзойти конкурентов в заданных условиях [4] по сути, представляет собой сложное понятие, которое может быть определено как особое явление, характеризующее через соответствующий набор значимых в этом случае критериев и показателей максимально идентифицировать место каждого города среди подобных. Совокупность показателей и критериев должна отражать существующие условия для организации процесса жизнедеятельности в городе с позиции ее оценки непосредственно жителем на соответствие его запросам относительно качества жизни. При этом уровень качества жизни является объективно дифференцированным в зависимости от численности населения города, и имеются значительные различия в возможности удовлетворения разнообразных человеческих потребностях и интересах.

По мнению авторов, качество городской среды является наиболее весомым фактором при оценке человеком уровня качества жизни на урбанизированных территориях. Это утверждение послужило основой выдвинутой рабочей гипотезы проведенного исследования: фактор качества городской среды оказывает наибольшее влияние на динамику изменения численности населения городов, т.е. именно этот фактор во многом определяет конкурентоспособность каждого города.

Начиная с 2018 г. Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ определяется и публикуется индекс качества городской среды [7] как инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий ее формирования. При расчете этого индекса города объединены в зависимости от общей численности постоянного населения на следующие размерные группы: крупнейшие (более 1000 тыс. чел.); крупные (от 250 тыс. чел. до 1000 тыс. чел. включительно); большие (от 100 тыс. чел. до 250 тыс. чел. включительно); средние (от 50 тыс. чел. до 100 тыс. чел. включительно); малые (включают три подгруппы: от 25 тыс. чел. до 50 тыс. чел. включительно; от 5 тыс. чел. до 25 тыс. чел. включительно; до 5 тыс. чел.) [7].

Для доказательства выдвинутой научной гипотезы в ходе исследования были проанализированы данные по тринадцати крупнейшим городам Российской Федерации, то есть городам с численностью постоянного населения более миллиона человек. Данные по таким городам как Москва и Санкт-Петербург были намеренно исключены в виду значительно большей размерности численности постоянного населения, что в свою очередь объясняет значительные отклонения от нормального распределения такого показателя как изменение численности постоянного населения города, выступающего в качестве результативного в выборочной совокупности городов и как основа в оценке конкурентоспособности города. Также в ходе исследования в экономико-статистическую модель, кроме индекса качества городской среды, были включены и другие значимые показатели и критерии, выступающие как факторы конкурентоспособности, определяющие качество жизни населения каждого города на основе официальных данных, публикуемых на сайте Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [1]. В качестве таких показателей и критериев по каждому городу были выбраны: индекс доступности жилья, уровень средней заработной платы, величина прожиточного минимума и средняя стоимость продуктового набора в регионе.

Таким образом, была определена следующая многофакторная модель, которая, по мнению авторов, объясняет изменения такого многокомпонентного явления как конкурентоспособность города.

- Y – изменение численности (прирост/убыль) населения города за период, тыс. чел.;
- X_1 – средняя стоимость за месяц условного (минимального) набора продуктов питания в городе, руб.;
- X_2 – средний показатель величины индекса качества городской среды, балл;
- X_3 – средний показатель по городу среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников по полному кругу организаций в целом по экономике, руб.;
- X_4 – средний показатель величины прожиточного минимума (ВПМ) в городе в расчете на душу населения, руб.;
- X_5 – средний показатель индекса доступности жилья в городе.

В ходе исследования из массива данных Федеральной службы государственной статистики по регионам страны [1] вначале были собраны сведения об уровне включенных в экономико-математическую модель показателей и критериев за период с 2018 по 2021 г.г., то есть с момента начала определения и опубликования индекса качества городской среды в Российской Федерации. На основании этих данных путем расчета среднего арифметического значения по каждому из них была составлена матрица исходных данных для моделирования (таблица 1), которая может быть определена как база для оценки связи между изучаемыми результативным и факторными показателями.

Таблица 1 – Матрица исходных данных

Крупнейшие города РФ	Y	X1	X2	X3	X4	X5
1. Волгоград	-9	3930,845	149,25	34814,5	9629,5	2,75
2. Воронеж	3	3933,87	169,5	35511	9109,5	2,4
3. Екатеринбург	26	4595,095	194	42752	10762,75	2,4
4. Казань	13	3848,12	201,25	39537,75	9300,5	3,675
5. Красноярск	2	5064,365	185,25	52650,25	12598,5	3,225
6. Нижний Новгород	-15	4154,85	198,25	36782,75	10276,5	2,425
7. Новосибирск	7	4554,67	170	40615,75	11424,75	3,075
8. Омск	-32	3894,12	112,5	36740,25	9867,75	2,625
9. Пермь	-3	4172,4875	172,75	40809,25	10585,5	2,725
10. Ростов-на-Дону	8	4137,065	194,75	35029,5	10384	2,5
11. Самара	-18	4331,045	165,5	37926	10490,25	2,55
12. Уфа	5	4061,1775	188,5	37951	9463,75	2,95
13. Челябинск	-14	4266,81	168,5	38945,5	10507,5	2,3

Для установления степени зависимости между результативным показателем Y и факторами X1, X2, X3, X4, X5, т.е. в целях оценки тесноты связи между изменением численности населения городов и факторами, выбранными для построения модели с использованием возможностей ПК SATATISTICA были рассчитаны коэффициенты корреляции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица парных коэффициентов корреляции

	Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1					
X1	0,289523617	1				
X2	0,714980913	0,271655515	1			
X3	0,302642805	0,857176496	0,256393374	1		
X4	0,107087953	0,942790341	0,137117735	0,813072127	1	
X5	0,31068162	0,087777376	0,222074721	0,421692597	0,117426385	1

При анализе матрицы парных коэффициентов корреляции установлено, что из рассматриваемых факторов высокую связь, (согласно шкале Чеддока [2]), с результативным показателем имеет лишь:

– X2 – средний показатель величины индекса качества городской среды по субъектам РФ за период с 2018 по 2021 год, со значением коэффициента корреляции 0,71, что на первоначальном этапе исследования является предпосылкой к подтверждению гипотезы.

На рисунке 1 приведено обобщенное поле корреляции по факторным

показателям X1-X5 выборки из таблицы 1 в зависимости от результативного показателя Y с построением линии тренда для каждого фактора.

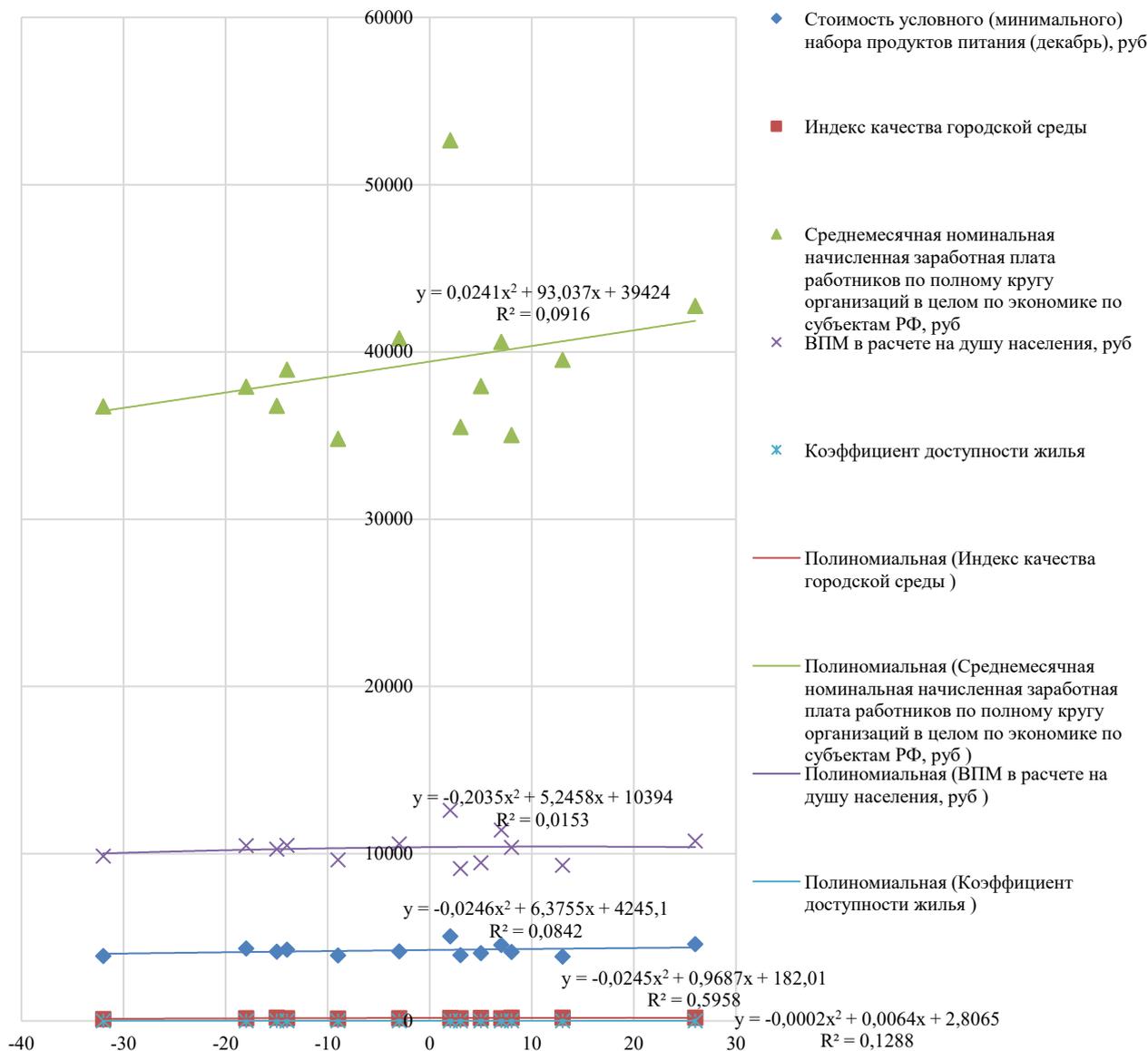


Рисунок 1. Поле корреляции

Далее также с использованием возможностей ПК SATATISTICA был проведен регрессионный анализ исходных данных, позволяющий установить как количественно меняется одна величина при изменении другой величины.

В нашем исследовании в целях исключения искажения коэффициентов уравнения регрессии из анализа был исключен ряд мультиколлинеарных факторных признаков (X1, X3, X4, X5) в виду их недостаточной статистической надежности, что также подтверждается величинами коэффициента детерминации R^2 для этих факторных признаков (см. рисунок 1).

Итоги регрессии для зависимой переменной Y от фактора X2 установлены следующие:

- Множественный $R = 0,71$
- Множественный $R^2 = 0,51$

- Скорректированный $R^2 = 0,46$
- $F(1, 11) = 11,5$
- $p = 0,006$
- ст. ошибка оценки = 11,15

Уравнение регрессии может быть описано следующим выражением:

$$-80,8632 + 0,4512X = Y \quad (1)$$

Для проверки значимости регрессионной модели был применен критерий Фишера [3]. Расчетное значение (11,5) в сравнении с табличным (4,84) оказалось значительно выше, значит объясненная дисперсия существенно больше, чем необъясненная, и модель является значимой.

Интерпретация результатов математических расчетов важная часть любого исследования. Отрицательный знак у свободного члена уравнения регрессии может свидетельствовать об обратной связи, т.е. чем выше индекс качества городской среды, тем меньше людей покинет город. В целом результаты исследования приводят к тому, что рабочая гипотеза подтверждается и фактор X_2 – показатель индекса качества городской среды играет первостепенную роль в выборе среды проживания для человека, а, следовательно, является определяющим в конкурентной борьбе городов за человеческие ресурсы.

Как показало проведенное исследование, по степени влияния на результативный показатель – изменение численности населения крупнейших городов в Российской Федерации, изучаемые факторы распределились следующим образом:

1. X_2 – средний показатель величины индекса качества городской среды, балл;
2. X_5 – средний показатель коэффициента доступности жилья;
3. X_3 – средний показатель по городу среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников по полному кругу организаций в целом по экономике, руб;
4. X_1 – средняя стоимость за месяц условного (минимального) набора продуктов питания в городе, руб.;
5. X_4 – средний показатель величины прожиточного минимума (ВПМ) в городе в расчете на душу населения, руб.

Анализируя полученные результаты, авторы предполагают, что подобное распределение связано с эластичностью возможностей человека в условиях проживания в городской среде, особенно в крупнейших городах, в рамках которых у каждого человека имеется больше вариантов выбора относительно условий, возможностью влияния самим человеком на эти факторные показатели. Человек может сменить работу, тем самым изменив уровень оплаты своего труда, а, следовательно, и уровень дохода, что также повлияет на его возможности приобретения набора продуктов питания и выбор места проживания в городе. Подобная взаимосвязь была подтверждена и в рамках математических расчетов посредством высоких коэффициентов парной корреляции между этими факторными показателями. Влиять же на качество городской среды человеку крайне сложно, изменения этого показателя происходят во времени постепенно и не всегда имеют положительную динамику. Процесс создания в городе развитой социальной

инфраструктуры, удобной улично-дорожной сети, а также озеленение территорий и пр., что в совокупности определяет количественное значение уровня индекса качества городской среды, является ресурсоемким и требует как времени, так и значительных инвестиций, и зависит в целом от проводимой государством региональной политики и результатов взаимодействия с бизнес-структурами и городским сообществом.

Список литературы

1. Управление Федеральной службы государственной статистики. Официальный сайт Управления Федеральной службы : [Электронный ресурс] : URL <https://rosstat.gov.ru>
2. Анализ связи парной корреляции. Шкала Чеддока. Статистические закономерности и совокупности : [Электронный ресурс] : URL <https://ekonometrik.ru/шкала-чеддока/>
3. Значение F-критерия Фишера при уровне значимости $\alpha=0,05$. Теория вероятности и математическая статистика : [Электронный ресурс] : URL <https://100task.ru/sample/122.aspx>
4. Понятие конкурентоспособности : [Электронный ресурс] : URL <https://www.econf.rae.ru/article/7898>
5. Максимчук О.В. Конкурентоспособность города с учетом оценки комфортности проживания населения / Т.А. Першина, О.В. Максимчук // Социология города. 2017. № 3. С. 32-50.
6. Богомолова, И.В. Особенность развития и конкурентоспособность постиндустриальных городов / И.В. Богомолова, В.А. Слепченко // Современная экономика: проблемы и решения. - Воронеж: ВГУ, 2012. -№ 8 (32). -С. 8 -23.
7. Индекс качества городской среды : [Электронный ресурс] : URL <https://индекс-городов.рф/#/>

ПЕРСПЕКТИВА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ СТРАТЕГИИ ДЕВЕЛОПЕРОВ

К.С. Тетерина, студент, И.В. Прокопенко, студент
Научный руководитель – И.А. Саенко, д-р экон. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: внедрение технологий информационного моделирования для объектов капитального строительства необходимо для повышения эффективности инвестиционно-строительных проектов. В данной статье рассмотрен SWOT-анализ перспективы внедрения технологий информационного моделирования для девелоперских компаний.

Ключевые слова: SWOT-анализ, дорожная карта, объекты капитального строительства, технологии информационного моделирования (ТИМ), информационная модель, стратегические направления.

В строительстве происходят большие изменения, связанные с внедрением новых технологий и принципов работы. Одним из основных подходов является информационное моделирование [1].

На данный момент существуют различные проекты, программы и стратегии, регулирующие применение технологий информационного моделирования на разных уровнях их реализации (таблица 1).

Таблица 1 – Документы, регламентирующие применение и развитие ТИМ

№ п/п	Регламентирующий документ
1	Всероссийский уровень
1.1	Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»
1.1.1	Проект «Концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологии информационного моделирования»
1.2	Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы
1.3	Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года
2	Региональный уровень (Красноярский край)
2.1	Стратегия в области цифровой трансформации отраслей
2.2	Дорожная карта по внедрению в Красноярском крае технологий информационного моделирования в строительстве

Разработка документов на различных уровнях показывает актуальность и значимость развития технологий информационного моделирования как для отдельных регионов, так и для страны в целом.

Реализация данных документов, регламентирующих направление действий в отношении применения ТИМ, прогнозирует ряд положительных эффектов [2-8]:

– значительное повышение качества проектирования и строительной продукции;

- сохранение конкурентоспособности развития отрасли как на отечественном, так и на мировом рынке. В частности повышение конкурентоспособности девелоперских компаний в долгосрочной перспективе;
- сокращение сроков разработки проектной и рабочей документации, как следствие уменьшение объема финансирования;
- максимизация эквивалентности прогнозируемого и фактического расхода материалов строительства объекта капитального строительства;
- качественное управление государственными капитальными вложениями строительства объекта капитального строительства;
- динамичный переход в электронную форму взаимодействия всех участников реализации инвестиционно-строительных проектов, в результате прогнозируется упрощение доступа к информации, необходимой для формирования стратегий, принятия инвестиционных решений, осуществления операционной деятельности и т. д.

Следует отметить, что дорожная карта по внедрению в Красноярском крае технологий информационного моделирования в строительстве ориентирована на крупных участников инвестиционно-строительного процесса: нет мероприятий, поддерживающих малые и средние компании. Для данного сегмента рынка невозможны действующие условия для реализации проектов с применением технологий информационного моделирования для объектов капитального строительства.

Для анализа перспективы развития технологий информационного моделирования для девелоперских компаний была сформирована результирующая матрица SWOT-анализа (таблицы 2-3).

Таблица 2 – Результирующая матрица сильные стороны – возможности; сильные стороны – угрозы

Сильные стороны	Сильные стороны - Возможности	Сильные стороны – Угрозы
	<p>O.1 – Выход на отечественный рынок недвижимости</p> <p>O.2 - Адаптация программ высшего и среднего профессионального образования архитектурно-строительных специальностей;</p>	<p>T.1 – Большие затраты на приобретение программного обеспечения и обучение новым технологиям специалистов;</p> <p>T.2 - Низкая готовность строительной отрасли к цифровой трансформации;</p>
<p>S.1 - наличие специалистов по комплексной разработке и реализации ПД и РД;</p> <p>S.2 - наличие в компании базы актуальных версий плагинов и набора различных инструментов</p>	<p>S.1 - O.1 – Совершенствование технологий строительства повысит качество строительной продукции и уменьшит сроки реализации проектов, а следовательно увеличит спрос и конкурентоспособность компании.</p>	<p>T.1 - S.1 – Данное сочетание приводит к снижению объемов строительной продукции и увеличению сроков реализации проектов на начальном этапе, что может привести к недостаточному финансированию проектов или банкротству девелопера;</p>
	<p>S.1 - O.2 – Данное сочетание позволит всем специалистам компании получить необходимые знания по использованию ТИМ, своевременно обмениваться</p>	<p>T.2 - S.1 – Низкий уровень готовности компании к цифровой трансформации приведет к существенному количеству ошибок и погрешностей в проектной и</p>

	информацией и избежать коллизий.	рабочей документации.
	S.2 - O.1 – Наличие в компании базы актуальных версий плагинов и набора различных инструментов адаптированных под специфику работы и требования компании сократит сроки проектирования и повысит качество строительства	T.1 - S.2 – Большие затраты на обучение специалистов как временные, так и финансовые, приведут к увеличению сроков реализации проектов, так же к увеличению стоимости реализации проектов
	S.2 - O.2 – Данное сочетание позволит высококвалифицированным специалистам создавать удобную базу для работы	T.2 - S.2 – При низкой готовности компании к цифровой трансформации невозможно создание базы актуальных версий плагинов и набора различных инструментов, так как для этого нужны опытные и специально обученные специалисты.

По результатам проведенного выше анализа влияния сильных сторон на возможности и угрозы видно, что совершенствование технологий строительства может повысить конкурентоспособность девелопера и вывести на отечественный рынок.

Таблица 3 – Результирующая матрица слабые стороны – возможности; слабые стороны – угрозы

Слабые стороны	Сильные стороны - Возможности	Сильные стороны – Угрозы
	O.1 – Выход на отечественный рынок недвижимости O.2 - Адаптация программ высшего и среднего профессионального образования архитектурно-строительных специальностей;	T.1 – Большие затраты на приобретение программного обеспечения и обучение новым технологиям специалистов; T.2 - Низкая готовность строительной отрасли к цифровой трансформации;
W.1 - дефицит высококвалифицированных кадров, использующих ТИМ W.2 - отсутствие инструментов долгосрочного финансирования деятельности компании	W.1 - O.1 – Для достижения высокого уровня конкурентоспособности и выхода на отечественный рынок недвижимости необходимо наличие достаточного количества квалифицированных кадров, использующих ТИМ	W.1 - T.1 – Длительный срок обучения специалистов и приобретения необходимого опыта, возможно уменьшение объемов компании
	W.2 - O.1 – Расширение масштабов компании привлечет внимание инвесторов, что позволит	W.2 - T.1 – Долгий срок окупаемости вложений, возможно уменьшение объемов компании/ банкротство

	выйти на отечественный рынок	
	W.1 - O.2 – адаптация программ высшего и среднего профессионального образования архитектурно-строительных специальностей позволит подготовить квалифицированных кадров, имеющих опыт использования ТИМ	W.1 - T.2 – Отсутствие на рынке квалифицированных специалистов, имеющих опыт работы с ТИМ, как следствие не возможность реализовать проекты с использованием ТИМ
	W.2 - O.2 – Наличие квалифицированных кадров, имеющих опыт работы с ТИМ, привлечет внимание инвесторов	W.2 - T.2 – Невозможность развития компании и отсутствие средств на новое строительство объектов капитального строительства

Таблицы 2-3 составлены согласно [1-8].

Проведенный SWOT-анализ четко показывает основные преимущества:

- наличие специалистов по комплексной разработке и реализации ПД и РД;
- наличие в компании базы актуальных версий плагинов и набора различных инструментов;

Наиболее опасные слабые стороны, выявленные в результате составления SWOT-анализа:

- дефицит высококвалифицированных кадров, использующих ТИМ;
- отсутствие инструментов долгосрочного финансирования.

Заключение

Применение ТИМ является трудозатратно: требует переобучения кадров, обновление компьютерной техники для достижения необходимой мощности и производительности, и приобретение программного обеспечения или комплекса программного обеспечения для создания полной информационной модели.

Основные направления, которых необходимо придерживаться при формировании стратегии использования технологий информационного моделирования.

- обеспечение комфортного перехода компании из традиционных методов реализации инвестиционно-строительных проектов на реализацию проектов с использованием технологий информационного моделирования;
- для увеличения темпов перехода строительных компаний на новые технологии необходимо стимулирование строительной отрасли в этом направлении и выделение финансирования для малых и средних компаний.
- для реализации цифровой трансформации в строительстве необходимо преодолеть информационные, кадровые, нормативные и финансовые трудности.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57563–2017 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений».
2. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. Распоряжение Правительства России от 28 июля 2017 г. №1632-р). Москва, 2017. 88 с.

3. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам: протокол от 24.12.2018 № 16). 90 с.
4. Концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологии информационного моделирования от 01.08.2019. 98 с.
5. Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы. Москва, 2017. 29 с.
6. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года. Москва, 2013. 52 с.
7. Стратегия в области цифровой трансформации отраслей/
URL: <https://docs.cntd.ru/document/467730907>
8. Дорожная карта по внедрению в Красноярском крае технологий информационного моделирования в строительстве от 16.11.2021 г./
URL: <http://minstroy.krskstate.ru/digital/page14523>

ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОВЫХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В.И. Сарченко, д-р. экон. наук, профессор, С.А. Хиревич, канд. экон. наук,
В.В. Рудских, канд. экон. наук

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье подробно раскрыты перспективные вызовы для развития строительного комплекса страны. Авторами отмечается, что обозначенные выше вызовы создают неопределенность и турбулентность при развитии инвестиционно-строительной деятельности страны. В качестве актуальных мер для повышения конкурентоспособности компаний строительного комплекса предлагаются следующие мероприятия: корректировка предлагаемой застройщиком продуктовой линейки с акцентом на функциональность и компактность; использование стоимостного инжиниринга в совокупности с технологиями информационного моделирования; разработка и утверждение правил мониторинга и компенсации удорожания строительных ресурсов; снижение трудоемкости строительства; синхронизация процесса создания коммунальной, транспортной и социальной инфраструктуры; развитие комплексной мобильности участников инвестиционно-строительной деятельности.

Ключевые слова: инфляция, строительные кадры, цифровизация, мобильность, санкции.

Строительная отрасль всегда являлась стимулом развития экономики, и создает не только качество жизни, но и рабочие места, налоговую базу. Строительство, в системе которой и осуществляется инвестиционно-строительная деятельность (ИСД), это отрасль с высоким мультипликативным эффектом. Она формирует около 12-17 % от всех налоговых отчислений в бюджет РФ. Сегодня ключевая задача это ускорение развития строительной отрасли [1].

В качестве основных целей развития строительной отрасли выделяются [2]:

- повышение комфорта, качества и уровня жизни граждан;
- формирование высокотехнологичных, конкурентоспособных отраслей строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- минимизация негативного воздействия на окружающую среду.

Чтобы строительный комплекс шел по пути устойчивого развития необходимо принимать во внимание будущие вызовы, несущие в себе определенные риски для него. В качестве основных проблем инвестиционно-строительной деятельности в новых макроэкономических условиях авторы отмечают:

1. Рост инфляции с увеличением стоимости строительных материалов.

Потребительская инфляция в РФ в 2022 году составит 12-15 % [3]. Но гораздо значительнее возросли цены производителей промышленных товаров – почти на 20 % за год. Это так называемая «промышленная инфляция».

Особое влияние в 2022 году инфляция оказала на рынок строительных материалов. Так., к концу первого квартала 2022 года рост стоимости строительных и отделочных материалов составил около 30 – 50 % соответственно. Однако по официальным данным Росстата инфляция в этот период составила 10 % [4].

Отмечается, что из-за роста стоимости строительных материалов финансирование государственных контрактов в строительстве, реконструкции и ремонте в ближайшие 2-3 года вырастут на 23 %. В результате стоимость строительства многоквартирных жилых домов в 2023 году может увеличиться на 10-

12 %, а если стоимость строительных материалов вырастет на 17 %, то это прибавит еще 7 % к стоимости 1 м² [5].

2. Снижение покупательской способности и реальных доходов населения.

По итогам 2-го квартала 2022 года реальные доходы населения уменьшились на 0,8 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (рисунок 1). Показатель снижается с начала 2022 года на фоне санкций: в первом квартале он уменьшился на 1,2% год к году [6].

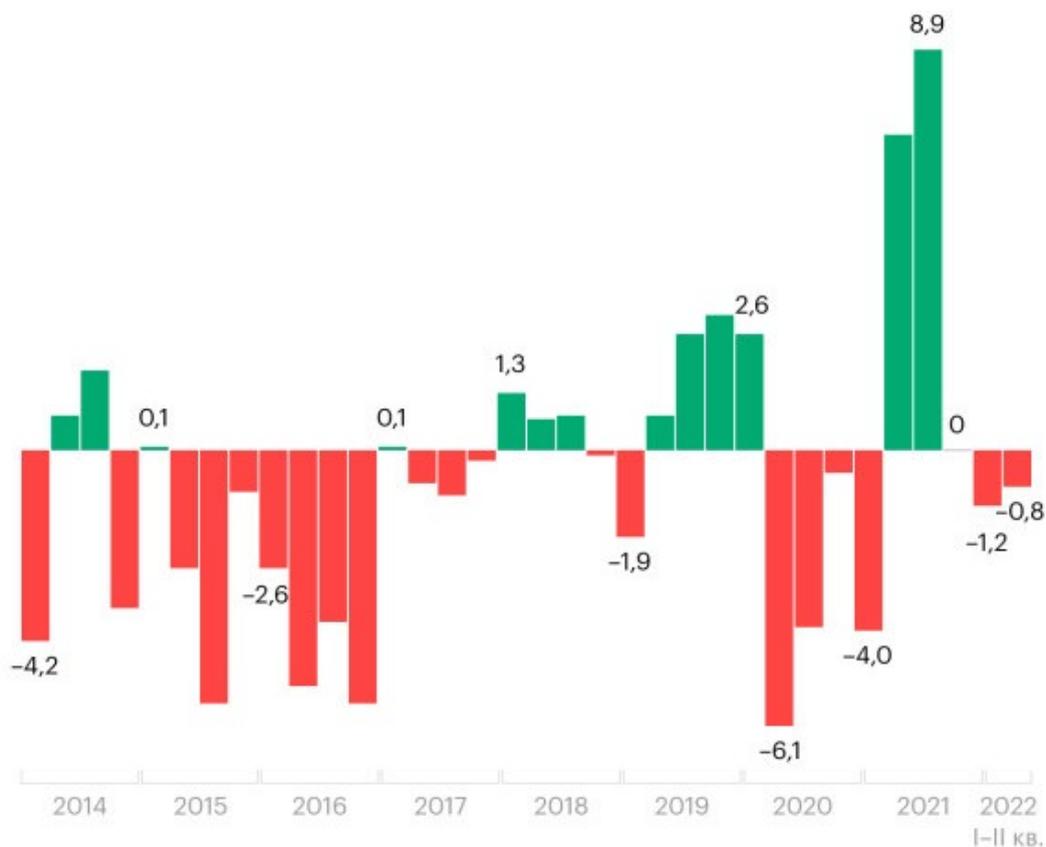


Рисунок 1. Изменение в 2014-2022 годах реальных располагаемых доходов населения (в % к соответствующему периоду прошлого года)

При этом среднемесячная начисленная заработная плата во 2-ом квартале 2022 года сократилась на 6,1 % по сравнению с прошлым годом, а в 1-ом квартале года спад составил 7,2 %, что стало рекордом с декабря 2015 года.

С 2020 года в стране наблюдается снижение доступности жилья, прежде всего из-за увеличения стоимости 1 кв.м. в жилых многоквартирных домах. В условиях пандемии коронавируса на жилищном рынке России наблюдалась высокая ценовая динамика, что и повлияло на уменьшение доступности жилья. В 2022 году ситуацию усугубило давление санкционной политики западных стран и нестабильная ситуация на мировых рынках. В 2022 году коэффициент доступности жилья прогнозируется на уровне 5,7 года, что на 21 % больше по сравнению с прошлым периодом [7].

3. Недостаток строительных кадров на рынке.

Согласно статистическим данным потребность в специалистах в 2022 году по сравнению с прошлым годом увеличилась в строительстве на 30,2 %, сельском хозяйстве на 59 %, финансовой и страховой деятельности на 23,8 %, а в обрабатывающих производствах на 49,5 % [8]. В целом, по экспертным оценкам, общая нехватка специалистов различного профиля в строительной отрасли составляет

около 1,2 млн. человек [9]. В условиях начавшейся частичной мобилизации наиболее трудоспособного населения проблема кадрового дефицита в строительной отрасли ещё более обострилась

Несмотря на рост средних зарплат в строительстве дефицит кадров остается на прежнем уровне. Особенно заметна конкуренция за кадры между субъектами страны. Из-за высоких средних зарплат строителей в столичных и крупнейших городах страны (Москва – 100 тыс. руб.; Санкт-Петербург – 90 тыс. руб.; Екатеринбург – 70 тыс. руб.) кадровая проблема в других городах и регионах еще сильнее усугубляется. Все это служит причиной тому, что по некоторым проектам переносятся сроки ввода в эксплуатацию или же приостанавливается их реализация.

4. Небольшая прибыль застройщиков при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Рентабельность в строительстве, по данным официальной статистики, в настоящее время является одной из самых низких. Так в среднем прибыль девелоперских проектов составляет 12-16 %, а региональных порой не превышает 10 % [10,11]. С учетом роста цен на строительные материалы, новым механизмом финансирования строительства с использованием счетов-эскроу девелоперским компаниям сложно сохранять прибыль в своих проектах на уровне, превышающем как минимум 15 %.

При строительстве за счет кредитных средств в рамках проектного финансирования, ведущим критерием для получения займа является коэффициент покрытия долга денежными потоками (LLCR), размер которого должен быть выше 1,15. То есть рентабельность проекта должна быть больше 15 %. Рассматривая региональные проекты, можно отметить, что не все они смогут соответствовать данному условию.

Однако в 2021 году у девелоперских компаний, занимающихся реализацией низкомаржинальных проектов, появился инструмент поддержки финансирования проектов (Постановление Правительства РФ № 629 от 30.04.2020 г.). В рамках государственной программы поддержки низкомаржинальных проектов в строительстве предусмотрены бюджетные средства (6,3 млрд. руб. до 31.12.2023 г.) для возмещения банкам их недополученных доходов.

Для финансирования проекта необходимо соблюдение условий [12]:

- показатель LLCR, должен находиться в диапазоне от 1,05 до 1,15;
- стоимость проекта должна быть не больше 500 млн. руб.;
- реализация проекта на территории субъекта РФ, среднедушевые денежные доходы населения в котором на 15 % и более ниже среднедушевых денежных доходов населения в целом по РФ, по данным Федеральной службы государственной статистики за 1-ый квартал 2020 г.

Однако в экспертном сообществе отмечают неоднозначную эффективность данной программы прежде всего из-за несоответствия её требований и критериев реальным положением дел в сегменте жилищного строительства.

5. Внедрение цифровых технологий в строительный комплекс.

Проведение экспертизы проектной документации в электронном виде, предоставление услуг в дистанционном формате сформировали базу для начала цифровизации строительного комплекса, а западные санкции только усилили необходимость внедрения цифровых технологий в строительство. На сегодняшний день актуально внедрение в строительную отрасль технологий информационного моделирования (ТИМ). Опыт показывает, что благодаря использованию

информационной модели можно избежать ряд ошибок при проектировании и в целом повысить качество проектной документации. На сегодняшний день использование технологий информационного моделирования с 01.03.2023 г. предполагается обязательным для всех объектов, строящихся за счет бюджетных средств.

Опыт строительных компаний показывает, что стоимость перехода на ТИМ составляет: обновление рабочего места проектировщика – 400-600 тыс. руб.; покупка лицензионных программ – порядка 200 тыс. руб. в год за 1 рабочее место. В целом проектирование в информационной среде составляет более 8 % от общей себестоимости строительства.

На данный момент эффект от внедрения ТИМ при проектировании объектов капитального строительства не явный и в основном выражается в оптимизации затрат на стадии эксплуатации объекта.

Обозначенные выше вызовы создают значительные риски при развитии девелоперских компаний. Для нивелирования негативных воздействий от современных вызовов авторами предлагаются следующие мероприятия:

1. Изменение готового продукта с упором на функциональность и компактность. Изменение площадей проектируемых квартир с сохранением ключевых функций для комфортного проживания (преобладание 1-но комнатных и 2-х комнатных-студий оптимальной площади). Это будет способствовать увеличению доступности жилья с сохранением основных его функций.

2. Применение стоимостного инжиниринга совместно с технологиями информационного моделирования. Для того, чтобы была возможность при ценовых колебаниях строительных материалов использовать доступные аналоги при проектировании с использованием ТИМ необходимо предусматривать различные варианты конструктивных решений, технологий и материалов. Использование комплексного инжиниринга необходимо на протяжении всего жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта.

3. Принятие всеми субъектами инвестиционно-строительной деятельности правил отслеживания и возмещения повышения стоимости строительных материалов. Как правило возведение жилых многоквартирных домов длится 2-3 года, поэтому для нивелирования инфляционных рисков необходимо предусматривать компенсацию для девелоперской компании по стоимости строительных ресурсов на момент заключения договора и в сравнении с фактическими затратами, понесенными в процессе реализации проекта.

4. Для повышения производительности в строительной отрасли необходимы мероприятия по снижению трудоемкости. Среди них можно выделить: совершенствование проектных решений; использование цифровых технологий. Для того чтобы уменьшить потребность в 1 млн. рабочих на стройках страны необходимо увеличить производительность труда на не менее чем на 20 %. Наряду с применением инновационных материалов, механизмов и оборудования, следует также уделить достаточное внимание внедрению новой системы подготовки инженерных кадров с упором на цифровизацию.

5. Синхронное возведение социальной, транспортной, и коммунальной инфраструктуры в рамках комплексного развития городских территорий. Предполагается формировать экосистемы проживания, в которые будут входить комфортные общественные пространства, места для отдыха и досуга, места приложения труда, социальная инфраструктура, учитывающие интересы всех групп

населения. Дополнительно следует формировать систему управления средой жизнедеятельности.

6. Развитие мобильности участников инвестиционно-строительной деятельности и прежде всего строительных компаний. Девелоперские компании должны уметь формировать мобильные решения во всей организации, которые соединяют в единое целое людей, процессы и вещи, используя мобильные технологии. Мобильность предусматривается: а) по используемым строительным технологиям, материалам и механизмам; б) по привлекаемым трудовым ресурсам, с учетом риска дефицита тех или иных специалистов; в) по всем участникам (исполнителям) инвестиционно-строительного проекта. Быстрая адаптация к внешнеэкономическим изменениям позволит компаниям подстраиваться под имеющиеся рыночные условия в части предоставления потребителям востребованной продуктовой линейки, создания среды проживания нового качества, упрощения внутренних процессов компании, оптимизации налогообложения, формирования новых центров прибыли.

Предложенные авторами инструменты нивелирования перспективных рисков помогут повысить конкурентоспособность компаний строительного комплекса.

Список литературы

1. Город - идея и практика / В. С. Ефимов, В. И. Сарченко, А. В. Лаптева [и др.]. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. – 522 с.
2. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (проект). Минстрой России: [Электронный ресурс]: URL <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/672/V-Strategiya-na-sayt-i-GASU.pdf>
3. Банк России понизил прогноз по инфляции на 2022 год до 12—15%. URL: https://quote.rbc.ru/news/short_article/62e91a809a794748395cb3b5 (дата обращения: 26.09.2022).
4. Стоимость стройматериалов: чего ждать в 2022–2023. URL: <https://delovoyimir.biz/stoimost-stroymaterialov-v-2022-2023-godah.html> (дата обращения: 26.09.2022).
5. Хуснуллин назвал рост цен на стройматериалы главной угрозой для отрасли. Новости дня в России и мире – РБК. URL: https://www.rbc.ru/society/27/12/2021/61c91aa89a794761a939a141_ (дата обращения: 26.09.2022).
6. Спад реальных доходов россиян замедлился к середине года. URL: <https://www.rbc.ru/economics/27/07/2022/62e1447f9a79475490e60d95> (дата обращения: 27.09.2022).
7. Рейтинг регионов по доступности приобретения жилья. URL: <https://ria.ru/20220614/zhile-1795097330.html> (дата обращения: 27.09.2022).
8. Федеральная служба государственной статистики. Социально-экономическое положение России (январь-июль 2022 года. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-07-2022.pdf> (дата обращения: 27.09.2022).
9. Минстрой заявил о нехватке 1,2 млн строителей в России. URL: <https://www.forbes.ru/newsroom/obshchestvo/422961-minstroy-zayavil-o-nehvatke-12-mln-stroiteley-v-rosii> (дата обращения: 27.09.2022).
10. Сарченко В. И. Подходы к оценке инвестиционного потенциала городских территорий / В. И. Сарченко // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 8(103). – С. 202-213.
11. Формирование механизма оценки социально-экономической эффективности градостроительных проектов органами местного самоуправления / С. А. Астафьев, В. И. Сарченко, А. В. Якубовский [и др.] // Baikal Research Journal. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 6. – DOI 10.17150/2411-6262.2020.11(2).6.
12. Поддержка низкомаржинальных девелоперских проектов: как, кому и на каких условиях. URL: <https://erzrf.ru/publikacii/podderzhka-nizkomarzhinalnykh-developerskikh-proyektov-kak-komu-i-na-kakikh-usloviyakh> (дата обращения: 28.09.2022).

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА ГОРОДА ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПРОГРАММУ РЕНОВАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОЯРСКА

И.М. Сергеева¹, магистрант, А.В. Шаропатова^{1,2}, канд. экон. наук, доцент,

¹*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

²*Красноярский государственный аграрный университет (КрасГАУ), Красноярск*

Аннотация: в статье описывается, что такое реновация применительно к Красноярску, принципы выбора территорий для включения в программу реновации в соответствии с недавно принятым законом, посвященным регулированию отношений в сфере комплексного развития. Для ознакомления приведены уже выбранные для реновации территории, а также предлагается к рассмотрению еще одна территория потенциально подходящая под программу реновации.

Ключевые слова: реновация, комплексная застройка, индивидуальное жилое строительство, жилая застройка, генеральный план.

В нормативно-правовых документах отсутствует точное определение термина реновация. Это определение содержалось в проекте Федерального закона № 550294-7 «О реновации жилищного фонда в Российской Федерации», вносимом на рассмотрение Государственной думой Российской Федерации. В нем под реновацией понимается реконструкция или снос не подлежащих капитальному ремонту объектов жилищного фонда и жилищное строительство на высвобождаемой территории с обеспечением территории реновации объектами коммунальной, транспортной, социальной инфраструктуры, а также проведением мероприятий по благоустройству жилых территорий. Однако документ был отклонен после первого чтения, поэтому данное определение не имеет юридической силы.

После принятия в 2020 году федерального закона об обеспечении комплексного развития территорий в регионах региональные власти отдельных субъектов начали принимать собственные законы, которые бы устанавливали, каким образом будет проходить расселение. Так 8 июля 2021 года был принят закон Красноярского края, устанавливающий критерии, при наличии которых территория, на которой расположено здание, может быть включена в проект комплексного развития жилой застройки. Он получил название «О регулировании отдельных отношений в сфере комплексного развития территорий в Красноярском крае» [1]. Фактически этот закон устанавливает, в отношении каких жилых домов может проводиться реновация. В первую очередь это аварийные дома, которых по данным, представленным на официальном сайте администрации г. Красноярск, насчитывается 591 [2].

Но есть и другие категории домов, подлежащие возможному сносу в рамках реновации в Красноярском крае:

- многоквартирные дома, введенные в эксплуатацию в период с 1930 по 1975 год и запроектированные по типовым проектам;
- дома, физический износ основных конструктивных элементов которых не превышает 70 %, если они выше 5 этажей, и 60%, если ниже;
- дома со стоимостью капитального ремонта более 14 тысяч рублей на квадратный метр;
- многоквартирные дома, с отсутствием хотя бы одной централизованной системы инженерно-технического обеспечения;

– многоквартирные дома, которые находятся в ограниченно работоспособном техническом состоянии и признаны таковыми соответствующим органом федеральной исполнительной власти. [3];

– дома, чье нынешнее использование не соответствует генплану и правилам землепользования и застройки.

Предполагается, что данная программа поможет остановить разрастание города, так как позволит строить на участках, которые сейчас заняты ветхим и аварийным жильем [3]. Это важно еще и потому, что новые территории будут застраиваться в соответствии с современными нормами, что поможет обновлению части жилищного фонда, который безусловно имеет не только физический, но и моральный износ [4].

Так как данный закон относительно новый, и проекты комплексной застройки по нему начались только осенью 2021 года, то результатов пока невозможно увидеть, а значит и оценить эффективность. Пока можно только перечислить территории, включенные в зону реновации. В качестве пилотной площадки реновации выбрали небольшой участок по улице Дмитрова чтобы на примере этого участка посмотреть, как новый механизм освобождения застроенных территорий будет работать на практике. Также под реновацию отдана территория нескольких улиц в Николаевке и микрорайон Серебряный, который будет построен на месте дачных [3]. Очевидно, что кроме уже перечисленных территорий в Красноярске существуют и другие, нуждающиеся в реновации. В качестве примера в данной статье мы рассмотрим часть микрорайона Алексеевка в границах улиц Куйбышева, Новосибирской, Копылова и Боготольского переулка.

Данная территория имеет удачное расположение: недалеко от центра города, примыкает к железной дороге с одной стороны и к территории микрорайона Николаевка, часть которого уже включена в проект комплексной застройки, с другой. Одним из основных аргументов включения этой территории в проект реновации является то, что по генеральному плану на ней должна осуществляться многоэтажная застройка, а также застройка объектами спортивного назначения. Однако на сегодняшний день это не соответствует действительности, большую часть территории занимают индивидуальные жилые дома.

Алексеевка появилась как железнодорожный поселок в 1903 году после того, как городская управа выделила к северу от Николаевки земельный участок для служащих и работников железной дороги [6]. Можно предположить, что за минувшие 120 лет застройка территории близкой к центру города, частными домами перестала соответствовать потребностям жителей. Как уже было сказано ранее, на сегодняшний момент описываемая территория представлена в основном индивидуальными жилыми домами и гаражами. Соответственно несоответствие существующей застройки генплану является основным критерием для включения её в программу комплексного развития территорий. Однако для данной территории можно выделить и такие проблемы как:

– не достаточное благоустройство территории вдоль железнодорожных путей. Люди, проезжающие мимо, судят о городе исходя из вида из окна;

– отсутствие функционального разнообразия и досуга в пешеходном доступе от дома.

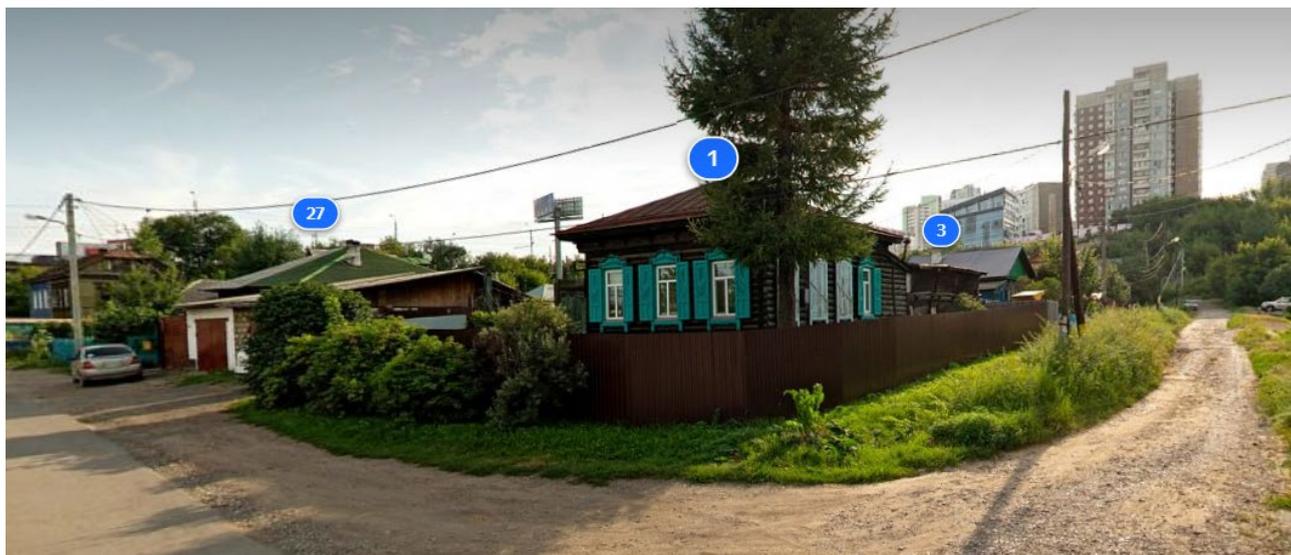


Рисунок 1. Панорамный вид с улицы Куйбышева

С другой стороны, несмотря на то, что два дома по адресам ул. Копылова 2 и ул. Куйбышева 2 признаны аварийными, частный жилой фонд, расположенный в пределах описываемой территории не является в большой степени ветхим или аварийным. Собственники этих домов и гаражей, скорее всего, приобретают недвижимость на этой территории именно потому, что предпочитают образ жизни в частном доме образу жизни в многоквартирном доме. Они обладают правом собственности, которое нельзя забрать без существенных причин.

Таким образом, оказывается, что основанием для включения данной территории в проект реновации является только несоответствие застройки генеральному плану. Поэтому встает вопрос об обоснованности такого предложения. Так как существует и другой вариант решения проблемы – внесение изменений в генеральный план города. А именно изменение функциональных зон на рассматриваемой территории. На наш взгляд в таких случаях правильнее всего не торопиться с внесением территорий в проект комплексного развития. Необходимо проведение публичных слушаний для того, чтобы выслушать все стороны. В данной статье был рассмотрен всего один пример анализа территории. Однако вывод о том, что окончательное решение о включении или не включении территории в программу реновации возможно только после проведения и тщательного анализа публичных слушаний, можно распространить на все потенциально рассматриваемые территории.

Список литературы

1. Закон Красноярского края «О регулировании отдельных отношений в сфере комплексного развития территорий в Красноярском крае». URL: <http://zakon.krskstate.ru/0/doc/77595> (дата обращения 07.10.2022).
2. Перечень многоквартирных домов, признанных аварийными и подлежащими сносу или реконструкции. URL: http://www.admkrsk.ru/citytoday/municipal/fond/Pages/perechen_avar_dom.aspx (дата обращения 07.10.2022).
3. Сергеева И. М., Шаропатова А.В. Сравнительный анализ опыта реновации жилья в России и за рубежом // Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения: материалы XII Международной научно-практической конференции. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. С. 235-239.
4. Саенко И. А., Шаропатова А.В. Факторы и механизм развития сферы жилищного строительства // Экономика строительства. 2017. № 3(45). С. 41-56.
5. Реновация – новости по теме. СИБДОМ. Красноярск. URL:

<https://www.sibdom.ru/tags/renovaciya/> (дата обращения 07.10.2022).

6. Исторические заметки. Алексеевская слобода. URL: <https://www.kraskompas.ru/nash-gorod/istoriya/ist-zametki/item/1318-poluzabytaya-alekseevskaya-sloboda.html> (дата обращения 07.10.2022).

РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ КАПИТАЛИЗАЦИИ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Н.И. Татаринцев, магистрант, В.В. Рудских, канд. эконом. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в настоящее время более половины населения земли проживает на урбанизированных территориях, которые в современных социально-экономических условиях выступают точками экономического развития регионов. Уровень привлекательности урбанизированных территорий и комфортности городской среды выступают в качестве одних из ключевых факторов капитализации жилой недвижимости. Однако оценить уровень влияния этих факторов не представляется возможным ввиду отсутствия методических подходов, позволяющих комплексно оценить капитализацию жилой недвижимости на урбанизированных территориях. Авторами в статье предложен методический подход к оценке капитализации жилой недвижимости на урбанизированных территориях, заключающийся в разработке экономико-математической модели зависимости стоимости m^2 объекта от обобщающего интегрального показателя. Кроме того, в ходе развития методического подхода выделены и обоснованы основные факторные признаки, формирующие рассматриваемый показатель.

Ключевые слова: городская среда, комфортность городской среды, капитализация недвижимости, индекс качества городской среды, методический подход.

На сегодняшний день модернизация урбанизированных территорий, в которых по данным на январь 2022 г. проживает 74,4% населения страны [1], и создание комфортной городской среды объявлены приоритетными направлениями развития, обеспечивающими улучшение условий жизнедеятельности граждан, которым уделяется пристальное внимание на всех уровнях управления.

Комфортная городская среда является неотъемлемой составляющей высокого качества жизни, именно поэтому 24 декабря 2018 г. утвержден паспорт национального проекта «Жильё и городская среда» [2], разработанный Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», к ключевой цели которого относится кардинальное повышение комфортности городской среды путем комплексного развития городов и населенных пунктов с учетом индекса качества, выступающего инструментом оценки качества материальной городской среды и условий ее формирования [3].

В современном мире комфортность среды удается достичь благодаря комплексному и системному подходу, направленному, в первую очередь, на создание и поддержание функционально и информативно организованной городской среды в соответствии с генеральным планом развития городских территорий и пространств [4].

Безусловно, комфортность городской среды выступает в качестве одного из ключевых факторов капитализации объектов недвижимости, о чем свидетельствуют слова экс-министра Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации М.А. Меня, отметившего, что «сегодня люди выбирают не просто квадратные метры, но комфортную среду с развитой инфраструктурой, при этом в районах, где было проведено благоустройство, растет и стоимость жилой недвижимости...» [5].

В целях выявления наиболее значимых городских пространств, влияющих на коррекцию динамики стоимости недвижимости в сторону увеличения, т.е. капитализацию, детально рассмотрен индекс качества городской среды с использованием корреляционно-регрессионного анализа, по результатам которого установлено, что на среднюю стоимость 1 м² жилой недвижимости городов крупнейшей размерной группы наибольшее влияние оказывают факторы таких городских пространств, как общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства, улично-дорожная сеть и общегородское пространство, городов крупной размерной группы – общегородское пространство, озелененные пространства, общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства, жилье и прилегающие пространства, группы больших городов – общегородское пространство, общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства и жилье и прилегающие пространства. При этом, анализируя средние частные коэффициенты эластичности [6], можно сделать вывод, что для городов крупнейшей и крупной размерных групп наибольшее влияние на результативный показатель оказывает общегородское пространство.

Современный город – сложнейшая многоуровневая неоднородная по своей внутренней структуре система, обуславливающая неоднородность уровня комфортности отдельных городских территорий и, как следствие, разнообразие цен на жилую недвижимость [7]. В данной ситуации целесообразным становится разработка методического подхода к определению комфортности среды территориальной единицы, т.е. микрорайона, учитывающего современные приоритеты, принципы и проблемы формирования комфортной среды конкретного региона, тогда как методика индекса качества городской среды построена на оценке базовых составляющих среды городских территорий, рассматриваемых в целом, в то время, как территориальные единицы в пределах одного города существенно различаются по таким факторам как транспортная доступность, экология, социально-бытовая инфраструктура и др., т.е. по уровню комфортности. Кроме того, при оценке индекса качества городской среды встречаются неформализованные критерии, которые могут оцениваться весьма произвольно, что, безусловно, снижает общую точность индекса.

Разрабатываемый индекс качества среды микрорайона (далее – ИКСМ) призван структурировать территорию городов на основе анализа их текущего состояния и сформировать для каждой из рассматриваемых групп направления повышения комфортности и развития среды [8].

Первоочередно для разрабатываемого индекса качества среды микрорайона на основе анализа индекса качества городской среды и опроса профессиональных участников рынка недвижимости выделяется типология городских пространств, необходимая для анализа процессов, влияющих на формирование комфортной среды. Следующим этапом определяются основные факторные признаки и на основе функционально-типологического анализа производится их группировка в блоки согласно определенной ранее типологии. При этом база данных, необходимых для определения ИКСМ, формируется в соответствии со структурно-функциональным делением рассматриваемых территорий. В качестве следующего этапа разработки ИКСМ выступает исследование значимости и градуировка в баллах выделенных факторных признаков. Заключительным этапом является выведение формулы для расчета индекса качества среды микрорайона, а также формирование интегральной шкалы для интерпретации результата.

В современных реалиях под капитализацией недвижимости понимается процесс увеличения величины рыночной стоимости недвижимого имущества под влиянием совокупности различного рода факторов. Однако, важно отметить, в разрезе первичной недвижимости комфортная среда выступает в качестве одного из ключевых факторов, формирующих первоначальную рыночную стоимость объектов, так как в процессе формирования стоимости м² учитывается все многообразие окружающих жилую зону инфраструктурных объектов и степень их развития. С этой точки зрения становится актуальным ввести в развиваемый методический подход, помимо ИКСМ, еще один ключевой факторный признак – рейтинг застройщика.

Согласно данным сетевого издания «Единый ресурс застройщиков» одним из ключевых факторов повышения рыночной стоимости, т.е. капитализации, объекта на первичном рынке является деловая репутация застройщика. Потенциальный покупатель должен быть на 100% уверен в том, что объект будет построен качественно и в обозначенные в договоре сроки. Такую гарантию может дать только безупречная репутация девелопера, формирующаяся в течение длительного периода времени [9]. По мнению экспертов строительной отрасли, именно высокий уровень деловой репутации позволяет девелоперу при почти одинаковых строительных материалах продавать объекты на 10–15% дороже, чем у конкурентов.

Таким образом, для оценки капитализации недвижимости на урбанизированных территориях целесообразно использовать обобщающий интегральный показатель (далее – ОИП), включающий в себя два основных компонента: индекс качества среды микрорайона (ИКСМ) и индекс деловой репутации застройщика.

Дальнейшим этапом развития методического подхода является разработка на основании нормирования комфортности среды и микрорайона среды и корреляционно-регрессионного анализа экономико-математической модели зависимости стоимости м² жилой недвижимости от обобщающего интегрального показателя, которая является основной для оценки капитализации недвижимости на урбанизированных территориях.

Важно отметить, разработанный методический подход может быть использован различными субъектами инвестиционно-строительного комплекса в профессиональной деятельности, например, при выборе проектных решений в рамках комплексного развития территорий или альтернативных инвестиционных проектов строительства объектов на первичном рынке жилой недвижимости, а также в целях повышения комфортности среды, определения современных приоритетов ее формирования и создания комфортных и отвечающих современным требованиям условий среды.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт: – Москва, 1999 – . – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 05.10.2022).
2. Национальный проект «Жильё и городская среда» // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/> (дата обращения: 05.10.2022).
3. Руководство по определению первоначальных направлений развития городской среды с помощью индекса качества городской среды // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/> (дата обращения: 05.10.2022).
4. Город - идея и практика : монография / В. А, Ефимов, В. И. Сарченко, А. В, Лаптева, Н. Г. Шишацкий, А.В. Ефимов, Е.А. Брюханова ; Министерство науки и высшего образования Российской

Федерации, Сибирский федеральный университет, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Российская инженерная академия, группа строительных компаний «Красстрой». – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. – 522 с.- ISBN: 978-5-7638-4171-8.

5. Изменение городской среды способно дать новый импульс экономике // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : [сайт]. – 2017. – 01 янв. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/izmenenie-gorodskoy-sredy-sposobno-dat-novyuy-impuls-ekonomike/> (дата обращения: 05.10.2022).

6. Берестнева, О. Г. Прикладная математическая статистика / О. Г. Берестнева, О. В. Марухина, Г. Е. Шевелев. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 188 с.

7. Хиревич, С. А. Качество городской среды как фактор роста капитализации недвижимости : дисс. ... канд. экон. наук / А. С. Хиревич. – Иркутск : Байкальский государственный университет, 2018. – 246 с.

8. Экономическое обоснование градостроительных решений и повышения комфортности городской среды : Практикум / С. А. Астафьев, В. И. Сарченко, С. А. Хиревич [и др.]. – Москва : Издательство АСВ, 2021. – 256 с. – ISBN 978-5-4323-0371-4. – EDN CAWWDU.

9. Пухова, В. В. Совершенствование механизма проектного финансирования строительства жилой недвижимости : дисс. ... канд. экон. наук / В. В. Пухова. – Иркутск : Байкальский государственный университет, 2021. – 184 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ПРОЖИВАНИЯ

О.Р. Толочко, ассистент
Научный руководитель – И.А. Саенко, д-р экон. наук, доцент
Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в статье рассмотрены концептуальные основы формирования комфортной среды проживания через призму эволюционного развития взглядов на учет потребностей различных групп населения. По средствам анализа источников уточнено понятие «комфортность жилья». Выявлены демографические тенденции, формирующие облик современного горожанина, а также определено, что подход к формированию комфортной среды проживания базируется на удовлетворении совокупности физических и социальных потребностей человека, проистекающих из особенностей его жизнедеятельности.

Ключевые слова: урбанизация, комфортная среда проживания, комфортность жилья, МГН, люди пожилого возраста, потребности.

Концептуальная основа формирования и развития комфортной среды проживания базируется на учете потребностей всех групп населения. С ходом исторического развития человеческого социума произошло несколько смен типов общества, с которыми менялся и уровень важности учета потребностей человека в системе мировоззренческих взглядов. Интерес к проблематике «потребностей человека» не угасает многие столетия, опираясь на труды мыслителей и ученых прошлого, можно проследить их эволюцию.

Одни из первых упоминаний о потребностях человека и попытки толкования того, что лежит в их основе, встречаются в трудах античных ученых и философов, таких как: Сократ, Платон, Аристотель, Демокрит, Гераклит, Эпикур и др.

Подавление и усмирение естественных потребностей и интересов человека считалось нормой в период средневековья (V-XIV вв.), поскольку к высшим потребностям относили потребности духовные. «Потребность любви к Богу» определялась как главнейшее стремление человека, а земная жизнь преподносилась лишь как подготовка к жизни загробной (Августин Блаженный, Фома Аквинский).

В эпоху Возрождения (XIV-XVI вв.) происходит переломный момент в устоявшихся взглядах средневековья, в религиозно-мифологическое осмысление человеческих потребностей добавляется научное, интерес исследователей все больше становится направленным на естественные, обусловленные природой и обществом потребности человека. С переходом к Новому времени и эпохе Просвещения проблематика человеческих потребностей получила более глубокую проработку. Исследования и рассуждения Ф. Бекона о человеческих потребностях послужили основой его теории о человеке и обществе. Утверждения, что потребности человека многообразны, а внешняя среда имеет решающую роль поскольку в силах влиять на людей и их потребности, формировать их интересы встречаются в трудах Вольтера, Жан-Жака Руссо и других французских мыслителей. Важно отметить, что в период перехода от Средневековья происходит смена типа самого общества, переход от традиционного уклада к обществу индустриальному со сменой ценностей и критериев развития во всех сферах общества.

Целостность природы и общества обуславливает целостность потребностей – такой подход формируется в трудах Г. Гегеля в XIX веке, он рассматривает

потребности человека в виде системы. Общество и есть среда обитания человека, где протекает жизнь человека с его естественными потребностями, понимание этого отражено в трудах Л. Фейербаха [1].

XX и XXI век – период наук о человеке, практически все ученые пытаются объяснить сущность, возможности и природу человека. Научно-техническая революция во второй половине XX века спровоцировала переход к новому типу общества – постиндустриальному, в котором пребывает современный человек.

Смена типов обществ и сопутствующий этому переход к развитию инновационных технологий и постиндустриальному типу производства в целях обеспечения высоких темпов экономического роста является предпосылкой к развитию городов и городских агломераций, поскольку именно они являются средоточием этих процессов. Период XX и XXI века отличается активным процессом урбанизации. Урбанизация (лат. Urbanus – городской) рассматривается не только как период интенсивного развития городов, но и как форма пространственно-структурной организации жизнедеятельности. Иными словами, поселение, а именно: город, где присутствует большая плотность населения в виду большого сосредоточения населения на относительно небольшом участке земли.

Сегодняшний постиндустриальный формат инновационной направленности общественного уклада вывел на первый план проблемы взаимодействия человека со своим окружением. Одни российские города образовались в период существования СССР, другие имеют длинную историю, но были перестроены под стандарты того времени. Основная концепция города того периода – это то, что город рабочее поселение вблизи промышленных построек, акценты на идеологических аспектах в архитектуре городской среды и обустройстве общественных пространств. Ориентация при проектировании на образ абстрактного горожанина, строительство на основе сухого расчета плановых показателей, привели к тому, что слабо учитывались как индивидуальные, так и общественные потребности различных групп населения [2].

Сейчас же появилась новая концепция работы архитекторов, заключающаяся в том, что теперь не человек подстраивается под окружающую среду, а среда приобретает другие свойства в зависимости от потребностей и желаний человека [3]. Такой современный подход к формированию окружающей среды разнится с опытом прошлого, еще в первой трети прошлого столетия в архитектуре человек выступал как функциональная единица с минимальным набором личных нужд. Однако, пришло понимание прямой зависимости между процессами, тенденциями, формируемыми в социуме и архитектурой, а человек с его потребностями обрел новую роль субъекта социального взаимодействия.

В обществе сосуществуют различные группы горожан, проявляющие себя в ходе жизнедеятельности через разного рода деятельность и имеющие разного уровня как социальную, так и физическую активности. В.Л. Глазычев во многих своих исследовательских работах отмечает важность и необходимость существования в городской среде различных кластеров пространства для реализации возможности проявления разных видов активности и деятельности. Если городская среда обладает большим разнообразием, то существует больше возможностей для удовлетворения потребностей горожан, т.е. среда становится более комфортной для горожанина. Восприятие и оценка человеком компонентов городской среды определяет то, насколько комфортен город для горожанина. В исследованиях Г.В. Горновой, Е.Н. Забаровой пространственная потребность определяется как одна из основных потребностей горожанина. Она рассматривается в двух основных направлениях:

физическом и социальном, т.е. помимо буквального факта, что человек физически занимает некоторое количество пространства, существуют и требования к качеству и комфорту этого самого пространства.

Обстоятельства и условия, в которых находится горожанин, определяют степень его жизненного комфорта [4,5]. Мнение о том, что качество городской среды является отражением качества жизни бытует в современном постиндустриальном обществе. Процессы урбанизации и глобализации накаляют интерес к тематике комфортности городской среды, поскольку чем комфортнее городское пространство, тем сильнее оно привлекает туристический поток, инвестиции и высококвалифицированных специалистов [6].

Рассматривать комфортную городскую среду можно в двух аспектах. Первый – это непосредственная городская среда, т.е. физическое пространство, обустроенное для жизнедеятельности человека. Доступность элементов инфраструктуры, наличие развитой транспортной и улично-дорожной сетей, удобство планировок мест проживания, а так качество общественных мест, т.е. наличие доброкачественных условий для удовлетворения потребностей человека определяет комфортность такой среды. Второй аспект – это ощущения в условиях города, т.е. психо-эмоциональный комфорт, состояние здоровья. «Качественная городская среда» – понятие, активно применяющееся на современном этапе развития строительной отрасли. Зачастую качество среды отождествляют с комфортом среды, упуская факт того, что слова «комфорт» и «качество» различны по этимологическому значению. При этом возможна обратная связь данных понятий на примере того, что комфортная среда автоматически становится качественной [7].

«Комфортная городская среда – это все городское естественно-природное пространство в определенных административных границах и совокупность застройки этого пространства зданиями и сооружениями, наполнение его предметами и знаками, позволяющими в полной мере удовлетворить индивидуальные и социальные потребности населения, что в итоге должно привести к повышению качества жизни горожан» [8].

Среда проживания реализуется посредством совокупности двух сред, а именно: городской среды и жилья. По этой причине уровень комфорта среды проживания аналогично суммируется из комфортности жилья и среды в городе и не может быть полностью отождествлен с комфортностью только городской среды.

В своде правил [9] рассматривается понятие «комфорт проживания как включенный в строительные нормы комплекс санитарно-гигиенических, эргономических и экологических требований.» Санитарно-гигиенические требования согласно своду правил основываются на оптимальном расчетном уровне. К экологическим требованиям применяется показатели на допустимом уровне. А вот эргономические требования базируются на минимально достаточном уровне. Наличие инженерно-технического оборудования, планировка помещений и площадей жилья способствуют выполнению требований свода правил к комфорту проживания.

По нашему мнению под комфортностью жилья следует понимать характеристику потребительских свойств объектов жилой недвижимости, сочетающих в себе совокупность условий, удовлетворяющих жилищные потребности человека, проистекающих из особенностей его жизнедеятельности и способствующих благоприятному существованию и развитию индивида.

В сущности, концептуальный подход к формированию комфортной среды проживания базируется на удовлетворении совокупности физических и социальных

потребностей человека, проистекающих из особенностей его жизнедеятельности, реализуемой как в пространстве городской среды, так и в пространстве жилья.

Процесс глобализации, с каждым годом все больше влияет на общество, тем самым повышает значимость комфорта среды проживания для горожан. Мегаполисы в свою очередь должны показывать ответную реакцию на изменения, происходящие благодаря глобализационным процессам. В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть структуру населения современных городов Российской Федерации более подробно. Согласно статистическим данным за последние десять лет в период с 2012 по 2021 года наблюдается рост доли городского населения в Российской Федерации. В городах проживает 102 476,781 тыс. человек, что при населении страны в 146 171 тыс. человек (из них 36 902,8 тыс. чел старше трудоспособного возраста) составляет 70,1 % от общей численности населения страны [10]. Демографы Организации объединенных наций отмечают общую точку пересечения для крупных городских систем планеты – это концентрация большей доли населения в городах. Согласно их прогнозу, данная ситуация сохранится без изменений как минимум до 2030-х гг.

Жители городов имеют разнообразную возрастную-половую структуру и заняты во всех сферах общества от промышленности и науки до торговли и общественного обслуживания [11]. По возрастному признаку, условно разделить население можно на три основные группы: младше трудоспособного возраста, люди трудоспособного возраста и старше трудоспособного возраста.

Статистические данные свидетельствуют о процессе старения населения, т.е. удельный вес граждан пожилого возраста относительно населения страны становится больше, как и увеличение удельного веса граждан старше трудоспособного возраста. Увеличение доли данной социальной группы граждан приводит к тому, что возрастает внимание к специфике ее жизнедеятельности.

По данным среднего варианта прогноза Федеральной службы государственной статистики, доля граждан старше трудоспособного возраста в Российской Федерации увеличится с 2016 года по 2025 год с 24,6 процента до 27 процентов и составит 39,9 млн. человек. Заметно увеличение доли маломобильных групп населения (МГН), поскольку согласно нормативно-техническим источникам к данной категории граждан относятся и люди пожилого возраста. Под МГН в Российской Федерации понимаются «люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве». К МГН относятся: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, люди с нарушением интеллекта, люди пожилого возраста, беременные женщины, люди с детскими колясками, с малолетними детьми, тележками, багажом и т.д.

Комфорт среды проживания для данных групп населения играет огромную роль в процессе их жизнедеятельности. Общая численность инвалидов имеет отрицательную динамику за исследуемый период с 2014 по 2022 год, но при этом доли отдельных категорий граждан, таких как инвалиды III группы и дети-инвалиды в общей численности возрастают. Демографическая ситуация в современном постиндустриальном обществе приносит свои коррективы в облик современного горожанина. Кроме этого за последние десятилетия в различных современных сферах общества появляются новые тенденции, направленные на социализацию МГН. [3].

В перспективе развития современной среды проживания горожан все больше внимания будет требоваться к учету потребностей маломобильных групп населения, к

многообразие форм городского пространства для удержания уровня комфортности как минимум на том же уровне или как максимум его повышению.

Список литературы

1. Исламова А.Ф. Реализация потребностей человека в условиях городской среды : на примере крупного города : диссертация ... кандидата социологических наук : 22.00.04 / Исламова Алия Фларитовна; [Место защиты: Башкир. гос. ун-т]. Екатеринбург, 2012.- 174 с
2. Лагодина Е. В. Комфортная городская среда глазами простого горожанина / Е. В. Лагодина // Северо-кавказский психологический вестник. – 2013. – № 2. – С. 9–12.
3. Соняк, Е.В. Факторы формирования современной жилой среды / Е.В. Соняк // Архитектон: известия вузов. – 2008. – № 22.– С. 84-91.
4. Горнова Г.В. Витальная парадигма города / Г.В. Горнова // Архив журнала «Управление развитием территории», выпуск № 2/2015. – URL: <https://urtmag.ru/public/396/>
5. Заборова Е.Н. Социологический анализ городского социального пространства. Д: диссертация ... доктора социологических наук / Екатеринбург, 1997. С. 97.
6. Степанова Е. М. Необходимость формирования комфортной городской среды и факторы, препятствующие этому процессу в России / Е. М. Степанова. // Молодой ученый. – 2019. – № 49 (287). – С. 542-545. – URL: <https://moluch.ru/archive/287/64825/>
7. Ганченко Д. Н. Комфортная городская среда: инновация или трансформация термина / Д. Н. Ганченко Ю. А. Тарзанова // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами. – 2019. – С. 81–84.
8. Алешина Е. И. Анализ особенностей использования урбанизированной территории Рязани в целях оптимизации характеристик комфортности среды. : диссертация ... кандидата географических наук : / Алешина Елена Ивановна. – Рязань, 1999. – 155 с.
9. СП 31-107-2004. Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038763>
10. Управление Федеральной службы государственной статистики : – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282>
11. Архитектура и градостроительство: энциклопедия / Рос. акад. архитектуры и строит. наук; Науч.-исслед. ин-т теории архитектуры и градостроительства. М. : Стройиздат, 2001. 688 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. КРАСНОЯРСКА ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

С.А. Тынченко, магистр
Научный руководитель – И.А. Саенко, д-р экон. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы доступности людей, испытывающих сложности с передвижением на объектах транспортной инфраструктуры. Изучены и выявлены имеющиеся места нарушения на объектах транспортной инфраструктуры, препятствующие полноценной жизнедеятельности маломобильных людей.

Ключевые слова: комфортная среда, инвалиды, объекты транспортной инфраструктуры, маломобильные группы населения, безбарьерная среда.

Отношение к людям с ограничениями по здоровью и сниженной мобильностью – это критерий «человечности» социальной политики государства, устройства всех сфер жизни.

Особенно это касается создания комфортной среды для жизни. Это строительство, благоустройство, преобразование городских пространств, в том числе доступность объектов транспортной инфраструктуры.

В нашей стране в 1995 году был принят федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» и в 2011 году разработана государственная программа «Доступная среда», после присоединения России к Конвенции ООН «О правах инвалидов».

В данных документах, в том числе, говорится о необходимости обеспечения безбарьерной среды инвалидов, о создании благоприятных условий, в которых люди с разными способностями и ограниченными возможностями могут иметь равный доступ.

Уровень мобильности людей с ограниченными возможностями сильно различается, поэтому любое проектное решение должно разрабатываться с учетом их конкретных потребностей.

Группы мобильности представлены в таблице 1. [1]

Таблица 1 – Группы мобильности

Группа мобильности	Категории людей
M1	Люди со сниженной мобильностью: люди пенсионного возраста, люди с детьми дошкольного возраста, беременные женщины, глухие и слабослышащие люди.
M2	Пожилые немощные люди (в том числе инвалиды по старости), инвалиды с недостатками зрения, пользующиеся белой тростью
M,	Люди, использующие при движении дополнительные опоры (костыли, трости); инвалиды на протезах
M4	Инвалиды и другие маломобильные граждане, передвигающиеся на креслах-колясках

Среди всего населения нашей страны на долю пользователей доступной среды приходится 37,1%, в том числе 7,8% это инвалиды, 5,2% – дети до 4 лет, 24,1% – люди старше 70 лет. [2] И это далеко не все группы людей с ограниченными

возможностями.

На рисунке 1 представлены объекты, отражающие транспортную инфраструктуру. [3,4]



Рисунок 1. Объекты транспортной инфраструктуры

Все предъявляемые требования к объектам транспортной инфраструктуры можно объединить в следующие группы (таблица 2).

Таблица 2 – Требования к объектам транспортной инфраструктуры

Группа требований	Требования
Требования к земельным участкам и территориям общего пользования	<ul style="list-style-type: none"> - обязательное наличие подъездов и парковок транспортных средств, управляемых маломобильными гражданами (10% от общего количества); - наличие системы навигации на всех путях движения к объекту; - при приближении к зонам повышенной опасности и при пересечении с проезжей частью - устройство тактильных плиток, тактильных индикаторов на пешеходных путях; - пешеходные пути на перекрестках должны быть обустроены бордюрными пандусами с двух сторон на одном уровне с пешеходными путями; - покрытие пешеходных путей должно быть из твердых и ровных материалов; - при наличии подземных и надземных переходов и невозможности организовать наземный регулируемый пешеходный переход, их следует оборудовать пандусами, вертикальными подъемными платформами ли лифтами; - соблюдение параметров прохожей части пешеходного пути (ширина от 120 см, продольный уклон пешеходных путей (кроме лестниц и пандусов) не более 5,0 %, поперечный уклон от 0,5 до 2,0 %); - на основных путях движения людей не менее чем через 100-150 м должны быть места отдыха.
Требования к входам в здание	<ul style="list-style-type: none"> - наличие минимум одного входа, доступного для МГН; - наличие наружных вызывных средств связи с персоналом; - кроме лестницы наличие пандусов при перепаде высот; - соблюдение параметров к лестничным маршам (ширина не менее 135 см, не более 12 ступеней, высота ступеней до 15 см); - соблюдение требуемых размеров входной площадки, дверных проемов, тамбуров.

Продолжение таблицы 2

Требования к путям движения в зданиях	<ul style="list-style-type: none"> - ширина коридоров не менее 180 см; - наличие перед дверными проемами предупреждающих тактильных напольных указателей; - ширина дверных проемов не менее 90 см; - на каждом этаже должны быть оборудованы зоны отдыха; - при движении инвалида на кресле-коляске по коридору минимальное пространство для поворота на 90° – 120 x 120 см; разворота на 180° – диаметром 140 см; - при перепаде высот пола наличие лестниц, пандусов или подъемных устройств. [2]
Требования к пешеходным переходам через проезжую часть	<ul style="list-style-type: none"> - наличие горизонтальной площадки на тротуарах и пешеходных дорожках перед пешеходным переходом; - отсутствие бортовых камней в качестве бордюрного пандуса; - наличие тактильно-контрастных наземных указателей перед пересечением пешеходных путей с транспортными; - освещение переходов по всей длине и на расстоянии не менее 10 м от них; - при пересечении пешеходных переходов с трамвайными путями разность уровней высоты не более 10 мм; - у внешних лестниц надземных и подземных переходов наличие пандусов при перепаде высот от 0,14 до 6,0 м; подъемных платформ или лифтов с вертикальным перемещением при перепаде высот до 3,0 м; лифтов при перепаде высот от 3,0 м и более. [2]
Требования к остановочным пунктам (павильонам)	<ul style="list-style-type: none"> - общая площадь посадочной площадки должна учитывать место посадки (высадки) инвалидов и других групп маломобильных граждан, площадью 2x2 м; - внутри павильона должны быть предусмотрены скамьи со спинками, подлокотниками и крючками для костыля, трости, сумок; места для размещения кресла-коляски и детской коляски, схемы маршрутов и расписания ТС; - с внешней стороны павильона должны быть предусмотрены таблички с остановочными пунктами, информацию о маршрутах, урны; - на всех прозрачных стенах павильона со стороны пешеходных коммуникаций должна быть нанесена предупреждающая контрастная маркировка в виде полосы желтого цвета. [8]

Объекты транспортной инфраструктуры – общественный транспорт, который дает возможность людям путешествовать самостоятельно и быть частью общества. И крайне важно, чтобы все пути следования людей с ограниченной мобильностью имели высокий стандарт функций доступности и были действительно безбарьерными.

Особенно это актуально на таких объектах транспортной инфраструктуры, как железнодорожные, автодорожные и аэровокзалы, речные и морские вокзалы из-за развитой внутренней структуры (билетные кассы, залы ожидания, пункты питания, комнаты отдыха, туалеты и платформы).

В г. Красноярске большое количество объектов транспортной инфраструктуры, среди которых:

- 4 железнодорожных вокзала и 30 ж/д станций; [6,7]
- 2 междугородних автовокзала;
- 2 аэропорта и 2 аэродрома; [8]
- 27 надземных и подземных пешеходных переходов, 1064 остановочных пункта;
- 64 мостовых сооружения;
- общая протяженность улично-дорожной сети города - 1200,8 км. [9]

В ходе исследования данных объектов, хочется обратить внимание на некоторые проблемные объекты.

Например, железнодорожная станция «Злобино». На выходе к береговой платформе имеется доступный проход для пассажиров на креслах - колясках. Проход к островным платформам № 2 и № 3 осуществляется по пешеходному мосту [10], а вот спуски на платформы посадки (высадки), имеющие высоту свыше трех метров, не оборудованы лифтами, что нарушает требования СП 59.13330.2020.

В подобном случае, СП 259.1325800.2016 «Мосты в условиях плотной городской застройки. правила проектирования» гласит о необходимости организовать пути движения маломобильных групп населения минуя лестницы.

По жалобам пассажиров, такой вариант путей движения тоже не предусмотрен.

При исследовании междугородного автовокзала на соблюдение требований безопасности и доступности маломобильных граждан, выявлены нарушения. Например, на прилегающей территории к зданию вокзала, на платформе посадки (высадки) пассажиров и в здании отсутствуют тактильно-контрастные наземные указатели для инвалидов с нарушениями зрения о приближении их к зоне повышенной опасности. Отсутствуют средства информационной поддержки и навигации.

Не предусмотрена на прозрачных полотнах входных дверей яркая контрастная маркировка. Размеры тамбура не соответствуют нормативным требованиям. Минимальные размеры тамбуров 245 x 160 см.

В метрах, где пассажиропоток свыше 50 человек, на полу на основных путях движения перед дверными проемами, необходимо наличие тактильных напольных указателей, которые в здании автовокзала также отсутствуют. [1]

Примером развития доступной среды в г. Красноярске является международный аэропорт, где все создано: выделенные места для парковки, места выгула собак-проводников, специальные лифты для пассажиров в креслах-колясках. Пути движения соответствуют предъявляемым требованиям. Входные двери оборудованы специальными кнопками, замедляющими вращение дверей. [11]

При изучении мостовых пешеходных переходов хочется отметить такую особенность: все вновь построенные мосты в г. Красноярске соответствуют всем предъявляемым требованиям к проектированию, что нельзя сказать про давно построенные мосты.

Один из больших транспортно-пешеходных мостов г. Красноярска – Мичуринский мост. В районе ул. пр. им. газеты Красноярский рабочий данный мост имеет четыре пешеходных схода, два из которых ведут на остановки трамвая. Данные сходы не оборудован ни пандусом, ни лифтом и вообще не обладают доступной средой для маломобильных граждан, что катастрофически неудобно, потому как ближайшие остановки от данной в обе стороны находятся в 500 и 400 метрах.

Хочется также обратить внимание на подземные пешеходные переходы на ул. Белинского и через ул. Ленина до института искусств им. Д. Хворостовского. Современный арт-стрит конечно привлекательно для пешеходов, но для качества доступной среды не достаточно. Отсутствие тактильной плитки на полу нарушает требование СП 59.13330.2020.

Это далеко не все проблемные объекты транспортной инфраструктуры нашего города. Про них можно говорить бесконечно долго.

Министерству транспорта г. Красноярска необходимо больше уделять внимания безопасности и доступности людям с ограниченными возможностями

передвижения, системно мониторить несоответствующие требованиям объекты и разработать дорожную карту проблемных мест.

В Конституции РФ закреплены положения по соцзащите инвалидов, не допускающие дискриминации. Соблюдать безбарьерные требования нужно на всех объектах, во всех общественных местах, чтобы люди с ограничениями могли жить нормальной, полноценной жизнью. Там, где пройдет инвалид, пройдут и все остальные.

Список литературы

1. СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 : введен впервые : дата введения 2021-07-01 // Минстрой России. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/117294/> (дата обращения: 30.09.2022).
2. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – Москва, 1999 – . – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 02.10.2022).
3. Российская Федерация. Законы. Об утверждении перечня объектов инфраструктуры внеуличного транспорта (в части метрополитенов), являющихся объектами транспортной инфраструктуры : Постановление Правительства РФ № 1636 [утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 22.12.2018].
4. Российская Федерация. Законы. О транспортной безопасности : Федеральный закон № 16-ФЗ : [принят Государственной думой 19 января 2007 года : одобрен Советом Федерации 2 февраля 2007 года].
5. СП 259.1325800.2016 Мосты в условиях плотной городской застройки. правила проектирования : введен впервые : дата введения 2017-04-21 // Минстрой России. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/13296/> (дата обращения: 30.09.2022).
6. Карта г. Красноярска – URL: <https://2gis.ru/krasnoyarsk> (дата обращения: 01.10.2022).
7. Схема движения городской электрички // АО «Краспригород» : официальный сайт. – Красноярск, 2011 – . – URL: <https://www.kraspg.ru/passenger/gorodskaya-elektrichka/skhema?ysclid=18tpls154b5864133166> (дата обращения: 01.10.2022).
8. Карта г. Красноярска – URL: <https://2gis.ru/krasnoyarsk> (дата обращения: 01.10.2022).
9. Администрация города Красноярска : официальный сайт. – Красноярск, 2001 – . – URL: <http://www.admkrsk.ru/citytoday/municipal/roads/pages/default.aspx> (дата обращения: 01.10.2022).
10. ОАО «РЖД» : официальный сайт. – Москва, 2003 – . – URL: <https://www.rzd.ru> (дата обращения: 05.10.2022).
11. Международный аэропорт Красноярск : официальный сайт. – Красноярск, 2019 – . – URL: <https://www.kja.aero/> (дата обращения: 05.10.2022).
12. Российская Федерация. Законы. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации : Федеральный закон № 181-ФЗ : [принят Государственной думой 20 июля 1995 года : одобрен Советом Федерации 15 ноября 1995 года].
13. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон № 384-ФЗ : [принят Государственной думой 23 декабря 2009 года : одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года].

АНАЛИЗ ИНТЕРЕСОВ ОСНОВНЫХ УЧАСТНИКОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ РАЗВИТИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

А.Г. Филиппов, магистрант, С.А. Хиревич, канд. экон. наук

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье описаны основные виды комплексного развития территории согласно действующему законодательству. Проанализированы интересы основных участников при реализации проекта комплексного развития городских территорий. Составлена матрица степени влияния и вовлеченности в проект основных стейкхолдеров. Определены основные проблемы при столкновении интересов участников реализации комплексного развития территории.

Ключевые слова: комплексное развитие территории, основные участники КРТ, комфортная городская среда, эскроу счет, Градостроительный кодекс РФ.

В последнее десятилетие вопросы комплексного развития территорий охватывают все больше городов. Согласно главе 10 Градостроительного кодекса Российской Федерации [1] механизм комплексного развития территории рассчитан на комплексное обновление городской застройки жилого и нежилого фондов. Данный нормативный документ позволяет региональным властям по своей инициативе определять территории, которые подлежат обновлению, привлекая для этого различных участников.

Статья 65 ГрК РФ устанавливает основные виды комплексного развития территории:

- 1) жилой застройки;
- 2) нежилой застройки;
- 3) незастроенных территорий;
- 4) по инициативе правообладателя.

Механизм комплексного развития территории является эффективным инструментом удовлетворения потребностей и интересов участников инвестиционно-строительного процесса [2]. Исходя из этого, дифференцируем виды комплексного развития территории на наиболее укрупненные группы:

- комплексное развитие застроенных территорий (жилая и нежилая застройка);
- комплексное развитие незастроенных территорий.

Основными участниками КРТ являются государственный орган власти, девелопер, инвестор, собственники земельных участков (если речь идет о комплексном развитии застроенной территории), потребитель.

Государственный орган власти самостоятельно принимает решение о реализации проекта КРТ на той или иной территории. После принятия такого решения, муниципальный орган власти ищет исполнителя путем проведения тендера на заключение договора о комплексном развитии такой территории. Поэтому основными интересами государственного органа власти являются:

- развитие незастроенных территорий;
- обновление жилого и нежилого фонда;
- развитие социальной, транспортной, инженерной инфраструктуры;
- привлечение внебюджетных источников финансирования

- максимизация налоговых отчислений с территории.

Девелопер реализует проект комплексного развития территории. Рассматривая потенциальный проект, девелопер анализирует территорию, в отношении которой принято решение о комплексном развитии, оценивает ее потенциал, и принимает решение об участии в тендере. Из основных интересов девелопера, как основного стейкхолдера КРТ, можно выделить следующие:

- получение прибыли при реализации проекта КРТ;
- минимизация рисков в процессе реализации проекта;
- создание комфортной среды для будущих жильцов.

Так как территории, в отношении которых принято решение о реализации КРТ, зачастую имеют больше площади, следовательно, и денежных средств для реализации проекта необходимо больше, чем обычно. Девелоперы, в основном, не обладают таким большим запасом денежных средств, поэтому для реализации проекта необходимо привлечение сторонних инвестиций. Роль инвестора заключается не только в займе денежных средств для девелопера, а также дает гарантию потребителю, посредством помещения денежных средств на эскроу счет [3]. Учитывая вышесказанное, интересами инвестора являются:

- получение прибыли при реализации проекта КРТ;
- минимизация рисков;
- возврат предоставляемых денежных средств.

При реализации проекта КРТ на уже застроенной территории, появляется такой участник, как собственник земельного участка. При малой заинтересованности в проекте, собственник может доставить множество проблем, что существенно увеличит сроки реализации проекта КРТ, так как его интересы противоречат интересам девелопера:

- получение максимальной компенсации за свой земельный участок или получение эквивалентной жилой площади в этом же районе;
- создание комфортной городской среды.

Еще одним основным участником реализации проекта КРТ является потребитель. Он получает уже конечный продукт, а также может участвовать в реализации проекта, путем заключения договора участия в долевом строительстве.

Потребитель заключает договор участия в долевом строительстве, покупая недвижимость на этапе «котлована», следовательно, сэкономив свои средства. При этом денежные средства потребителя помещаются на эскроу счет, что дает гарантии возвращения средств при банкротстве девелопера. Основными интересами потребителя являются:

- получение качественного и комфортного жилья за конкурентную рыночную цену;
- минимизация затрат на этапе эксплуатации.

Проанализировав интересы основных участников реализации проекта комплексного развития территории, можно составить матрицу влияния на проект и степени вовлеченности.

Матрица основных стейкхолдеров проекта реализации КРТ представлена на рисунке 1.

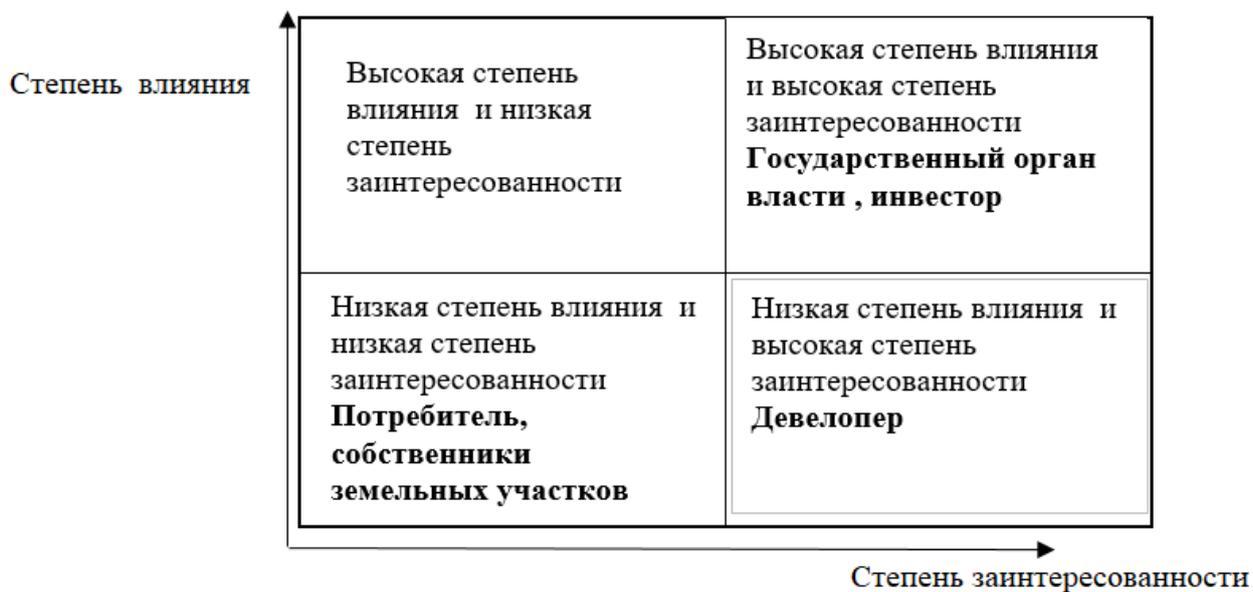


Рисунок 1. Матрица основных стейкхолдеров

В процессе реализации проекта комплексного развития территории сложно учесть интересы всех участников, исходя из чего возникают ситуации в которых интересы одних участников ставятся выше интересов других участников, что тормозит реализацию проекта КРТ или делает проект нереализуемым.

Из матрицы на рисунке 1 следует, что интересы государственного органа власти и инвестора должны учитываться в первую очередь, так как они имеют высокую степень влияния на проект реализации КРТ.

Чаще не в полной мере учитываются интересы собственников земельных участков, у которых девелопер выкупает территории, и покупателей, для которых застройщик может зависит цену. Так же происходит столкновение интересов девелопера и государственного органа власти в части строительства социальной инфраструктуры, так как девелоперу приходится выкупать и безвозмездно отдавать участки под строительство школ, детских садов и т.д., что существенно может снизить прибыль или же вследствие этого он может получить убыток по итогам реализации проекта.

Так же проблемой может являться то, что при реализации проекта у органов государственной власти может не оказаться бюджетных средств для строительства объектов социальной инфраструктуры, и может получиться так, что при завершении всех обязательств девелопера не будут выполнены обязательства муниципалитета.

Для того чтобы минимизировать риски всех участников реализации проекта комплексного развития территории, необходимо в договоре о КРТ предусмотреть как можно больше пунктов, которые должны быть соблюдены при выполнении проекта реализации. Так же можно предусмотреть штрафные санкции за несоблюдение обязательств.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : ГрК : текст с изменениями и дополнениями на 14 июля 2022 года : [принят Государственной думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – Москва : Эксмо, 2022. – 291 с. – ISBN 978-5-04-169733-4.

2. Город – идея и практика : монография / В. С. Ефимов, В. И. Сарченко, А. В. Лаптева [и др.] ; – Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2019. – 528 с. – ISBN 978-5-7638-4171-8.

3. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации часть вторая : ГК : текст с изменениями и дополнениями на 1 июля 2022 года : [принят Государственной думой 22 декабря 1995 года : одобрен Советом Федерации 8 декабря 2006 года]. – Москва : Эксмо, 2022. – 643 с. – ISBN 978-5-04-169735-8 .

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИХ ИСПОЛНЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННЫХ КОНТРАКТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С УЧЕТОМ ИЗНАЧАЛЬНО ЗАЯВЛЕННЫХ ЦЕН

Ю.А. Цветков, аспирант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,

Санкт-Петербург

Аннотация: в статье затронут вопрос особенностей исполнения государственного строительного заказа, в частности устойчивости изначально сформированных сторонами цен контрактов. Изложены варианты расторжения строительных контрактов для обеспечения государственных нужд: по соглашению сторон, по инициативе заказчика, по инициативе подрядчика. Проанализированы факторы, влияющие на изменение цен на строительные контракты, а именно складывающаяся система ценообразования и сметного нормирования; события, происходящие на рынке строительных ресурсов; поведение подрядчиков на торгах.

Ключевые слова: государственный строительный заказ, государственные закупки, контрактная система, строительный контракт, подрядные работы.

Обеспечение удовлетворения общественных нужд являлось актуальным вопросом во все времена. Наиболее эффективным инструментом в решении данного вопроса является механизм государственного заказа, посредством которого становится возможной реализация запросов общества в тех или иных благах. Возведение различных объектов социального назначения, дорожной инфраструктуры, образования, здравоохранения и т.д. также находится в поле ответственности государства и осуществляется посредством реализации государственного заказа.

Как известно, социально-экономические отношения, складывающиеся в обществе, регулируются соответствующими нормативно-правовыми актами. Что касается государственных закупок, то таковым документом является Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 N 44-ФЗ. В настоящем законе учтена система планирования, организации торгов, исполнения контрактов, мониторинга, аудита, контроля и как показывает многолетний опыт, данная система функционирует вполне слаженно. Несмотря на это, стоит учесть, что строительные работы, ввиду своей специфики выделяются из общего ряда закупок других товаров, работ и услуг.

Выделим возможные варианты расторжения строительных контрактов для обеспечения государственных нужд:

1. Контракт расторгнут по соглашению сторон. Контрактной системой допускается изменение цены уже подписанных контрактов (как повышение, так и понижение) в диапазоне до 10%. В данном случае допускается подписание сторонами дополнительного соглашения. В случае, если цена, по объективным причинам изменилась более (или менее) чем на 10%, то возникает необходимость расторжения контракта по соглашению сторон. Согласно изменениям, внесенным в 44-ФЗ в 2021 году, изменение цены контракта в строительстве при условии, что проект реализуется более одного года, допускается в пределах 30%.

2. Контракт расторгнут по инициативе заказчика. Нарушение подрядчиком

существенных условий контракта влечет односторонний отказ заказчика от его дальнейшего исполнения. Такое расторжение может стать следствием срыва сроков завершения строительства, некачественного выполнения работ, а также других договоренностей, изложенных в контракте.

3. Контракт расторгнут по инициативе подрядчика. Данный вариант, хоть и значительно реже, чем ситуация, описанная в п. 2, но все же имеет место быть при реализации контрактов в рамках государственного строительного заказа. Неправомерный отказ заказчика от приемки выполненных работ, задержка оплаты выполненных работ, а также другие факты невыполнения заказчиком своих обязательств по контракту могут служить поводом для его расторжения подрядчиком.

Далее рассмотрим, по каким причинам изначально заявленные строительными подрядчиками цены не удается сохранить на протяжении всего жизненного цикла контракта.

Система ценообразование и сметного нормирования

Основой для формирования начальных (максимальных) цен на строительные контракты является обязательная к применению для всех государственных заказчиков система ценообразования и сметного нормирования. Данная система подвергнута реформированию с 2016 года [1]. Несмотря на прилагаемые усилия по переходу от базисно-индексного метода расчета смет, к более точному ресурсному, высокий уровень достоверности начальных цен контрактов не всегда удается достичь. Исследователи обращают внимание на то, что Федеральная государственная информационная система ценообразования и сметного нормирования в строительстве наполнена данными о текущих ценах на строительные ресурсы лишь на 15% [2]. Еще одна проблема, препятствующая точности сметных расчетов связана с появлением новых строительных материалов, машин и механизмов, использующихся при проведении работ, нормативы на которые еще не учтены в отечественной системе ценообразования и сметного нормирования. Также стоит отметить, что переход на ресурсно-индексный метод был снова перенесен, на этот раз на начало 2023 года [3]. Такое положение дел в сфере ценообразования может отрицательно сказаться при определении цен на строительные контракты.

Стоимость строительных ресурсов

Строительная сфера отличается своей материалоемкостью и трудоемкостью производственных процессов. Зачастую в структуре сметы более половины затрат приходится именно на строительные материалы. В последние годы отмечается активный рост стоимости данных ресурсов. К примеру, цены на такой системообразующий материал, как цемент, возросли до 30% [4], кровельные материалы подорожали более, чем на 20%, АБС-пластик до 70% [5]. Тенденции к повышению цен на топливо [6], несомненно отражаются на увеличении себестоимости строительства объектов. В частности, увеличиваются затраты на доставку строительных материалов и конструкций, обслуживание машин и механизмов. Таким образом, возникает вероятность изменения цены подписанных контрактов, ввиду непредвиденных затрат, возникших по причине повышения стоимости строительных материалов. Как, было отмечено выше, при максимально установленном уровне корректировки цены госконтракта, его придется расторгнуть по соглашению сторон.

Критический уровень снижения цены контракта подрядчиками при торгах

Зачастую, причиной невозможности выполнения подрядчиками своих обязательств по государственному контракту является демпинг. Закупки

строительных работ, на сегодняшний день, проводятся по общим правилам законодательства о контрактной системе наряду с другими товарами и услугами. Таким образом, потенциальные исполнители государственного строительного заказа имеют полное право снижать начальную максимальную цену контрактов по своему усмотрению. По мнению автора данной статьи, при проведении торгов на строительные работы стоит руководствоваться структурой сметного расчета и снижать цену не более, чем на значение накладных расходов и сметной прибыли. Однако, как показывает практика государственного строительного заказа, в отдельных случаях участники конкурентных процедур снижают цену предложения более, чем на 60% [7]. В данном случае ставится под сомнение успешное выполнение такого контракта, поскольку подрядчику придется находить дополнительные средства (вне рамок бюджета контракта) на соответствующие ресурсы или жертвовать качеством будущего объекта, приобретая для строительства более дешевые и менее качественные ресурсы. В конечном счете неисполнение своих обязательств подрядчиком приведет к расторжению заказчиком контракта в одностороннем порядке.

В завершение подчеркнем, что на формирование обоснованной и устойчивой к корректировке цены государственного строительного контракта в современных экономических условиях влияет ряд факторов. Среди данных факторов, которые потенциально способны минимизировать вероятность изменения цены контрактов являются: успешное завершение реформирования системы ценообразования и сметного нормирования (что позволит вычислять точные начальные цены контрактов); уравнивание ситуации, складывающейся на рынке строительных материалов; умеренный уровень снижения ценовых предложений участниками государственного строительного заказа.

Список литературы

1. Кошечев В.А., Цветков Ю.А. Первый опыт реформирования системы ценообразования и сметного нормирования на современном этапе // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 2 (67). С. 264-268.
2. Горелова О.А. Итоги и планы реформы сметного ценообразования // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2021. № 4. С. 84-89.
3. Реформа ценообразования в строительстве перенесена на 2023 год. URL: <https://smetchik.com/info/news/reforma-tsenoobrazovaniya-v-stroitelstve-perenesena-na-2023-god/?ysclid=18ue9ka8n1580957132> (дата обращения: 04.10.2022).
4. Производители ответили на слова Хуснуллина о монополизации рынка цемента. URL: <https://www.rbc.ru/business/05/05/2022/62724be99a794705a9653fdb?ysclid=18ve42hgjn54799249> (дата обращения: 04.10.2022).
5. Хавин Д.В., Петряшова А.В. Проблема роста цен на строительные материалы в строительстве // В сборнике: Проблемы современного социально-экономического и технологического развития России и пути их решения. Материалы Национальной научно-практической конференции. Редколлегия Д.В. Хавин, С.В. Горбунов, Е.Ю. Есин. Нижний Новгород, 2021. С. 124-125.
6. Подорожание бензина на заправках в России объяснили. URL: <https://lenta.ru/news/2022/08/24/benz/?ysclid=18vec9v856697295170> (дата обращения: 04.10.2022).
7. Брезгина Л. В. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Механизм управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов на этапе проведения подрядных торгов.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

К.В. Чепелева, кандидат экономических наук, доцент С.А. Короткова, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: целью исследования является прогнозирование и разработка рекомендаций по развитию объектов индивидуального жилищного строительства на основе инструментов системного анализа. При написании работы использовались следующие методы исследования: классификация объекта исследования, детализация имеющейся информации по теме исследования, сравнение, обобщение и анализ полученной в ходе работы информации. В результате выполненной работы были сформулированы предложения по развитию объектов индивидуального жилищного строительства, а также определены целевые показатели ожидаемых результатов.

Ключевые слова: индивидуальное жилищное строительство, стратегия, система, анализ, исследование, развитие.

Индивидуальное жилищное строительство (далее – ИЖС) представляет собой вид разрешенного пользования земли, предполагающий возведение на земельном участке жилых зданий, хозяйственных построек, гаражей и других надворных сооружений вспомогательного использования, на которые не требуется оформлять разрешение на ввод в эксплуатацию и предъявлять его для проведения инвентаризации объекта.

Доля ИЖС растет в последние годы. По итогам 2018 года, показатель ввода малоэтажного жилья составил 45,7%, в 2019 году – 49,1%. В 2021 году, по данным Росстата, доля ввода малоэтажного жилья в общем объеме жилья достигла максимального значения – 55,1%. На рисунке 1 представлена статистика по доле ввода малоэтажного жилья в общем объеме ввода жилья в Российской Федерации [1].

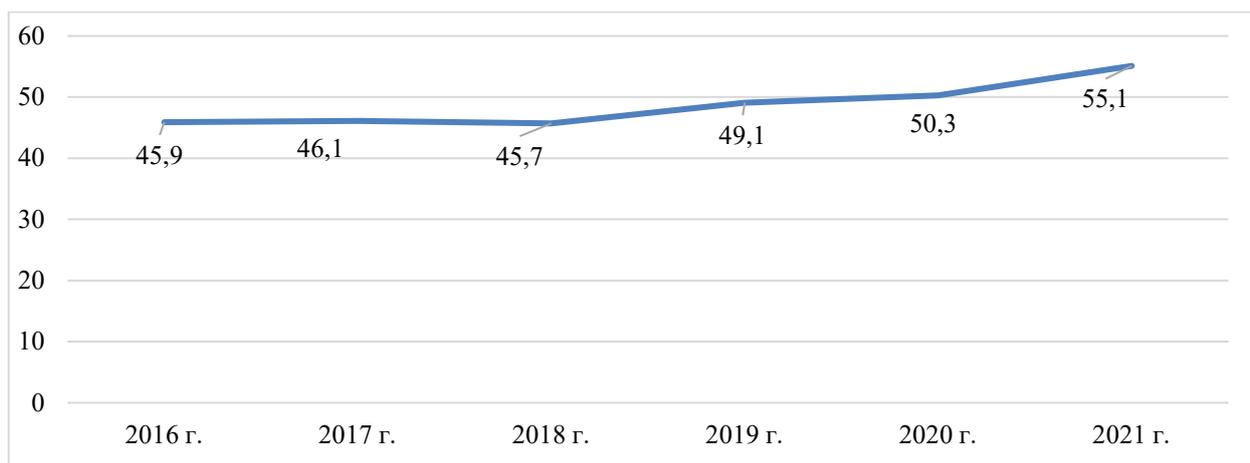


Рисунок 1. Доля ввода малоэтажного жилья в общем объеме ввода жилья для Российской Федерации

Не смотря на положительные тенденции к росту доли ИЖС по стране, существуют некоторые недостатки, сдерживающие развитие рынка малоэтажной жилой недвижимости.

Председатель одной из ведущих девелоперских компаний в сегменте ИЖС – Kaskad Family выделил ключевые проблемы на пути развития первичного рынка индивидуального домостроения. Он акцентировал внимание на недостаточном нормативном регулировании и слабом развитии проектного финансирования. Кроме того, предприниматель отметил несбалансированность градостроительной политики регионов, низкую производительную базу в данном сегменте домостроения и невозможность реализации проектов комплексного ИЖС из-за недостатка собственных средств у девелоперов.

Для более полного исследования особенностей ИЖС, необходимо применить системный подход, с целью определения основных механизмов развития данной сферы. Систему ИЖС можно представить, как совокупность некоторых элементов (объекта и субъектов), оказывающих влияние друг на друга, с целью достижения какого-либо результата.

Одним из компонентов данной системы является объект индивидуального жилищного строительства. В целях наиболее эффективного развития системы ИЖС, повышения качества возводимого жилья, улучшения его технических характеристик, а также обеспечения населения комфортными жилищными условиями, некоторые субъекты системы воздействуют на исследуемый объект.

Со стороны органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также органов местного самоуправления может быть оказано значительное влияние на развитие отрасли ИЖС по следующим направлениям:

- разработка различных механизмов поддержки и стимулирования ИЖС и смежных отраслей, оказывающих влияние на объекты малоэтажного жилья;
- выделение бюджетных средств на реализацию стратегических проектов и программ, способствующих развитию системы ИЖС;
- формирование нормативно-правовой базы в части ИЖС.

Управляющие компании также оказывают влияние на объекты малоэтажного строительства. Как правило, управляющие компании обслуживают коттеджные поселки, и, в зависимости от спектра услуг, предоставляемых организацией, определяется уровень комфорта проживания на территории.

Системно выстроенная работа ресурсоснабжающих организаций позволяет обеспечить потребителей необходимой инженерной инфраструктурой, что также повышает качество объектов малоэтажного жилья.

Важными компонентами, оказывающим влияние на объекты ИЖС являются проектные и подрядные организации. В их спектр влияния входит:

- проектирование и строительство объектов недвижимости с применением современных и высокоэффективных технологий и материалов;
- строительство и проектирование объектов недвижимости в наиболее короткие сроки;
- соблюдение требования нормативно-правовой документации по строительству и проектированию объектов ИЖС.

Потребитель, являющийся одним из основных элементов системы ИЖС, определяет перечень предложений по формированию комфортных жилищных условий. Именно ориентируясь на предпочтения целевой аудитории, являющейся потребителем объектов ИЖС, разрабатываются и применяются меры по улучшению и развитию системы. Структура системы ИЖС представлена на рисунке 2.

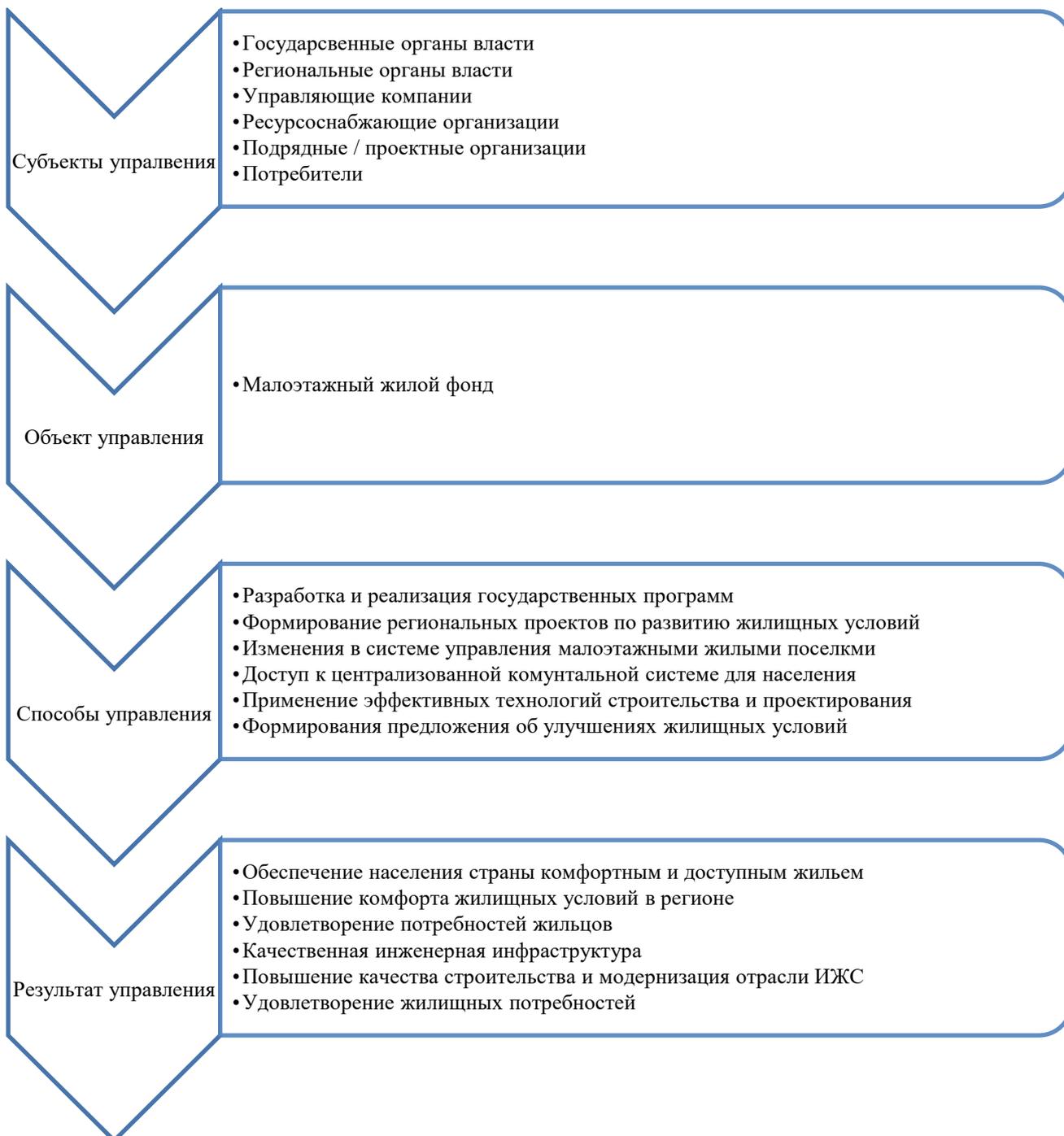


Рисунок 2. Система индивидуального жилищного строительства

Таким образом, взаимодействие всех элементов системы может способствовать успешному развитию отрасли ИЖС, при эффективном влиянии заинтересованных сторон на объект малоэтажного строительства.

Результат взаимодействия рассмотренных элементов может быть отражен в концептуальной модели системы ИЖС. Рассмотрим концептуальную модель системы ИЖС, существующую на сегодняшний день – рисунок 3.

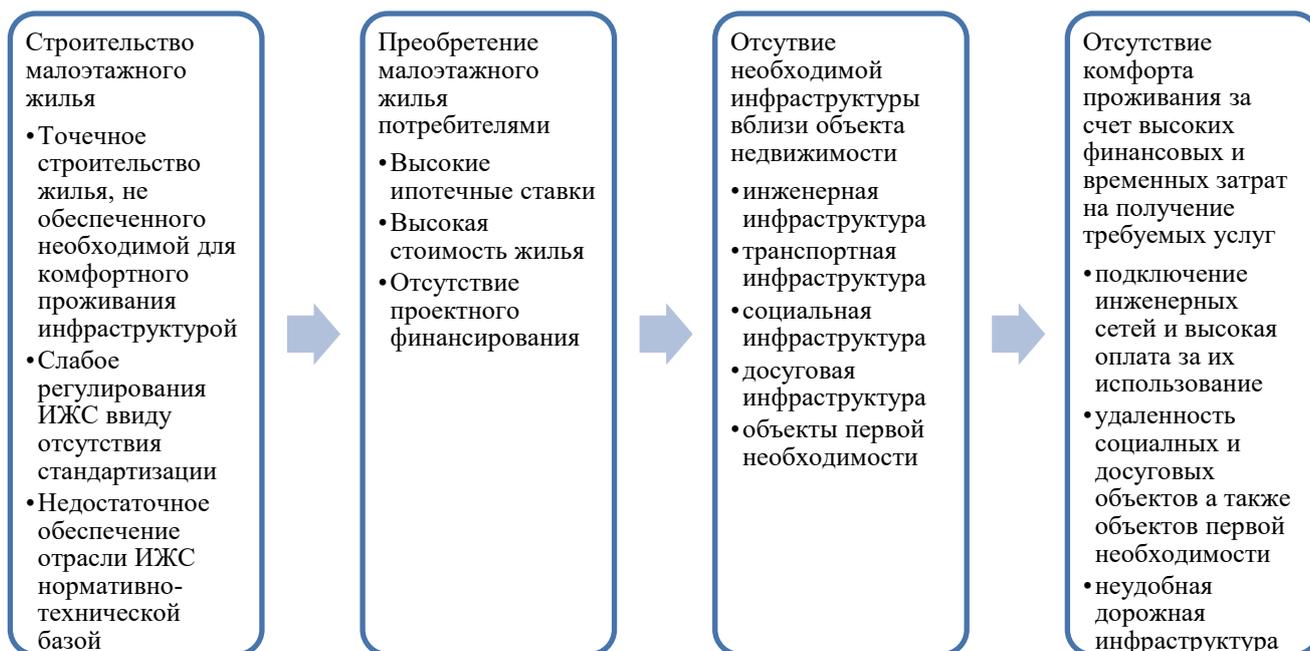


Рисунок 3. Концептуальная модель ИЖС (существующая)

На сегодняшний день состояние ИЖС не стабильно. Существует ряд факторов, влияющих на развитие объектов малоэтажного строительства. Существенным недостатком, влияющим на становление рынка, является отсутствие комплексного подхода к формированию участков для освоения территории с целью строительства индивидуальных жилых домов. Недостаточность оснащения территорий малоэтажного строительства инженерной, транспортной, социальной инфраструктурой приводит к низкой ликвидности строящегося индивидуального жилья и, следовательно, к увеличению сроков его продажи. При возведении жилья специализированными подрядными организациями, наличие скрытых дефектов и несоблюдение технологии строительства по-прежнему не исключено ввиду отсутствия механизма контроля качества строительства. Еще одним недостатком ИЖС являются высокие ставки по кредитам, которые, как правило на 1–3 порядка выше ставок по ипотечным кредитам на жилье в многоквартирных домах [4].

На основе анализа информации информации, следует определить основные проблемы развития объектов ИЖС:

- отсутствие системы управления воспроизводством фонда ИЖС на федеральном и региональном уровне (отсутствие комплексной застройки);
- отсутствие необходимого законодательного и нормативно-правового регулирования в сфере ИЖС (отсутствие стандартизации ИЖС);
- недостаточное развитие проектного финансирования и программ по предоставлению льгот на строительство и приобретения индивидуального жилья (низкая доступность объектов ИЖС).

Проанализировав существующую ситуацию, сложившуюся в системе индивидуального домостроения и определив круг проблем, препятствующих ее развитию, необходимо сформировать концептуальную модель новой системы, к которой необходимо прийти (рисунок 4).

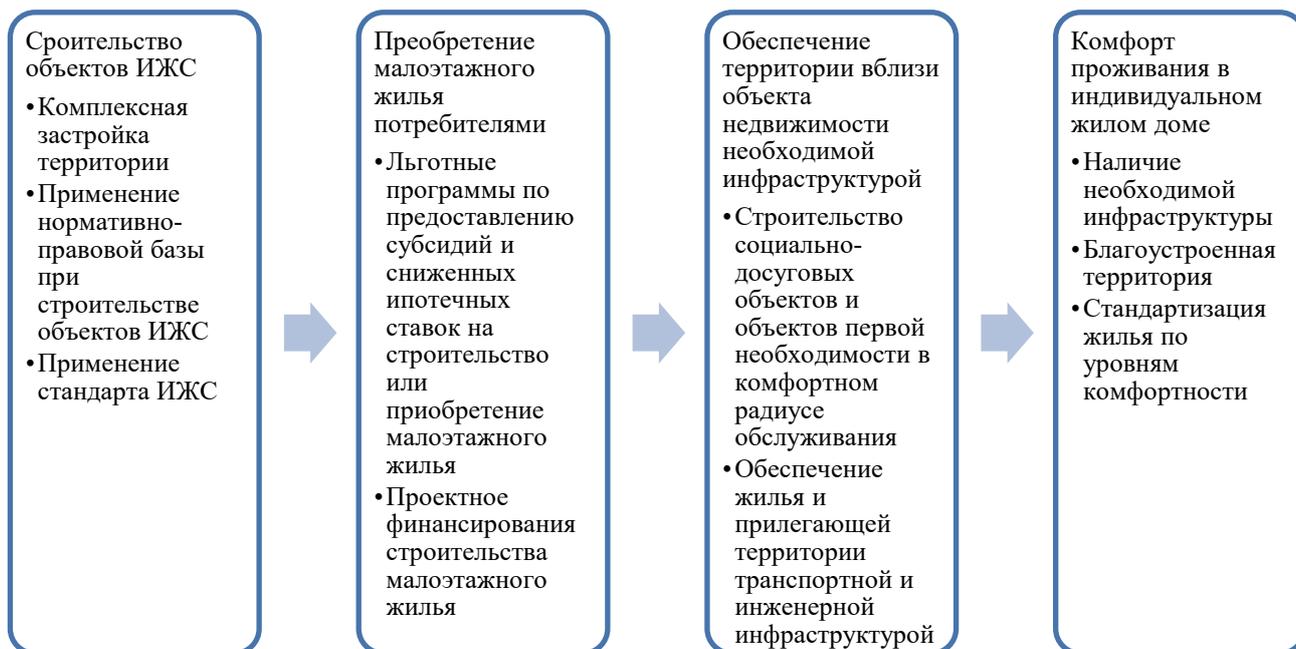


Рисунок 4. Концептуальная модель ИЖС (новая) [5,6]

Таким образом, определив существующие проблемы в рассматриваемой системе, необходимо сформировать план по развитию ИЖС и внедрению предложенной концептуальной модели, который будет включать в себя работу по трем основным направлениям, а именно: формирование проектов по стандартизации ИЖС, повышение доступности индивидуального жилого фонда и развитие комплексного ИЖС. Помимо формирования проектов и их реализации, важным этапом будет являться процесс мониторинга за ситуацией на рынке ИЖС с целью определения эффективности реализованного проекта и внесения предложений по повышению его эффективности. Данные решения способствуют повышению качества возводимого малоэтажного жилого фонда, повышению спроса на жилье и увеличению его ликвидности.

Список литературы

- 1 Ввод в эксплуатацию зданий жилого и нежилого назначения по регионам Российской Федерации [Электронный ресурс]: Росстат. Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/14458>
- 2 Проект постановления Правительства РФ «О государственной программе РФ «Развитие индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации»» // Справочная правовая система «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PNPA&n=56697#ZS3bLrS2Xe9knvTt1>.
- 3 Асаул, А.Н. Развитие рынка жилой недвижимости как самоорганизующейся системы / А.Н. Асаул, Д.А. Гордеев, Е.И. Ушакова ; Санкт-Петербургский государственных архитектурно-строительных университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2008. – 261 с. - ISBN 978-5-9227-0115.
- 4 Стерник С.Г., Гареев И.Ф. Структурные изменения на рынке жилой недвижимости в 2020 году: экспансия государственной поддержки и системный рост индивидуального жилищного строительства // Жилищные стратегии. – 2021. – Том 8. – № 2. – С. 85-130.
- 5 Чепелева, К. В. Параметры классификации объектов жилой недвижимости: методологический и региональный аспект / К. В. Чепелева, И. А. Саенко // Урбанистика. – 2017. – № 3. – С. 24-43.
- 6 Саенко И.А. Исследование проблем развития рынка индивидуального жилищного строительства (на примере Красноярской агломерации) / И.А. Саенко, С.А. Короткова, Д.Т. Гуро, П.Н. Костылев // Финансовая экономика. – 2022. – № 5. С. – 62-66.

ПОРТФЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ СТРАТЕГИИ ДЕВЕЛОПЕРСКОЙ КОМПАНИИ

К.В. Чепелева, канд. экон. наук, доцент, Л.А. Арабли, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в рамках растущего рынка недвижимости и достаточно большой конкуренции девелоперским компаниям необходима четкая конкурентная стратегия для развития. Для принятия грамотных управленческих решений необходимо проводить комплексный портфельный анализ компании. В данной статье рассмотрены два инструмента портфельного анализа: матрица БКГ и SWOT-анализ для оценки деятельности и перспектив развития девелоперской компании ООО УСК «Сибиряк».

Ключевые слова: девелопер, портфельный анализ, конкурентная стратегия, SWOT-анализ, матрица БКГ.

В результате реализации национального проекта и выполнения поставленных задач по увеличению ввода жилья, обеспечения потребности отраслей экономики края и рынка жилья в услугах строительного комплекса, обеспечения населения края доступным и комфортным жильем определены целевые показатели развития строительной отрасли края на 2021 - 2024 годы. В таких условиях, рынок жилищного строительства в перспективе будет расти.

Жилищное строительство неотделимо от определения места строительства. Местоположение жилой недвижимости в конкретном городе (в данном случае – в Красноярске) является самым важным фактором, который определяет выбор потребителя.

Конкурентоспособность девелоперской компании является важным критерием для увеличения доли на рынке жилой недвижимости и формирования долгосрочного успеха. Грамотно разработанная конкурентная стратегия позволит девелоперу противостоять конкурентам в долгосрочной перспективе, привлекать большее количество потребителей, максимизировать эффективность использования имеющихся ресурсов.

На рынке многоэтажной жилой недвижимости г. Красноярска на данный момент действует более 40 застройщиков. Дальнейшая работа девелоперских компаний направлена на формирование их конкурентной стратегии на рынке жилой недвижимости.

Строительная компания УСК «Сибиряк», основанная в 1989 году в качестве кооперативного строительного предприятия, на сегодняшний день считается признанным лидером строительной индустрии г. Красноярска. Основной вид деятельности компании – строительство жилых и нежилых зданий (код по ОКВЭД 41.20).

Для развития девелоперской деятельности компании выполнено построение матрицы БКГ (Бостонской консалтинговой группы).

Построение матрицы произведем на примере финансовой отчетности по строительству ЖК «Новоостровский». Строительство жилого комплекса «Новоостровский» принесло компании 1 279 751 тыс. руб. за 2021г., а общая выручка ООО УСК «Сибиряк» за этот период составила 3 576 828 тыс. руб.

По результатам сбора данных с сайтов ЕИСЖС [1] и Красстат [2] построена матрица БКГ (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица БКГ объектов недвижимости ЖК «Новоостровский»

		Наименование	Объем продаж	Наименование	Объем продаж
Темп роста	Высокий (больше 10%)	ТРУДНЫЕ ДЕТИ		ЗВЕЗДЫ	
				1-к квартиры	62 150 000
				3-к квартиры	778 000 000
		ИТОГО	-	ИТОГО	840 150 000
	Низкий (меньше 10%)	СОБАКИ		ДОЙНЫЕ КОРОВЫ	
		4-к и более	149 400 000	2-к квартиры	290 250 000
ИТОГО		149 400 000	ИТОГО	290 250 000	
		Низкая (меньше 1)		Высокая (больше 1)	
Относительная доля рынка					

По результатам полученной матрицы следуют выводы:

1) 4-х комнатные квартиры являются менее прибыльной частью для компании, поэтому данное направление строительства следует сократить. Но, увеличивая емкость рынка данного сегмента из этого направления можно сделать «дойную корову» – для этого требуются программы по репозиционированию или улучшению качества квартир;

2) для компании большое значение имеют 1- и 3-х комнатные квартиры, развитие данной категории является лидирующей в своей быстро растущей отрасли. В этом направлении девелоперу следует увеличить инвестиции и выделять на них лучшие ресурсы – разработки, материалы;

3) следует акцентировать внимание на поддержке реализации 2-х комнатных квартир, так как за счет них обеспечена основная доля продаж. Цель – удержать положение;

4) так как отсутствуют товары в категории «трудные дети», следует вывод о том, что компании необходимы новые разработки и развитие объектов с новыми потребительскими характеристиками, которые на текущий момент отсутствуют у конкурентов на рынке жилой недвижимости.

Когда определены сегменты, которые девелоперу стоит развивать, необходимо определить какие есть возможности и угрозы для достижения целей по развитию.

Проведя *SWOT*-анализ и оценку факторов, была проведена их фильтрация. Сформированы результирующие данные матрицы *SWOT*-анализа (таблицы 2-3).

Таблица 2 – Результирующая матрица сильные стороны – возможности; сильные стороны – угрозы

Сильные стороны	Сильные стороны – Возможности	Сильные стороны – Угрозы
	В.1 – совершенствование технологий строительства; В.2 – выход на российский рынок недвижимости	У.1 – снижение покупательской способности; У.2 – высокие процентные ставки по ипотечному кредитованию
С.1 - наличие в составе компании завода ЖБИ; С.3 – наличие технической	С.1-В.1 – Совершенствование технологий производства ЖБИ повысит качество возводимых зданий, а следовательно, увеличит спрос	С.1-У.1 – Снижение покупательской способности приводит к падению спроса, что может отрицательно отразиться на объемах производства, привести к сокращению/прекращению производства ЖБИ

базы	С.1-В.2 – Расширение масштабов строительства позволит увеличить объемы производства завода и компании в целом; повышение уровня комфортности предоставляемого жилья	С.1-У.2 – Данное сочетание приведет так же к падению спроса, недостаточному финансированию производства
	С.3-В.1 – Совершенствование технологий позволит расширить техническую базу и качество предоставляемых материалов, изделий, услуг; внедрение IT-технологий для автоматизации строительства (BIM, Assistant Build); создание стандартов жилья девелоперской компании	С.3-У.1 – Результатом может быть необходимость сокращения масштабов компании (трудовых и материальных ресурсов)
	С.3-В.2 – Данное сочетание приведет к расширению производства и предприятия, возможно создание дочерних предприятий/филиалов (свой проектный институт, отдел качества, управляющие компании на территории других регионов)	С.3-У.2 – Может привести к сокращению финансирования и невозможности содержания существующей технической базы и полной невозможности развития и расширения

Приведенная выше таблица составлена авторами согласно данным источников [1-10].

По результатам проведенного анализа влияния сильных сторон на возможности и угроз видно, что для рассматриваемого девелопера успешным может быть расширение объемов и выход на российский рынок недвижимости, а также необходимым условием, способствующим такому расширению, является совершенствование технологий строительства. Ориентация на перечисленные факторы позволит избежать представленных угроз и минимизировать потери.

Таблица 3 – Результирующая матрица слабые стороны – возможности; слабые стороны – угрозы

Слабые стороны	Слабые стороны – Возможности	Слабые стороны – Угрозы
	В.1 – совершенствование технологий строительства; В.2 – выход на российский рынок недвижимости	У.1 – снижение покупательской способности; У.2 – высокие процентные ставки по ипотечному кредитованию
Сл.5 - низкий уровень мотивации труда; Сл.1 – отсутствие инструментов долгосрочного финансирования деятельности компании	Сл.5-В.1 – Новые технологии помогут привлечь больше кадров, мотивировать повышение квалификации	Сл.5-У.1 – Низкий уровень мотивации наряду с низким спросом на рынке недвижимости приведет к повышению текучести кадров и уменьшению кадрового состава специалистов
	Сл.5-В.2 – Данное сочетание даст возможность к межрегиональному переводу кадров с сопутствующими дотациями	Сл.5-У.2 – Уход специалистов из компании
	Сл.1-В.1 – Новые технологии приведут к привлечению новых инвесторов, укреплению отношений с существующими инвесторами	Сл.1-У.1 – Банкротство компании
	Сл.1-В.2 – Расширение масштабов компании привлечет внимание инвесторов других регионов	Сл.1-У.2 – Невозможность развития компании и отсутствие финансов на содержание и новое строительство объектов недвижимости

Приведенная выше таблица составлена автором согласно источников [1-10].

Таким образом, возможность развития технологий строительства нейтрализует риск отсутствия инструментов долгосрочного финансирования и усиливает наличие технической базы.

Проведенный *SWOT*-анализ четко показывает основные преимущества:

- наличие собственного завода ЖБИ;
- наличие технической базы;

и наиболее опасные слабые стороны:

- низкий уровень мотивации труда;
- отсутствие инструментов долгосрочного финансирования.

Заключение

Результат анализа матрицы БКГ показывает, что в целях стратегического развития девелоперской компании необходимо удерживать свое положение в сегменте 2-х комнатных квартир, а лучшие ресурсы направлять на реализацию 1- и 3-х комнатных. Чтобы завоевать большую долю рынка и начать развитие в новых сегментах, требуется разработка решений для строительства жилых объектов с новыми потребительскими характеристиками, которые будут преимуществом в разрезе конкурентов.

Преимущества необходимо преобразовать в новые возможности для развития компании. Сильные стороны необходимо поддерживать и развивать. Для расширения новых возможностей предлагается повышение качества материалов и изделий собственного производства, применение новых технологий. Так же сильным преимуществом может послужить увеличение вводимых мощностей, что позволит девелоперу расширяться и захватывать все большую долю рынка.

Ряд угроз необходимо нейтрализовать за счет ликвидации слабых сторон. Для этого необходимо выделить средства для лучшей мотивации работников, сменить тарифную оплату труда на сдельную с премиями за количество выполненной работы/проектов. Для заинтересованности специалистов необходимо предлагать соответствующие обучения и курсы повышения квалификации, что позволит работникам быть конкурентными на рынке труда и будет мотивацией для сохранения своего рабочего места именно у данного работодателя. А собственные высококвалифицированные специалисты станут сильной стороной для развития новых возможностей.

По результатам проведенного портфельного анализа для компании ООО УСК «Сибиряк» наиболее приемлемым будет придерживаться эталонной стратегии концентрированного роста. Для увеличения своей конкурентоспособности необходимо придерживаться следующих пунктов:

- укреплять свои позиции на рынке многоэтажной жилой недвижимости;
- развивать рынок сегмента массового жилья;
- сформировать стандарты жилья девелоперской компании;
- повышать уровень квалификации сотрудников, сокращать текучесть кадров;
- развивать собственный продукт – уделять большее внимание качеству и модернизации производства. Использовать IT-решения в строительной отрасли.

Список литературы

1. Единая информационная система жилищного строительства / URL: <https://xn--80az8a.xn--d1aqf.xn--plai/> (дата обращения 04.07.2022).
2. Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва / URL: <https://krasstat.gks.ru/folder/44985> (дата обращения 04.07.2022).

3. ЕИС Закупки / URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> / (дата обращения 04.07.2022).
4. Красноярский край. Официальный портал. / Правительство Красноярского края. / URL: <http://www.krskstate.ru/government/gosprog/> (дата обращения 05.02.2022).
5. Стратегия социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года. Портал правительства Красноярского края. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550243058> (дата обращения 05.02.2022).
6. Прогноз социально-экономического развития города Красноярска на 2022–2024 годы. / Департамент экономической политики и инвестиционного развития. Красноярск : Администрация города Красноярска, 2021. 77 с.
7. Национальный проект «Жильё и городская среда». Минстрой России. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyu-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/> (дата обращения 09.09.2022).
8. Стратегия развития жилищной сферы РФ до 2025 года. Минстрой России. – URL: https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/ec7/Strategiya-zhilishchnoi_-sfery.pdf (дата обращения 05.02.2022).
9. Девелопмент: экономика развития территорий и повышения комфортности городской среды : Учебник / С. А. Астафьев, В. И. Сарченко, И. А. Саенко [и др.]. – Москва : Издательство АСВ, 2022. – 400 с.
10. Чепелева, К. В. Параметры классификации объектов жилой недвижимости: методологический и региональный аспект / К. В. Чепелева, И. А. Саенко // Урбанистика. – 2017. – № 3. – С. 24-43.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ПО ОЦЕНКЕ САМОДОСТАТОЧНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА

А. А. Шаврова, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск.

Аннотация: На сегодняшний день градостроительная отрасль имеет ряд важных проблем, которые оказывают влияние на все ее сферы. Исключением не становится развитие инфраструктуры городов и в частности жилых микрорайонов. Отсутствие методических подходов, позволяющих комплексно оценить инфраструктуру жилого микрорайона, так же оказывает негативное воздействие на ее развитие. В статье предложен методический подход, который позволит условно оценить самодостаточность инфраструктуры жилого микрорайона, а так же рассмотрены и выделены в подгруппы факторы, оказывающие наиболее значительное влияние на развитие самодостаточной инфраструктуры для дальнейшего формирования стратегических направлений развития. Конечным результатом работы является оценка и систематизация факторов, оказывающих воздействие на формирование самодостаточной инфраструктуры жилого микрорайона, формирование представления о проблемах, возникающих при формировании инфраструктуры микрорайона, а так же описание методического подхода к способу оценки самодостаточности инфраструктуры микрорайона.

Ключевые слова: комплексное развитие территорий, жилая застройка, самодостаточная инфраструктура, оценка самодостаточности.

В настоящее время одной из ключевых проблем застройки жилых микрорайонов является хаотичность и беспорядочность расположения инфраструктурных объектов, а так же частичная нехватка некоторых ключевых объектов инфраструктуры в составе жилого микрорайона. В связи с этим наблюдается тенденция к комплексному развитию территорий, обязательным требованием которого является создание условий для развития инфраструктур, благоустройства территорий, что неизменно сопровождается строительством новых объектов. [1]

При формировании проектов комплексного развития территорий жилых микрорайонов, возникает вопрос оценки самодостаточности уже имеющейся инфраструктуры, а так же оценки проблем и факторов, оказывающих влияние на ее развитие. Так, по мнению экспертов, одними из основных проблем, оказывающих влияние на застройку микрорайонов и формирования их инфраструктуры являются вопросы, связанные с противоречиями и несовершенствами законодательной базы, регламентирующей эту сферу. [2]

Самодостаточная инфраструктура жилого микрорайона подразумевает под собой беспрепятственную доступность объектов социальной, транспортной, инженерной инфраструктур для жителей жилого микрорайона, включая маломобильные группы населения, и обеспечивающая комфортное проживание, а также возможности для отдыха и досуга и обеспечивающей рабочие места.

В рамках формирования подхода к оценке самодостаточности инфраструктуры жилого микрорайона была проведена оценка факторов, оказывающих наиболее значительное влияние на развитие инфраструктуры. При формировании матрицы были выделены основные группы факторов, влияние которых будет наиболее весомым. Стоит отметить непрерывность взаимодействия вышеприведенных факторов и их невозможность взаимодействия в разрыве друг от друга. [3]

Таблица 1 – Матрица факторов, оказывающих наибольшее влияние на формирование самодостаточной инфраструктуры жилого микрорайона

Группы факторов	Подгруппы факторов
Физические	Географические условия (местоположение, общий рельеф и т.д.)
	Климатические особенности
	Экологические особенности (крупные выбросы в атмосферу и т.д.)
Экономические	Статус регионального и федерального бюджета (дефицит, профицит)
	Стоимость ресурсов (строительных материалов, трудовых ресурсов и т.д.)
	Ставка налога и вид доступность финансовых ресурсов
Социальные	Демографическая ситуация
	Доля маломобильных граждан от общего населения микрорайона
	Уровень образования населения микрорайона
Правовые	Уровень развития нормативно-правовой базы
	Политическая ситуация

Формирование представления о возможных факторах воздействия на инфраструктуру жилого микрорайона способствует возможности прогнозирования рисков, а так же формированию стратегических направлений развития.

Таким образом, анализируя факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование самодостаточной инфраструктуры жилого микрорайона, можно выделить ряд основных текущих проблем, затрудняющих формирования самодостаточной инфраструктуры жилых микрорайонов г. Красноярск:

1. Особые климатические условия, в том числе сложность общего ландшафта города затрудняющие новое строительство и осложняющие модернизацию уже существующих объектов инфраструктуры, а также увеличивающие трудоемкость проектирования и планирования застройки жилого микрорайона;

2. Негативная экологическая обстановка, оказывающая негативное влияние на комфортность среды проживания. [4]

3. Неравномерное распределение объектов инфраструктуры по районам города.

4. Недостаточно развитая транспортная система. Данный фактор приводит к образованию заторов, снижению уровня мобильности населения, а также делает отдаленные микрорайоны труднодоступными.

5. Тенденция к оттоку высококвалифицированных кадров, способствующих развитию нормативно-правовой базы, подготовки проектов и планированию самодостаточности инфраструктуры жилых микрорайонов.

6. Низкий уровень развития нормативно-правовой базы. Отсутствие единого стандарта формирования самодостаточной инфраструктуры жилого микрорайона в рамках комплексного развития территорий негативно сказывается на текущем уровне обеспеченности микрорайонов объектами инфраструктуры.

Для возможности оценки уровня самодостаточности инфраструктуры жилого микрорайона на основании установленных целей комплексного развития территорий [1] и нормативов градостроительного проектирования г. Красноярск, [5] предложен методический подход. Сущность методического подхода заключается в оценке по 5-балльной системе экспертами инфраструктуры жилого микрорайона по группам критериев согласно рекомендуемых и обязательных нормативных значений нормативов градостроительного проектирования г. Красноярск.

В ходе формирования подхода к оценке самодостаточности инфраструктуры жилого микрорайона критерии оценки объединены в группы по отношению к сферам жизнедеятельности населения жилого микрорайона.

Таблица 2 – Группы критериев для оценки самодостаточности инфраструктуры жилого микрорайона

№ п/п	Наименование группы критериев	Критерий оценки самодостаточности инфраструктуры
1	Дорожно-транспортная сеть	Обеспеченность территорией улично-дорожной сети
		Обеспеченности тротуарами и пешеходными дорожками
		Обеспеченности пешеходными переходами
		Обеспеченность сооружениями и устройствами для хранения и обслуживания транспортных средств
		Обеспеченность объектами обслуживания автомобильного транспорта
2	Образовательные организации	Обеспеченность дошкольными образовательными организациями
		Обеспеченность общеобразовательными организациями
		Обеспеченность организациями дополнительного образования детей
		Обеспеченность межшкольными учебными комбинатами
3	Объекты, предназначенные для занятий физической культурой и спортом	Обеспеченность помещениями для физкультурных занятий и тренировок
		Обеспеченность физкультурно-спортивные залы
		Обеспеченность плавательными бассейнами
		Обеспеченность плоскостными сооружениями
4	Объекты, предназначенные для размещения организаций культуры	Обеспеченность помещениями для культурно-досуговой деятельности
		Обеспеченность учреждениями культуры клубного типа
		Обеспеченность универсальными спортивно-зрелищные залами
		Обеспеченность кинотеатрами
5	Объекты благоустройства территории, рекреационные объекты	Обеспеченность площадками для выгула и дрессировки собак
		Обеспеченность мусоросборниками (контейнеры)
		Обеспеченность озелененными территориями общего пользования
6	Объекты, предназначенные для организации социально-бытового обслуживания	Обеспеченность объектами торговли
		Обеспеченность объектами общественного питания
		Обеспеченность объектами бытового обслуживания
		Обеспеченность аптеками

Оценкa группы критериев вычисляется как средняя оценка критериев, входящих в группу. Максимальный балл при оценке каждого критерия ставится при его полном соответствии нормативному значению. Стоит отметить, что вышеуказанные нормы носят как обязательный, так и рекомендательный характер. В связи с этим максимальный балл по обязательному критерию оценки присваивается только в случае его полного соответствия нормам обеспеченности, приведенным в градостроительных нормах для г. Красноярск, в свою очередь для присвоения максимального балла по рекомендуемому критерию оценки достаточно его соответствия на 80% и более.

Таблица 3 – Требования к соответствию нормам обеспеченности

Присваиваемый балл	Обязательный критерий оценки, % соответствия нормам обеспеченности	Рекомендательный критерий оценки, % соответствия нормам обеспеченности
5	100 и более	80-100 и более
4	80-99	60-79
3	50-79	59-40

Продолжение таблицы 3

Присваиваемый балл	Обязательный критерий оценки, % соответствия нормам обеспеченности	Рекомендательный критерий оценки, % соответствия нормам обеспеченности
2	30-49	39-20
1	10-29	29-5
0	0-9	0-4

Таким образом, итоговая оценка самодостаточности инфраструктуры жилого микрорайона будет рассчитана как средняя оценка всех групп критериев. Анализ оценки каждой группы критериев позволит определить общие направления дальнейшего стратегического развития, а анализ оценки каждого конкретного критерия позволит количественно оценить тот или иной показатель инфраструктуры микрорайона.

Безусловно, определение уровня самодостаточности инфраструктуры вышеприведенным способом не может являться основным показателем уровня развития инфраструктуры жилого микрорайона, однако это позволит оценить уже имеющиеся объекты в количественном соотношении и позволит сформировать представление о текущем уровне обеспеченности микрорайона инфраструктурой.

Список литературы

1. «Градостроительный Кодекс Российской Федерации : Федер. закон РФ от 29 дек. 2004 г. № 190-ФЗ : (ред. От 31 июля 2020 г.) // СПС «КонсультантПлюс»
2. Косицкий Я.В. Основы теории планировки и застройки городов: Учеб. пособие / Я. В. Косицкий, Н. Г. Благовидова – М.: Изд-во «Архитектура-С», 2007. – 76с
3. Саенко, И. А. Развитие теории и методологии управления качеством жилищного строительства и повышения степени комфортности проектов комплексной застройки территорий: специальность 08.03.01 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами(строительство))»: диссертация на соискание степени доктора экономических наук/ Саенко Ирина Александровна; Байкальский государственный университет.–Иркутск, 2019 7–275с.
4. Государственный доклад. О состоянии окружающей среды в Красноярском крае в 2021 году. // Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края КГБУ «ЦРМПиООС» : официальный сайт. – 2022. –URL:<http://www.krasecology.ru/About/Index> (дата обращения 06.10.2022)
5. Решение Красноярского городского Совета Депутатов. Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования городского округа город Красноярск. //Красноярский Совет Депутатов : официальный сайт. – 2019. – URL: http://www.admkrsk.ru/citytoday/building/Pages/grad_proekt.aspx (дата обращения 06.10.2022)
6. Город - идея и практика : монография / В. А, Ефимов, В. И. Сарченко, А. В, Лаптева, Н. Г. Шишацкий, А.В. Ефимов, Е.А. Брюханова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский федеральный университет, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Российская инженерная академия, группа строительных компаний «Красстрой». – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. – 522 с.- ISBN: 978-5-7638-4171-8
7. Формирование механизма оценки экономической эффективности градостроительных проектов органами местного самоуправления / С. А. Астафьев, В. И. Сарченко, А. В. Якубовский, С. А. Хиревич, В. В. Пухова // BAIKAL RESEARCH JOURNAL. – 2020. – Т.11, № 2. – С. 6.
8. Комплексный подход к формированию качественной городской среды / Н. Ю. Яськова, В. И. Сарченко, С. А. Хиревич // НЕДВИЖИМОСТЬ: ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ. – 2020. - № 2. – С. 12-21.

АНАЛИЗ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ РЫНКА ЗАГОРОДНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ Г. КРАСНОЯРСКА

А.В. Шаропатова^{1,2}, канд. экон. наук, доцент, Д.К. Гребенщикова³, оценщик

¹ *Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск*

² *Красноярский государственный аграрный университет (КрасГАУ), Красноярск*

³ *ООО Центр независимых экспертиз «Профи», Красноярск*

Аннотация. В статье рассматривается актуальность строительства коттеджных поселков на сегодняшний день и популярные направления покупки загородной недвижимости. Проведено исследование потребителей рынка загородной недвижимости г. Красноярск с целью выявления их предпочтений в выборе и приобретении загородной недвижимости. Предложены направления по развитию рынка загородной недвижимости г. Красноярск.

Ключевые слова: загородная недвижимость, исследование потребителей, опрос, предложения по развитию.

В настоящее время наиболее распространенным является строительство коттеджных поселков, что объясняется тем, что при их строительстве каждый жилой дом является ячейкой единой системы с собственной развитой инфраструктурой и коммуникациями. Тем самым, здесь жилой дом является отдельным звеном данного коттеджного поселка, что предусматривает наиболее комфортные условия проживания для человека.

Строительство загородной недвижимости в городе Красноярске и его окрестностях приобрело популярность около 15 лет назад. Как правило, отдельные коттеджи возводились беспорядочно в различных дачных массивах. Рынок загородной недвижимости на сегодняшний момент, является одним из самых активно развивающихся [1]. Загородная недвижимость является удачной инвестицией, так как постоянный рост цен на участки и коттеджи обеспечивает уверенность в завтрашнем дне. Наиболее популярные направления покупки загородной недвижимости следующие:

Для индивидуального строительства пользуется большим спросом северо-западное направление города. Это связано с удачным расположением относительно розы ветров, здесь тихий, спокойный, красивый ландшафт. Но главные достоинства это близость к городу, наличие развитого транспортного сообщения, городских автобусов и маршруток. Городская элита предпочитает приобретать коттеджи именно здесь.

Из наиболее обжитых и дорогих коттеджных поселков выделяются микрорайон Горный, Плодово-ягодная станция, район п. Удачный. В среднем, стоимость дома общей площадью около 300 кв.м. на земельном участке около 10 соток составляет от 18 млн. рублей. В других населенных пунктах вблизи Красноярска, таких как Минино, Элита, цены на загородные дома ниже, чем в престижном Удачном. Развитая инфраструктура, наличие магазинов, удобная транспортная развязка вместе с красивым пейзажем делают его привлекательным для инвестиций. Необходимо выделить и п. Овинный, который из-за близкого расположения к городу уже давно пользуется устойчивым спросом. Мест под застройку здесь практически нет, зато появляются предложения о продаже готовых домов. В северо-западном направлении

хорошо продаются дома и земельные участки в п. Емельяново, с. Дрокино, д. Шуваево, д. Замятино.

Березовский район имеет хорошую связь с краевым центром. В этом направлении популярны дома и участки расположенные в д. Есауловка и д. Ермолаево.

В Дивногорском направлении можно выделить п. Манский, Усть-Мана, Овсянка, д. Сизнево. Так же в последнее время наблюдается спрос на земельные участки расположенные в районе р. Базаиха (повышенный спрос связан с открытием вблизи фанпарка «Бобровый лог», наиболее дорогое место наблюдается в непосредственной близости с фанпарком). В черте города так же можно отметить еще несколько вариантов это п. Афганец (район Покровки), микрорайон Славянский (район ул. Калинина).

Так же можно отметить районы «РиверТаун», «Жемчужный», которые находятся в стадии строительства и располагаются так же в черте города. Стоимость одного квадратного метра здесь превышает более 40 тыс. рублей в черновой отделке.

Исследование потребителей необходимо для определения большинства побудительных факторов, позволяющих определиться с выбором товаров. Необходимость проведенного опроса заключается в проведении сегментации потребителей и выборе целевых сегментов рынка загородной недвижимости [2].

Сбор информации был осуществлен путем формализованного опроса с использованием следующих видов анкетирования: по числу респондентов - массовое (от сотни до тысяч респондентов, в данном случае 112 человек); по полноте охвата - выборочное (опрос части выборки); по типу контактов с респондентом - заочное, раздаточное (вручение и сбор анкет по месту работы) [3, 4].

В ходе исследования было опрошено 112 человек в г. Красноярске. В опросном листе были заявлены следующие вопросы: указание пола, возрастного сегмента, рода занятий, среднемесячного дохода, наличие детей или внуков, проживания, вопрос о наличии в собственности загородной недвижимости, указание вида недвижимости в собственности, срок давности приобретения загородной недвижимости, рынок приобретения загородной недвижимости, наиболее значимые факторы выбора загородной недвижимости, вопрос о сроке проживания в частном доме/коттедже/таунхаусе, допустимое расстояние в км. от г. Красноярска для проживания, выявление готовности ежедневно ездить на работу/учебу в г. Красноярск из загородного дома, вопрос об удобстве транспортировки детей/внуков в сад/школу/секции в г. Красноярск из загородного дома, выявление факторов побуждающих к переезду в загородный дом/коттедж/таунхаус, предполагаемая желаемая площадь приобретения земельного участка вместе с строением. На рисунке 1 представлены факторы выбора загородной недвижимости, основанные на проведенном исследовании.

Данные факторы расположены в порядке возрастания под соответствующим номером: цена, направление, расстояние, местоположение, инфраструктура, внешний вид (архитектура), конструктивные особенности (материалы и др.); надежность продавца, рекомендации специалистов (знакомых)).

На основании проведенного опроса с целью выявления предпочтений потребителей рынка строительства в выборе и приобретении загородной недвижимости были сформулированы определенные выводы.



Рисунок 1. Показатели факторов выбора объектов загородной недвижимости по степени значимости для потребителя

В анкетировании число опрошенных мужского пола преобладает над женским, возрастную категорию составляют люди среднего возраста. По роду занятий лидирующее положение занимают предприниматели и люди, работающие в сфере услуг со среднемесячным доходом семьи в среднем от 60 до 100 тысяч рублей. Значительное число человек имеет семью и детей/внуков от 1 года до 13 лет. Преобладающая часть опрошенных проживают в квартире и 74 из них имеют в собственности загородную недвижимость.

Опрошенные, имеющие загородную недвижимость приобретали ее от 5 до 10 лет назад в среднем и приобретена она была в большей части путем покупки на вторичном рынке. Наиболее значимыми факторами при выборе загородной недвижимости (частный дом/коттедж/таунхаус/дача) являются цена, расстояние, местоположение, внешний вид, конструктивные особенности и надежность продавца. Менее значимыми факторами проявили себя инфраструктура и рекомендации специалистов или знакомых. Не важным фактором было обозначено направление. Большая часть принимавших участие в анкетировании предпочли бы проживать в частном доме/коттедже/таунхаусе и посещать его без определенной системы проживания. Расстояние от города (в км.) для проживания преобладающее число опрошенных считает допустимым до 30 км. и готовы ежедневно ездить на работу/учебу и возить детей/внуков в сад/школу/секции, если поездка занимает менее 30 минут до пункта назначения. Все же в преобладающем числе находится число опрошенных, выбирающих квартиру из-за удобства ее расположения, экономии времени и денежных средств. Потенциальные покупатели загородной недвижимости готовы приобретать загородную недвижимость при наличии развитой инфраструктуры (сады, школы, спортивные комплексы, развлекательные центры), особенно они обращают внимание на подъезд к участку (транспортная инфраструктура) и количество времени, затраченного на путь до него [5, 6].

На основе проведенного исследования можно сформулировать следующие предложения по развитию рынка загородной недвижимости г. Красноярска – для привлечения потенциальных покупателей и инвесторов, следует уделить большое внимание инфраструктуре загородного строительства, так как жители города предпочитают городское жилье из-за удобства и привычки, хотя загородная недвижимость преобладает большим количеством преимуществ. Также необходимо уделить внимание социально-экономическому развитию данного сегмента

недвижимости, а именно строительству общеобразовательных учреждений, торгово-развлекательных центров, мест отдыха и туризма. На данный момент в этом направлении развивается Емельяновский район, а именно п. Элита, п. Минино, п. Рябиново. Здесь уже ведутся работы по улучшению качества подъездных путей, строительство общеобразовательных учреждений, уже построен торгово-развлекательный центр, также в разработке находятся проекты по строительству баз отдыха.

Список литературы

1. Штарк Л. В., Саенко И.А., Шаропатова А.В. Теоретические основы оценки инвестиционной привлекательности жилой недвижимости // Russian Economic Bulletin. 2020. Т. 3. № 1. С. 84-87.
2. Мирошниченко (Богунова) В. Н., Обоймова Н. Т. Выявление потребительских предпочтений потенциальных покупателей загородной недвижимости // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 10(26). С. 525-529.
3. Голубков, Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. – М.: Издательство «Финпресс», 2008. 496 с.
4. Токарев Б.Е. Маркетинговые исследования: Учебник / Б.Е. Токарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Магистр: ИНФРА-М, 2011. 512 с.
5. Шаропатова А. В., Саенко И.А. Оценка состояния и перспективы развития сферы жилищного строительства Красноярского края // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики: материалы VI Международной научно-практической конференции. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. С. 305-311.
6. Симченко О. Л., Семенов В. В., Чазов Е. Л. Основные проблемы и перспективы развития строительства загородной недвижимости // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. 2(37). С. 166-168.

ОЦЕНКА ДОСТУПНОСТИ ЖИЛЬЯ В КРУПНЫХ АГЛОМЕРАЦИЯХ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКОВ ВНЕШНЕЙ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

К.А. Шишкина, аспирант, А.В. Гроо, аспирант
Научный руководитель – Е.В. Кашина¹, доктор экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: С целью уточнения показателей доступности жилья и уровня социально-экономического развития регионов Сибирского федерального округа в условиях нестабильности темпов развития макроэкономической среды проведена оценка и анализ доступности жилья в крупных городах СФО, выявлены дополнительные факторы, которые оказывают наиболее сильное влияние на рост коэффициента доступности жилья, проведен расчет КДЖ по разработанной методике с учетом новых факторов, которые претерпевают скачкообразные изменения с учетом текущей геополитической обстановки и временного параметра.

Ключевые слова: доступность жилья, ипотечное кредитование, индикаторы доступности, уровень жизни, покупательская способность.

Актуальность исследований, направленных на изучение проблем доступности жилой недвижимости и уровня социально-экономического развития населения регионов постоянна. Равновесие на рынке жилой недвижимости формируется в рамках определенной конкурентной структуры под влиянием факторов, определяющих его спрос и предложение. Поэтому целесообразно рассмотреть спрос с точки зрения доступности, используя такой показатель, как коэффициент доступности жилья (далее – КДЖ).

Коэффициент доступности жилья – это базовый коэффициент, используемый в стандартной Методике ООН по развитию городов (ХАБИТАТ ООН), которая была разработана в 1947 г. [1].

То есть при расчете КДЖ по данной методике предполагается, что семья из трех человек все заработанные средства направляет на покупку жилья, что нельзя считать корректным.

Основная задача – это проведение оценки доступности жилья с учетом реальных условий рынка и показателей уровня жизни населения. Таким образом, необходимо сформировать перечень факторов, которые оказывают наиболее сильное влияние на значение КДЖ.

Для выявления факторов и их зависимости с показателем КДЖ проведен анализ методик известных ученых и общепринятой методики ХАБИТАТ ООН. Для выявления степени зависимости значения коэффициента от выбранных факторов проведен корреляционно-регрессионный анализ, результаты которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели коэффициента корреляции КДЖ от различных факторов

Факторы	Коэффициент корреляции	Коэффициент регрессии
1	2	
Среднедушевые денежные доходы	-0,9	6,132126248
Величина прожиточного минимума	-0,8	-0,000106536
Стоимость 1 кв. м	-0,9	-0,00023928

Инфляция		0,7	-0,000046591
Размер Домохозяйства		-0,9	0,161842259
Среднедушевая жилищная обеспеченность		-0,5	-16,20808846
Реально располагаемые денежные расходы		-0,8	-0,0000093
Сумма сбережений		-0,8	-0,00000930
Расходы на ЖКУ		-0,8	-0,0000499
Потребительские расходы		-0,8	-0,000110648
Обязательные платежи		-0,8	-0,000013022

При оценке силы связи была использована шкала Чеддока [4]. Согласно данной шкале «весьма высокая» зависимость (значение показателя – 0,9) наблюдается между значением КДЖ и следующими факторами: среднедушевые денежные доходы; размер домохозяйства; стоимость 1 кв. м.

«Высокая» зависимость прослеживается от следующих факторов (значение показателя – 0,8): величина прожиточного минимума; реально располагаемые денежные доходы; сумма сбережений; расходы на ЖКУ; потребительские расходы; обязательные платежи.

Поэтому для проведения точной оценки КДЖ и уточнения влияния выбранных факторов на значение коэффициента воспользуемся классическими методиками расчета и предлагаемой методикой, где учтены выявленные выше факторы.

В таблице 2 приведен расчет коэффициента доступности жилья по методике ХАБИТАТ ООН [1] и формуле С.Р. Хачатряна, Н.Ю. Фаерман, Н.Л. Федоровой, А.Н. Кирилловой [2]. Расчет коэффициента доступности жилья произведен для регионов Сибирского федерального округа по состоянию на 2017-2022 гг. Расчеты выполнены с целью сравнения полученных значений по международной методике ХАБИТАТ ООН, адаптированной для Российской Федерации, и методиках ведущих ученых.

Таблица 2 – Значение КДЖ в регионах СФО

Регион	Значения в годах					
	Значение КДЖ					
1	2	3	4	5	6	7
	ХАБИТАТ ООН					
Отчетный период	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Алтайский край	3,80	3,92	3,98	3,96	4,46	5,12
Красноярский край	4,72	4,59	4,63	3,46	3,56	3,79
Иркутская область	4,24	4,12	4,25	4,93	5,37	4,95
Кемеровская область	4,18	4,28	4,34	3,71	3,6	4,61
Новосибирская область	3,72	3,54	3,76	3,35	3,21	3,7
Омская область	4,51	4,58	4,75	2,96	3,56	3,82
Томская область	4,04	4,05	4,08	3,75	4,02	4,22
	С.Р. Хачатрян, Н.Ю. Фаерман, Н.Л. Федорова, А.Н. Кириллова					
Алтайский край	6,25	6,42	6,68	6,74	10,03	11,53
Красноярский край	6,34	5,54	5,93	6,02	8,12	8,53
Иркутская область	6,45	6,51	6,32	6,54	12,09	11,14
Кемеровская область	6,48	6,23	6,11	6,34	8,09	10,37
Новосибирская	6,25	6,08	6,18	6,27	7,21	8,33

область						
Омская область	5,73	5,74	5,54	5,68	8,01	8,59
Томская область	6,04	6,53	6,62	6,74	9,05	9,5
	Разработанная методика					
Алтайский край	5,98	6,41	6,96	7,26	9,41	10,57
Красноярский край	6,96	6,85	6,46	6,95	8,04	8,98
Иркутская область	8,71	10,10	8,64	8,81	12,12	11,63
Кемеровская область	6,81	7,46	7,62	8,01	10,14	11,32
Новосибирская область	6,15	7,21	7,89	8,14	10,42	11,85
Омская область	7,45	8,15	8,58	8,78	11,48	12,36
Томская область	7,65	8,06	8,35	8,85	10,28	11,56

На основании полученных дынных и с учетом классификации рынков жилья с точки зрения доступности, можно сделать следующие выводы:

Наибольшие расчетные значения КДЖ за три квартала 2022 года получены в Алтайском крае и Иркутской области – более 11 лет, в Кемеровской области – более 10 лет. Показатели по остальным регионам СФО варьируются в пределах 8-9 лет. Увеличение КДЖ скачкообразным темпом началось в период пандемии, после 2020 года, когда экономика страны и регионов претерпевала трудности, которые на текущий период времени осложняются геополитической обстановкой.

Стоит отметить, что при проведении расчетов по общепризнанной методике ХАБИТАТ ООН, значения КДЖ увеличиваются в среднем на 1-2 года по всем регионам СФО, это подтверждает тот факт, что общепризнанная методика не адаптирована под текущие реалии и активные изменения, а также не учитывает и резкое снижение уровня жизни населения и покупательской способности населения за последние 2 года. А данный показатель является ключевым при проведении оценки доступности жилья.

Результаты, полученные по разработанной методике, где учтены дополнительные факторы, подтверждают сильную зависимость значения КДЖ от изменения реально располагаемых денежных доходов населения с учетом удорожания жизни, величины прожиточного минимума, увеличения потребительских расходов и расходов на оплату ЖКУ, это же отражается на покупательской способности домохозяйств; от стоимости 1 квадратного метра жилой площади,

О рекордном снижении покупательской способности населения говорят показатели по выплате ипотечного кредита: по состоянию на 3 квартал 2022 года средний срок выплаты ипотеки по всей России составил 22,9 лет, при средневзвешенной ставке по ипотеке на период июля 2022 года в 7 % годовых [3]. Средневзвешенный срок по ипотечным жилищным кредитам, предоставленным физическим лицам (в месяцах) приведен в таблице 3. На основании полученных данных следует отметить, что за последние 5 лет срок ипотеки вырос в среднем на 20 % по всем регионам СФО.

Таблица 3 – Средневзвешенный срок по ипотечным жилищным кредитам

	Значения в месяцах			
	2019	2020	2021	2022 (3 кв)
Алтайский край	17,1	18,2	20,8	21,7
Красноярский край	16,4	17,4	20,5	21,4

Иркутская область	16,3	17,5	20,3	21,4
Кемеровская область	16,5	17,3	19,9	20,9
Новосибирская область	18,2	18,6	21,6	22,6
Омская область	18,2	19,1	21,6	22,9
Томская область	17,5	18,1	21,1	22,0

Помимо снижения покупательской способности значительно увеличилась средняя стоимость 1 квадратного метра жилой площади. В Кемеровской области начиная с 2020 года до текущего периода цена возросла на 42 %, с 53,5 тыс. руб. до 92 тыс. руб. за 1 кв. м. В Новосибирской области по итогам 3 квартала 2022 года стоимость квадратного метра в среднем зафиксирована в размере 102 тыс. руб. В Иркутской области и Красноярском крае по состоянию на 3 кв. 2022 года стоимость 1 кв. метра составляет более 94 тыс., в Омске за 2 года стоимость увеличилась с 48,7 тыс. до 80,4 тыс. руб. Когда рост среднедушевых денежных доходов населения за прошедшие два года увеличился на 15-20 %. Подробный расчет значения основных показателей социально-экономического развития регионов за 2020-2022 гг. приведен в таблице 4 [4,5].

Таблица 4 – Значение основных показателей социально-экономического развития регионов 2020-2022 гг.

	Стоимость 1 кв. м 3 кв. 2022, руб.	Изменение стоимости 1 кв. м, %	Среднедушевые денежные доходы, руб.	Изменение доходов %
Алтайский край	82 682,79	37,7	28 529	16,2
Красноярский край	94 631,25	30,3	40 425	18,7
Иркутская область	98 830,52	26,0	34 714	20,6
Кемеровская область	91 999,73	41,9	32 622	22,0
Новосибирская область	102 080,92	37,7	41 621	24,1
Омская область	80 382,11	39,4	33 481	18,2
Томская область	90 128,71	32,2	35 347	18,3

Значительная разница данных показателей также свидетельствует о колоссальном росте реального значения КДЖ.

Следует отметить, что на доступность жилья влияют и демографические показатели регионов СФО. Общепринятый размер домохозяйства (семья из трех человек) уже не является эталоном при расчете КДЖ, а по итогам переписи населения наблюдается тенденция к уменьшению среднего размера семей. Поэтому для получения точного значения КДЖ целесообразно применять размер домохозяйства, полученный по регионам округа отдельно.

Таким образом, доступность жилья для населения необходимо определять как интегральную категорию, в которой соединены основные социально-экономические, физические и демографические характеристики региона, а также параметры кредитно-финансовой системы.

Проведенный анализ ситуации на рынке жилой недвижимости и уровня социально-экономического положения населения крупнейших регионов СФО позволил определить основной вектор развития рынка жилой недвижимости – необходимость обеспечения предложением жилья типовых потребительских характеристик и доступность его приобретения. В целом анализ региональных рынков показал, что стоимость жилья имеет тенденцию к росту.

Поэтому необходимо учитывать и тот факт, что в долгосрочной перспективе объемы жилищного строительства, а, следовательно, и темпы роста уровня обеспеченности населения жильем будут регулироваться платежеспособным спросом на рынке жилья.

Список литературы

1. Программа ООН по населенным пунктам: Методика ХАБИТАТ ООН. URL: <http://unhabitat.ru/ru/index> (дата обращения: 01.10.2022).
2. Хачатрян, С.Р. Методы измерения и моделирования процессов расширения социальной доступности улучшения жилищных условий населения: Аудит и финансовый анализ, 2001. - № 3. 95-105 с.
3. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования. URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/ (дата обращения: 01.10.2022).
4. Среднедушевые денежные доходы населения. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57039> (дата обращения: 01.10.2022).
5. Средняя цена 1 кв. метра общей площади квартир на рынке жилья. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31452> (дата обращения: 01.10.2022).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Т.А. Шпенькова, магистрант
Научный руководитель – И.А. Саенко, доктор эконом. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы применения ТИМ при управлении проектами. Выделены особенности управления при внедрении технологии информационного моделирования, основанные на стоимости, качестве и сроках выполнения проекта, а также на ограниченности человеческого ресурса.

Ключевые слова: технологии информационного моделирования, управление проектами, оценка стоимости проекта, особенности управления, строительство, проектирование.

Все развитие человеческой цивилизации осуществлялось через реализацию проектов разного рода. В широком смысле под проектом понимают идею, находящую практическое применение. Управление проектом – особый вид управленческой деятельности, базирующийся на предварительной коллегиальной разработке комплексно-системной модели действий по достижению оригинальной цели и направленный на реализацию этой модели [1].

В мире существует множество методологий управления проектами, которые разрабатывались на основе осуществления лучших практик и исследований.

В России распространен Евроазиатский стандарт управления проектами (ЕСУП). Согласно этому документу стандартный процесс управления функциональной областью включает задачи по [2]:

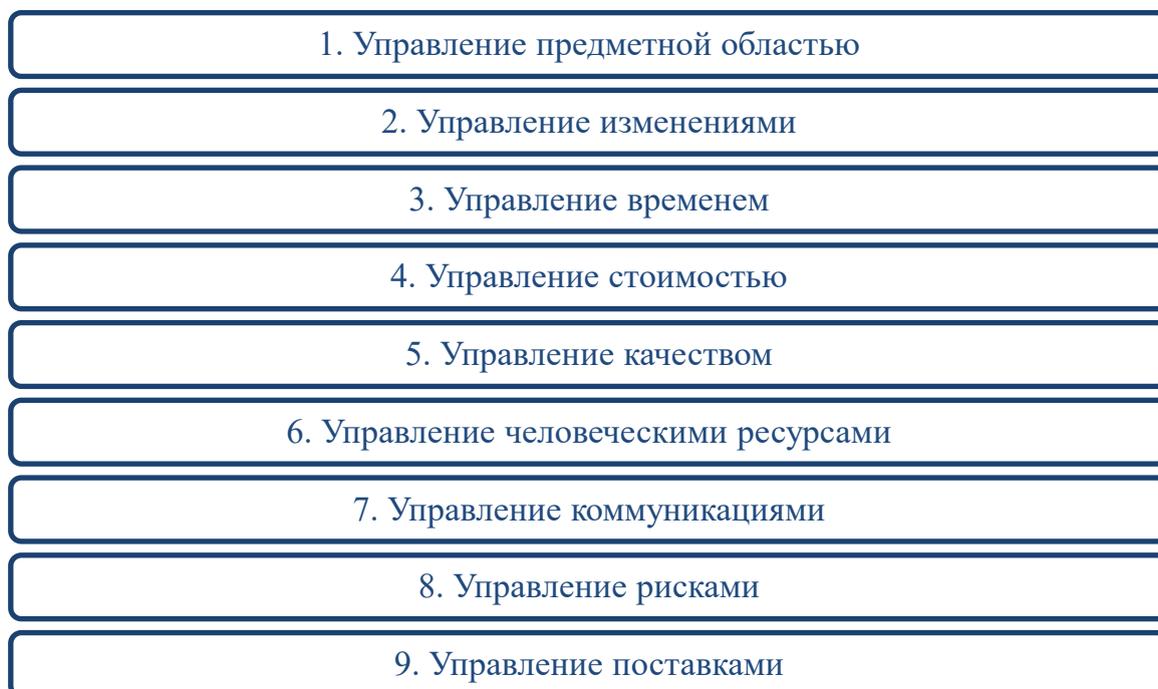


Рисунок 1. Структура процессов управления функциональными областями проекта

Управление строительными проектами – процесс комплексный и

трудозатратный из-за большого числа ответственных лиц, сроков реализации проекта, соблюдения нормативно-правовых актов и сводов правил. При этом перед руководителями стоит главный вопрос: «Как повысить эффективность проекта и достичь целей инвестирования?». 2022 год стал переломным в ответе на этот вопрос.

Решающим фактором к переходу на новую ступень строительной отрасли стала разработка правительством программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [3]. На этой основе стала понятна необходимость внедрения единой цифровой платформы, которая позволит обеспечить электронный документооборот на базе отечественного программного обеспечения, а популяризация информационных технологий позволит внедрить технологии информационного моделирования в строительную отрасль.

Задачами внедрения «цифры» в строительство является сокращение времени от принятия решения о начале строительства до ввода объекта в эксплуатацию, а также повышение эффективности взаимодействия стейкхолдеров инвестиционно-строительного процесса, сокращение стоимости и минимизирование рисков проекта.

Согласно совместному отчету НИУ МГСУ и ООО «КОНКУРАТОР» [4], анализ зарубежного опыта внедрения технологии информационного моделирования показал рост окупаемости инвестиций на 25% при высоком уровне внедрения. Также было отмечено сокращение коллизий на 30% на этапе проектирования по сравнению с двухмерным проектированием, что повлечет за собой сокращение затрат на исправление ошибок на этапе строительства. Технологии позволяют ускорить процесс проектирования на 30% и более, что приводит к значительной экономии рабочего времени и финансовых ресурсов на оплату труда.

Управление стоимостью, пожалуй, главный из показателей эффективности управления проектом. Оно осуществляется на всех этапах жизненного цикла.

Собственное исследование НИУ МГСУ в апреле 2022 года [5], задачей которого стояло подтверждение экономической эффективности внедрения единой цифровой платформы и технологии информационного моделирования, показало следующие результаты.

Применение ТИМ, системы электронного документооборота на основе среды общих данных и цифровой платформы: повышает точность стоимостных оценок инвестиционно-строительного проекта на 10-30%; сокращает коллизии, запросы информации и изменений в проекте до 25-40%; сокращает транзакционные издержки взаимодействий стейкхолдеров инвестиционно-строительного проекта на 20-30%; снижает затраты на сопровождение и контроль строительства в 2 раза; сокращает сроки исправления замечаний в 2-5 раз; сокращает сроки оформления исполнительной документации в 5 раз.

Кроме явных экономических плюсов внедрения ТИМ дает возможность решения социальных вопросов. Среди строителей и девелоперов много людей возрастной категории пятьдесят и старше. Цифровизация строительной отрасли дает возможность молодым людям реализовать свой потенциал и показать, на что они способны. Именно эти специалисты способны перевести отрасль от консервативных общепринятых норм в пространство информационного моделирования.

Из-за нехватки на рынке специалистов с необходимыми знаниями в области информационного моделирования, условия оплаты труда гораздо выше тех, чьи компетенции широко распространены на рынке.

Возникает вопрос: «А не заменят ли машины человека?». Насколько бы мы не автоматизировали все процессы, всегда нужно вмешательство «извне», которое будет

контролировать эти процессы, корректировать и изменять их. Поэтому вопрос обучения и повышения квалификации специалистов должен решаться на государственном уровне, чтобы привести отрасль к планируемым результатам.

Таким образом, применение технологии информационного моделирования вносит свои особенности в каждую из задач классической структуры управления и способствуют улучшению показателей, характеризующих эффективность проекта.

Но несмотря на это, многие участники строительной отрасли не спешат переходить на «цифру». Среди причин отказа от ТИМ выделяют большие капитальные вложения на закупку программного обеспечения и оборудования; недостаток кадров, способных внедрять и применять технологии при реализации проектов. А также главной причиной является отсутствие нормативно-правового регулирования и отсутствие единого государственного стандарта реализации проектов с использованием ТИМ.

Все эти опасения имеют место быть. Но уже сейчас имеется опыт реализации пилотных проектов с конкретными показателями, а правительство ведет политику по регулированию нормативно-правовой базы. На данный момент утверждены 12 ГОСТов и 6 сводов правил, а также прорабатывается Единая система информационного моделирования [6].

На конференции «Цифровая трансформация девелоперов» заместитель главы Минстроя заявил, что к 1 июля 2024 года объекты, возводимые в соответствии с Федеральным законом №214 от 30.12.2004, должны реализовываться с применением ТИМ [7]. Соответствующие документы уже подготовлены, и поправки будут внесены в действующее постановление правительства №331.

Даже несмотря на то, что рынок строительства состоит из частных предприятий, государство является регулировщиком его деятельности. Девелоперы и застройщики будут вынуждены принять новую реальность и адаптироваться под нее, чтобы продолжать управление проектами в конкурентной среде.

Экономика не стоит на месте, и перед нами открывается возможность изучить и доказать всю эффективность и пользу перехода к цифровизации в строительстве.

Список литературы

1. Управление проектами: учеб. пособие / В. И. Денисенко [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. В. И. Денисенко, д-ра экон. наук, проф. Н. М. Филимоновой ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 108 с.
2. Евразийский центр управления проектами. Евразийский стандарт управления проектами (корпоративная версия) Базовый документ Сообщества Евразийского стандарта управления проектами. Версия 1.2/090321. М., 2009. С. 21. URL: <https://goo.su/zVpJ98h> (дата обращения: 01.10.2022).
3. Цифровая экономика РФ // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: официальный сайт. – 2021. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 01.10.2022).
4. Отчет «Оценка применения BIM-технологий в строительстве» - НИУ МГСУ, ООО «КОНКУРАТОР». URL: <http://concurator.ru/information/bim-value/> (дата обращения: 03.10.2022).
5. Технический отчет по теме: «Цифровизация строительной отрасли на всех этапах жизненного цикла ОКС» - НИУ МГСУ. URL: <https://goo.su/zM8BzS> (дата обращения: 04.10.2022).
6. Интервью. Константин Михайлик, замминистра строительства и ЖКХ РФ в интервью Агентству новостей "Строительный бизнес" // Минстрой России. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/press/intervyu-konstantin-mikhaylik-zamministra-stroitelstva-i-zhkkh-rf-v-intervyu-agentstvu-novostey-stro/> (дата обращения: 05.10.2022).
7. Минстрой: с середины 2024 года вся строительная отрасль обязана перейти на технологии информационного моделирования // Единый ресурс застройщиков. URL: <https://erzrf.ru/?region=moskva®ionKey=143443001&costType=1> (дата обращения: 05.10.2022).

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАБОТЫ В ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ AUTODESK REVIT И BENTLEY SYSTEMS

Д.Г. Лошкарев, магистрант, Э.Т. Азахов, магистрант, А.А. Галоян, магистрант., Н.И. Лях,
канд. техн. наук, доцент, А.А. Коянкин, канд. техн. наук, А.В. Тарасов, канд. техн. наук

Сибирский федеральный университет, инженерно-строительный институт, г.Красноярск

Аннотация: В статье рассматривается вопрос о современном состоянии BIM-проектирования в Российской Федерации. Обозреваются преимущества и недостатки программных комплексов Autodesk Revit и Bentley Systems. Описывается опыт прохождения государственной экспертизы с использованием данных программных комплексов.

Ключевые слова: BIM-технологии, проектирование, разработка проектной документации, Revit, Bentley, государственная экспертиза, цифровая информационная модель, совместная работа.

Сегодня любая компания, включая проектную организацию, должна подчиняться законам рыночной экономики, основным элементом которой является конкуренция.

Разработка в среде BIM-технологий является принципиально новым подходом к проектированию, возведению, оборудованию и эксплуатации зданий. «Это связано с обеспечением эксплуатации здания, управлением жизненным циклом объекта, а также возможностью управления зданием. Включая сюда и экономическую составляющую всех процессов» [1]. Одним из приоритетных направлений деятельности Минстроем России является внедрение BIM-технологий, особенно после выхода постановления от 15 сентября 2020 г. N 1431, информационные модели требуются предоставить совместно с проектом для обоснования инвестиций, вложенных в объект.

Отрасль BIM-проектирования стремительно развивается, и на рынке появляется все больше программных продуктов, позволяющих реализовать BIM-моделирование. Поэтому целесообразно провести анализ и сравнение функциональных возможностей популярных программных комплексов для информационного моделирования с целью выявления наиболее функционального и эргономичного.

К сожалению, на Российском рынке разнообразие программных продуктов, основанных на концепциях BIM, не столь велико. Объяснить это можно тем, что использование этой технологии в нашей стране началось относительно недавно. Тем не менее, некоторые программные разработки успели распространиться и активно используются в проектных организациях [2].

Можно выделить Autodesk Revit как одну из основных программ, используемых не только в России, но и во всем мире для проектирования. Данная программа будет одной из двух в настоящей статье которые мы будем сравнивать. Вторая же только входит на российский рынок – Bentley.

Одно из основных различий между данными программными комплексами, это тип совместной работы. Если Revit является единой программой, в которой можно выполнить любой раздел требуемый в проектировании, то программный комплекс Bentley разделяется на несколько подпрограмм: Bentley Pro Structures (включающее в себя ProStell и ProConcrete, предназначенное для проектирования стальных и

бетонных конструкций), Open Buildings Designer (предназначено для многопрофильного строительства, в основном используемое архитекторами), OpenPlant Support Engineering (для моделирования опор оборудования), и MicroStation.

Bentley MicroStation — Программное обеспечение для моделирования специалистов любой отрасли и инфраструктурных проектов любого типа и масштаба.

Наиболее распространённым типом совместной работы в Autodesk Revit является, работа со связанными файлами.

Для работы со связанными файлами необходимо:

Создать базовый файл т.е. разбивочный модель, в которой, как правило, указывают уровни и оси для будущего объекта строительства). Далее на основе первичной модели создаются следующие модели (например, разделы АР, КР и тп.), которые в свою очередь все связываются между собой.

Для удобного редактирования осей или уровней в Revit, есть возможность отслеживать их изменения в связанных файлах посредством мониторинга.

(Прим.: если в какой-либо момент переместить или изменить уровень, или сетку, другой участник проектной группы получает уведомление об этом изменении.)

Каждый специалист вносит изменения лишь в свой файл, однако может выгрузить из своей модели, связанные с ней файлы. Так же в Revit, чтобы не выгружать всю модель полностью, можно переопределить видимости/графику, тем самым скрыв или изменив отображение связанной модели без ее редактирования. (Все изменения отображений связанных файлов, не вносят изменений в саму связанную модель, и остаются в модели, в которой было изменено отображение).

Использование формата RVT позволяет довольно просто собрать единую цифровую информационную модель рассматриваемого объекта, а также выполнив разработку не только проектной, но и рабочей документации.

Данная возможность позволяет общий сводный файл для итоговой проверки всех разрабатываемых разделов и коллизий, с целью дальнейшего согласования проекта.

Довольно часто данную возможность Revit применяют для первичного контроля проекта. Например: связав между собой модели разделов АР и КР, можно проверить, существуют ли коллизии, согласованы ли разделы между собой, и исправить возможные ошибки (такие как: ошибка в расположении осей, уровней или других элементов объекта строительства).

Вторым же способом совместной работы является использования единого файла-хранилища.

«Файл-хранилище (ФХ) — это файл, подготовленный для одновременной совместной работы нескольких специалистов» [2].

Суть данного способа заключается в том, что работа ведется в локальных копиях проекта, которые подгружаются в основной файл при каждой синхронизации. Благодаря этому главный файл остается не занятым, т.к. изменения вносятся поэтапно.

Для совместной работы данным способом необходимы рабочие наборы.

(Прим.: рабочие наборы – коллекция элементов в проекте с поддержкой совместной работы. Говоря проще это специальный инструмент для распределения элементов модели между специалистами, работающими над тем или иным проектом).

Если рабочий набор в Revit становится редактируемым, можно получить исключительное право владения всеми объектами в нем. Каждый рабочий набор в

определенный момент может редактировать только один пользователь. Все участники группы могут просматривать рабочие наборы, которыми владеют другие пользователи, но не могут вносить в них изменения. Данное ограничение исключает возможность некорректного изменения данных проекта, выполняемого несколькими специалистами.

Наиболее значимый минус данного способа, без развертывания Revitсервера, возникает необходимость договоренности специалистов во времени синхронизации, т.к. если начать синхронизацию сразу всем, то файл может сломаться, а в лучшем случае просто не синхронизируется.

Данный способ совместной работы используется, когда над одним разделом (файлом) работают одновременно несколько специалистов.

Совместная работа в программном комплексе Bentleyпроходит аналогично работе со связанными файлами в Autodesk Revit. Первоначально так же создается основной файл с исходными данными, включающая в себя оси, который в дальнейшем ассоциируют в файлы, связанные с отдельными разделами. Каждый файл возможно ассоциировать в отдельный файл, однако невозможно изменить. Однако отличии от Revit, владелец отдельного программного модуля Bentley не имеет возможности открыть файл, не подходящий под подтип его модуля, хотя формат у всех один и тот же, DGN.

В Bentleyвсе файлы, связанные с проектом, объединяются в один файл для проверки на отсутствия коллизий.

В программном комплексе Revit используется встроенное программное средство для проверки коллизий. Таблица коллизий может быть выгружена в файл формата html, который используется для верификации модели инженерами и специалистами, участвующими в совместной работе над моделью. Однако данный способ имеет свои отрицательные черты:

- При анализе выявляется огромное число сложно выявляемых несостыковок, так как выявление происходит по уникальному номеру – ID;
- При идентификации коллизий нельзя назначить исполнителей по устранению коллизий и отследить исполнение поставленных задач;
- Невозможно проставлять статусы коллизий и комментировать их;
- Невозможно группировать коллизии.

В свою очередь в Bentley данные проблемы все учтены, и просматривать сохраненные группы коллизий и комментировать их может любой специалист.

Как говорилось в начале, BIMмодель создается и предоставляется вместе с проектной документацией для обоснования вложенных инвестиций. Для этого каждый проект, и каждая модель проходит экспертизу.

В РФ множество организаций используют BIM-технологии на разных этапах жизненного цикла объекта, в основном на стадии проектирования. «У 16% проектных организации уже есть свои регламенты работы с цифровыми моделями» [3].

К главным преимуществам данного подхода относятся существенное снижение трудозатрат работников экспертной организации, а также повышение качества проверки строительных решений, реализованных в проектируемом объекте, т.к. регламент включает в себя частичную автоматизацию процесса проверки цифровой информационной модели.

Программный комплекс Autodesk Revit полностью отвечает данным требованиям и имеет функционал, необходимый для прохождения государственной экспертизы проектной документации.

Для примера рассмотрим требования к цифровым информационным моделям конструктивных решений зданий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования, утвержденные Московской Государственной Экспертизой. В том числе, табл. №1, страница №12, которая обозревает требования к архитектурным решениям. Элементы категории Стены и перегородки (в Revit категория Стены) должны экспортироваться как IfcWall. (рисунок 2).

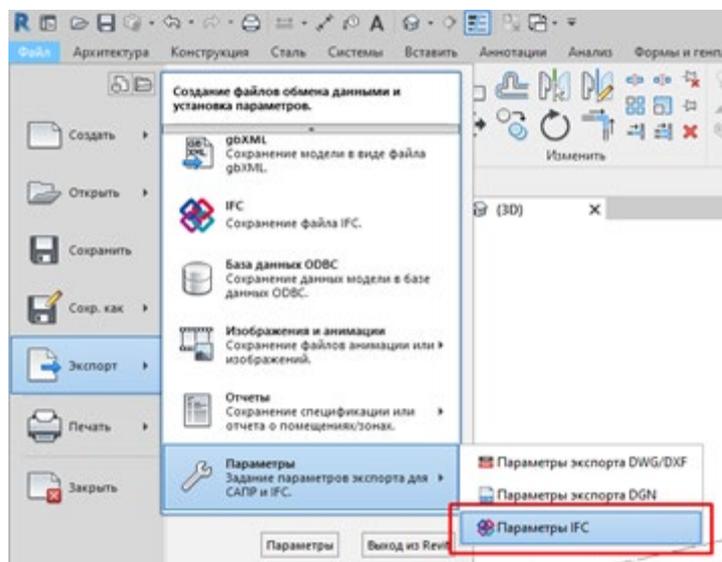


Рисунок 1. Меню экспорта в Autodesk Revit

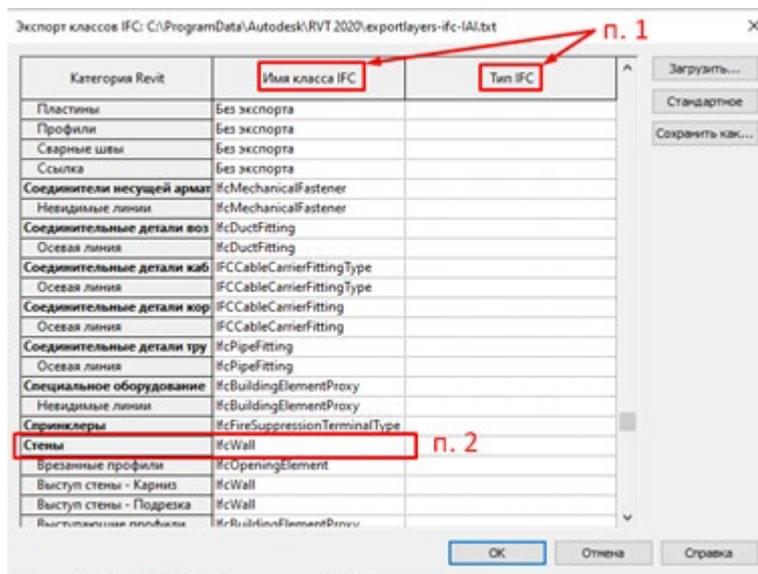


Рисунок 2. Экспорт классов в Autodesk Revit

Способ прохождения экспертизы в Revit и Bentley в основном не отличаются. Но в связи с тем, что программный комплекс Bentley не имеет особого использования на рынке в России, данную экспертизу проходят в самих компаниях по их утвержденным нормам. Примером такой компании является Золотодобывающая компания «Полус».

Выводы:

1. Программный комплекс Autodesk Revit предлагает 2 способа совместной работы, в то время как Bentley Systems всего один.
2. Autodesk Revit в отличие от Bentley Systems, имеет возможность прохождения государственной экспертизы в России.
3. В сравнении с Autodesk Revit, Bentley Systems имеет возможность создания групп коллизий и комментирования данных коллизий.

Список литературы

- 1) М.В. Белоусов, Н.А. Каранкевич, К.А. Фатеев. Концептуальное моделирование в Revit, возможности создания виртуального здания // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности, Тюмень, 2019, с. 106-109.
- 2) И.К. Шайхутдинов, Е.И. Шмыкова. Autodesk Revit, как инструмент интеграции модели в расчетно-строительные программы // Сборник материалов XXIII Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, Ижевск, 2017, с. 189-192.
- 3) Интервью заместителя министра строительства и ЖКХ России Константина Михайлика // RBC.RU: информационный портал РоссБизнесКонсалтинг, 09.10.2022. URL: <https://realty.rbc.ru/news/627e1e6c9a794775768a78f4>
- 4) Экспертиза BIM// EXPERT-SO.RU: Официальный сайт ГАУ СО «Государственная экспертиза Свердловской области», 2022. URL: <https://expert-so.ru/services/bim/>.
- 5) Building design: Conceptual Design Through Construction // Bentley.com: информационный портал программного комплекса Bentley, 2022, URL: <https://www.bentley.com/software/building-design/>.
- 6) Основные возможности ProStructuresCONNECTEdition для проектирования стальных и бетонных конструкций в BentleySystem // <https://ardexpert.ru>: портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли, 2022. URL: <https://ardexpert.ru/article/20358>
- 7) Softline: weknow, wecan // store.softline.ru: интернет-магазин лицензионного программного обеспечения Bentley, 2022. URL: <https://store.softline.ru/search/?query=bentley&nosku=1>.

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕРЕВОМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ

М.В. Бутенко, аспирант, С.В. Деордиев, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В докладе представлены результаты экспериментальных и численных исследований деревянно-металлического пространственного структурного блока, с целью последующего изучения динамических характеристик конструкции. Приведена методика и результаты исследования. Полученные данные позволяют изучить характер напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при динамическом нагружении и в дальнейшем получить динамический расчетный коэффициент.

Ключевые слова: Динамическая нагрузка, Структурная конструкция, Деревянно-металлические конструкции, Промышленные сооружения.

В рамках возросшего интереса к развитию агропромышленного и лесоперерабатывающего комплексов («Законодательное обеспечение развития агропромышленного комплекса» 2018, Москва) существует запрос на быстровозводимые и экологичные виды строительных конструкции, в частности пространственные конструкции блочного типа.

Основной проблемой внедрения подобных сооружений является отставание конструкторских и научных исследований в этом направлении, в особенности устойчивость подобных конструкции к динамическим и сейсмическим нагрузкам.

В рамках моего научного исследования рассматривается фрагмент – конструкции структурного покрытия из трехгранных комбинированных блок-ферм марки ТБФД 18.3, объединённых по середине пролета. Пролет 18 м, ширина 6 м, строительная высота в середине пролета 2,293 м. Конструкция предназначена для использования в покрытиях промышленного и сельскохозяйственного назначения, а также спортивных сооружений. Изучение поведения конструкций из древесины и их узловых соединений при действии нагрузки позволит оценить их работу и спрогнозировать поведение элементов конструкции при последующих нагружениях.

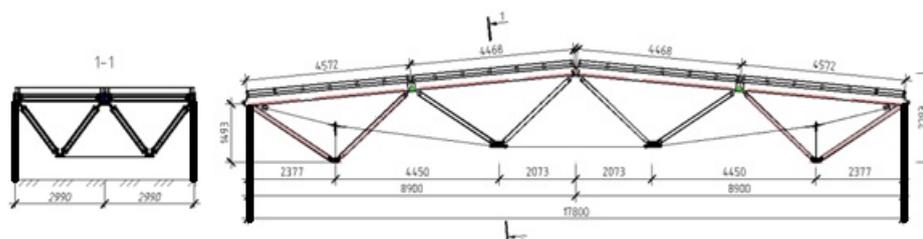


Рисунок 1. Фрагмент структурного покрытия из трехгранных блок-ферм

В настоящем докладе приведены результаты численных и экспериментальных исследований, целью которых была адаптация трехгранной блок-фермы для использования в качестве сегмента укрупненной конструкции, а также оценка сопротивления динамическим и сейсмическим нагрузкам, благодаря свойствам материалов.

В связи с приведенными доводами было принято решение изучить работу фрагмента структурной конструкции покрытия под действием динамических нагрузок

и определить его собственные частотные характеристики (рисунок 1).

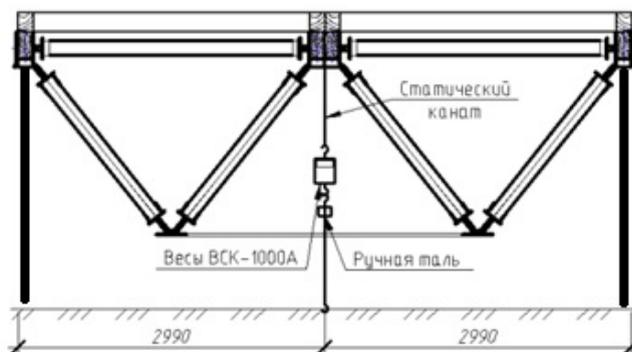


Рисунок 2. Схема определения собственных частот колебаний структурной конструкции

Для определения собственных частот колебаний конструкции, нагружение осуществлялось путем натяжения ручной механической лебедки, закрепленной одним концом к полу испытательного зала, а другим концом к коньковому узлу верхнего пояса конструкции. Ручное натяжение подъемника производилось до достижения нагрузки в 7845,32 Н. При достижении необходимой нагрузки веревка перерезалась, тем самым возбуждая свободные гармонические колебания конструкции. Колебания возбуждались в несколько этапов статической нагрузкой, смоделированной в виде снежного покрова на покрытии. Шаг нагружения 3,5 тонн, количество ступеней – 4. В процессе испытаний проводились замеры частотных характеристик конструкции при свободных колебаниях. Динамические параметры регистрировались с помощью лазерного виброметра РСВ-150 в диапазоне измерений от 0 до 10 Гц.

По результатам испытаний были получены динамические параметры конструкции в виде спектра собственных частот для каждой ступени нагружения. Значения спектров собственных частот представлены в таблице.

Таблица 1. Значения спектра свободных колебаний.

№	Нагрузка, тонны	Частоты, Гц
1	0	4.26
2	0	4.25
3	3.5	3.5
4	3.5	3.56
5	7	3.05
6	7	3.05
7	10.5	2.8
8	10.5	2.73
9	15	2.45
10	15	2.46

При воздействии динамической нагрузки на фрагмент структурной конструкции, независимо от точки приложения, значения собственных частот почти неизменны.

Используя полученные частоты собственных колебаний, были смоделированы гармонические колебания конструкции при пяти ударных нагружениях, имитирующих динамическое воздействие. В таблице 2 собраны данные пяти вариантов гармонических анализов конструкции в зависимости от ударов и

анализируемых точек (см. рисунок 3).

Таблица 2.

	Максимальные боковые отклонения, мм			
	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка
Первый вариант удара (А). Частота 3.6Гц	7.35	7.35	6.67	6.67
Второй вариант удара (В). Частота 3.6Гц	9.32	9.32	8.94	8.94
Третий вариант удара (С). Частота 3.6Гц	10.39	10.39	10.37	10.37
Четвёртый вариант удара (D). Частота 3.6Гц	0.69	0.69	0.88	0.88
Пятый вариант удара (E). Частота 3.8Гц	0.16	0.16	0.16	0.16

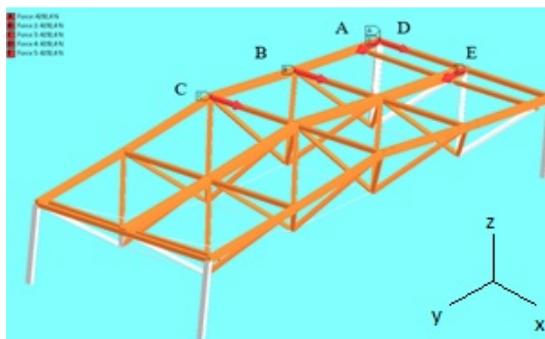


Рисунок 3. Варианты ударов в гармонических анализах

Применяя силу удара равную 4292,4 Н с частотой, близкой к собственной частоте конструкции, при которой в модальном анализе получается максимальное участие эффективных масс 3,56 Гц. (4-я позиция в табл.1) были определены:

1. Наибольшее отклонение по оси X при ударе в центральный узел С.
2. Наибольшее отклонение по оси Y при ударе в узловой элемент D.

Для древесины, обладающей пониженным сопротивлением смятию и относительно низким модулем упругости, деформативностью, нельзя пренебрегать податливостью узловых соединений. Исследуемые далее узловые элементы фрагмента структурного покрытия изображены на рисунке 4.

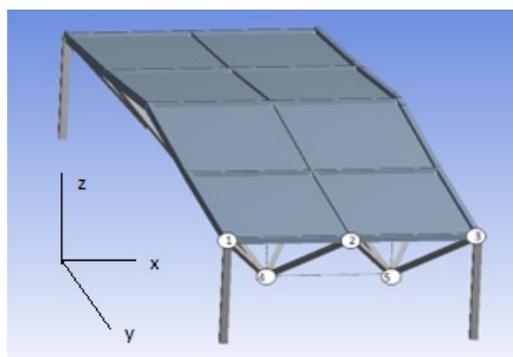


Рисунок 4. Анализируемые узловые элементы

Таблица 3. Перемещения и напряжения в узловых элементах

	Максимальные напряжения, МПа	Перемещения X, мм	Перемещения Y, мм	Перемещения Z, мм
1	131,64	-0,287	-1,413	4,389
2	43,43	3,795	-3,31	-0,845
3	150,61	3,502	-0,278	-0,247
4	131.64	24,851	-33,352	0,062
5	150.61	24,387	-33,32	-1,09

Анализ поведения структурного покрытия и его узловых соединений при действии динамической (ударной) нагрузки показал следующее:

1. В ходе численного исследования максимальные напряжения в элементах не превышают критических, $\Sigma_{исп} < \Sigma_{крит}$ ($\Sigma_{крит}$ определена в ходе исследования и составляет 420,32 МПа)
2. Перемещения исследуемых узлов не превышают критических значений $\Lambda_{исп.} < \Lambda_{крит.}$ ($\Lambda_{крит.}$ определена в ходе исследования и составляет 32,56 мм)

Фрагмент структурной конструкции покрытия характеризуется малой деформативностью в данных условиях ударной нагрузки. Определены перемещения узловых соединений. 4 и 5 узлы требуют дальнейших исследований.

Список литературы

1. Красиев М.А. Исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента конструкционного покрытия (6x18), состоящего из комбинированных блоков-ферм покрытия (3x18), на действие статической нагрузки с определением собственных частот и форм колебаний. свободные колебания.
2. Деордиев С.В., Красиев М.А. Разработка и статические испытания пространственной конструктивной единицы марки ПСБ-ТБФД-18.6.
3. Красиев М.А. Исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента конструкционного покрытия (6x18), состоящего из комбинированных блоков-ферм (3x18) дорожной одежды, на статическую и динамическую нагрузку.
4. Деордиев С.В. Техническая конференция, посвященная 370-летию Красноярска. - Красноярск 1998 - с. 14-15.
5. Деордиев С., Плясунова М., Красиев М., Беличенко М., М. Бутенко. Определение частоты собственных колебаний конструктивного элемента покрытия под действием ударной нагрузки. XIII Международная научная конференция «Архитектура и строительство 2020».

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТА В ПК REVIT

Е.П. Банщикова, магистрант, А.Д. Усольцев, магистрант, К.Р. Ахметьянова, магистрант, О.М. Максимова, канд. тех. наук, доцент, М.А. Плясунова, канд. тех. наук, О.Д. Курбаковских, ст. преподаватель

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: По заданию Министерства строительства Красноярского края в рамках выпускной квалификационной работы были разработаны информационные модели Библиотечно-издательского комплекса СФУ и школы в селе Ванавара. В данной статье подводятся итоги проделанной работы, выполняется анализ сложностей, с которыми столкнулись при создании модели, раскрывается понятие «уровней зрелости BIM».

Ключевые слова: BIM, информационная модель, совместная работа, BIM – менеджер, коллизии

По заданию министерства строительства Красноярского края, группой из 14 студентов 4 курса, в рамках ВКР, на основе представленных чертежей были сформированы две ИМ (информационных модели) объектов: Библиотечно-издательский комплекс СФУ и школу в селе Ванавара.



Рисунок 1. Библиотечно- издательский комплекс СФУ и школа в селе Ванавара

Дипломный проект представлял из себя совместную работу над одним проектом. Совместная работа выполнялась в связанных файлах программного комплекса Revit. Каждый из разделов проекта, выполнялся в отдельном файле. Затем BIM менеджер собирал все разделы в сводном файле. Для сбора всех разделов в единый файл, BIM менеджер выполнял загрузки файлов в файл с разделом AR.

При работе со связанными файлами, создается базовый файл. Базовый файл представляет из себя файл с осями и уровнями для синхронизации точки-вставки с другими файлами и автоматического копирования осей и уровней из базового файла. Затем, для совместной работы базовый файл был помещен в облачное хранилище Dropbox, в раздел AR, к которому предоставляется доступ всем пользователям проекта.

В качестве облачного хранилища был выбран сервис Dropbox, который выделяет место под хранилище в размере 2 ГБ бесплатно и поддерживает немедленную синхронизацию файлов всех участников. На рисунке

2 представлена иерархическая структура папок при работе с BIM-моделью в облачном хранилище.

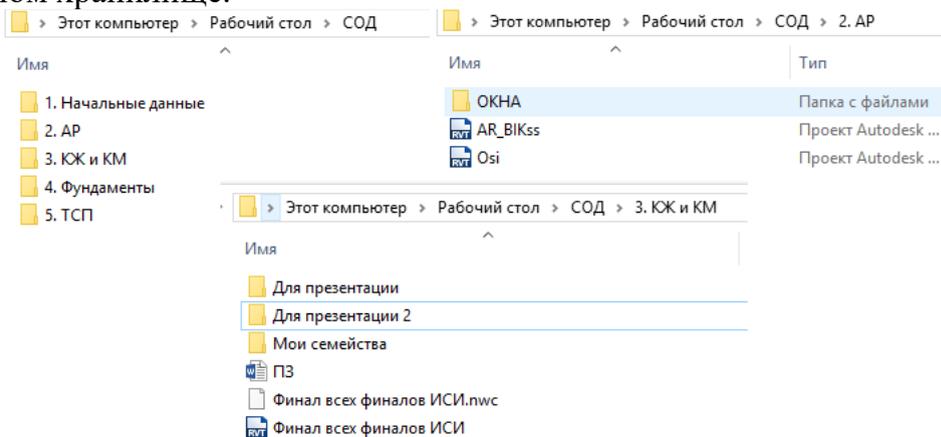


Рисунок 2. Структура СОД

Для каждого раздела проекта была построена информационная модель на основе представленных чертежей. На рисунке 3 представлены модели раздела AP, КЖ, ВК

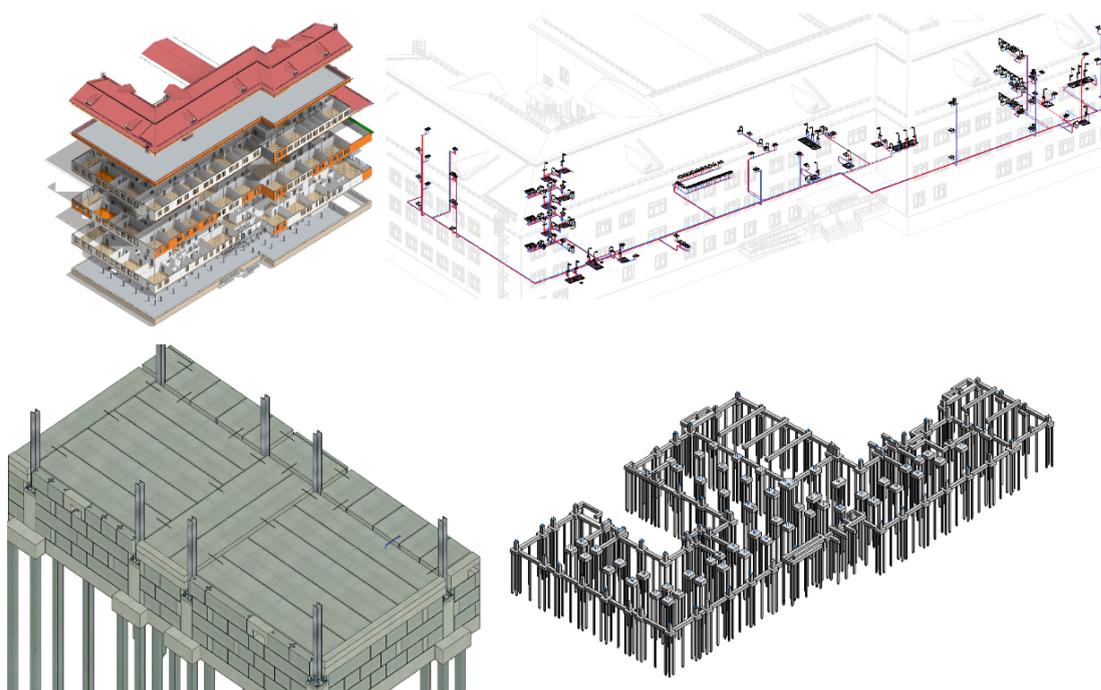


Рисунок 3. Разделы информационной модели

Для реализации ИМ были сформированы свои семейства в ПО Revit: окна, витражи, двери, малые архитектурные формы для благоустройства.

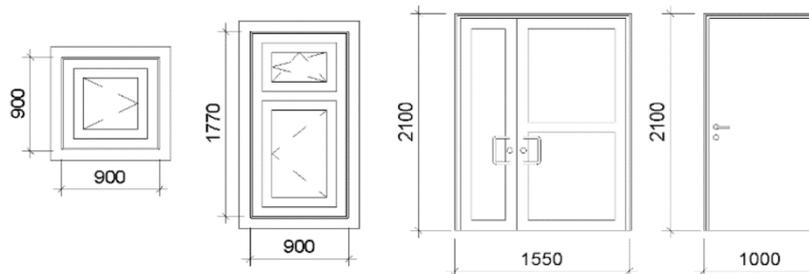


Рисунок 4. Семейство окон и дверей

В процессе эксплуатации Библиотечно- издательского комплекса СФУ была выявлена проблема, затопления тех. подполья в весенний период. Поэтому для фундаментов в ИМ были приняты новые технологические решения: добавлена

вертикальная и горизонтальная гидроизоляция, по периметру здания выполненная отмостка. На рисунке 5 представлена ИМ фундамента.

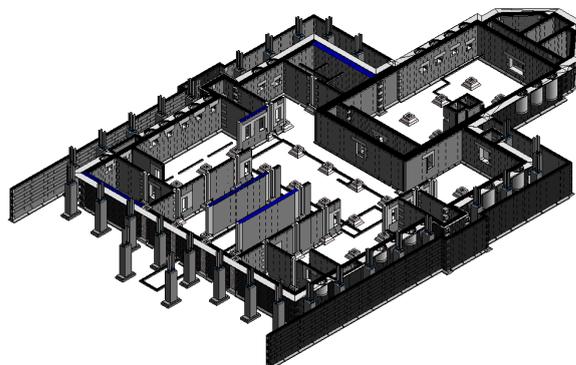


Рисунок 5. 3д – вид раздела фундаментов

В разделах ТСП и ОСП для информационной модели был выполнен строительный генплан с расстановкой бытового городка и крана. Также в программном комплексе «Navisworks» был разработан план производства работ с визуальным представлением, тем самым закрыв раздел тех. Карты.



Рисунок 6. Строительный генеральный план

По модели школы была выполнена проверка на коллизии и составлена таблица коллизий. На рисунке 7 представлен фрагмент таблицы.

Проверка 1	Допуск	Конфликты	Новый	Активн.	Проанализировано	Подтверждено	Исправлено	Тип	Статус
	0.001m	4697	4697	0	0	0	0	По пересечению	OK

Изображение	Наименование конфликта	Статус	Расстояние	Расположение сетки	Описание:	Дата обнаружения	Точка конфликта	Идентификатор элемента	Сл
<input checked="" type="checkbox"/>	Конфликт1	Создать	-4.065	Ж-1 : Верх консоли 4	По пересечению	2022/10/10 15:48	X:10.631, Y:16.837, Z:11.700	ID объекта: 354793	4 Э Биф
<input checked="" type="checkbox"/>	Конфликт2	Создать	-3.600	Д-1 : Этаж 2	По пересечению	2022/10/10 15:48	X:-1.369, Y:16.974, Z:3.600	ID объекта: 354194	2 Э Биф

Рисунок 7. Таблица коллизий

Обобщая полученный опыт работы над проектами можно выделить следующие сложности при формировании ИМ:

Работа была начата без опоры на существующие БИМ стандарты, в связи с чем возникли сложности с согласованием работ, взаимодействием и проработкой уровня детализации модели LOD (Level Of Detailization). Часть разделов была выполнена с детализацией LOD 300, а часть LOD 400.

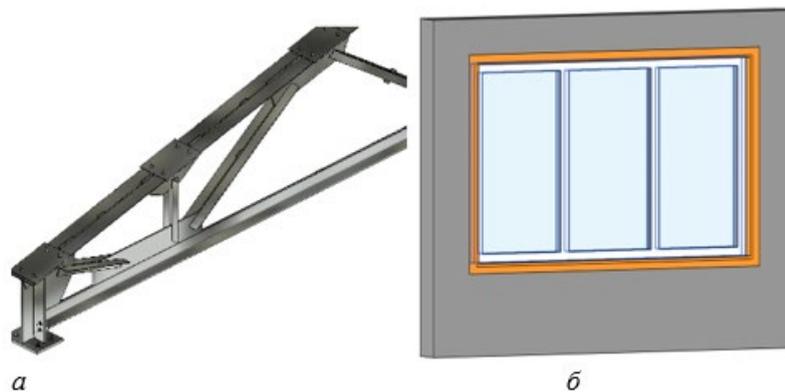


Рисунок 7. Семейства: а) детализация LOD 400 б) детализация LOD 300

Создание и настройка базового файла с дальнейшей привязкой ко всем разделам проекта - обязательная часть совместной работы. Корректный базовый (координационный) файл позволит избежать ошибок при совмещении ИМ в сводном файле. Для правильной работы требуется использовать инструменты мониторинга из вкладки совместная работа.

Оформление. Привести чертежи в строгое соответствие с требованиями СП в среде Revit – весьма трудоемкая задача без настроенных шаблонов. Поэтому, до начала моделирования следует ознакомиться с существующими шаблонами и определиться с шаблонами для каждого раздела.

Спецификации формируются на основе ИМ соответственно объекты должны быть представлены по типам и кодам для возможности специфицирования. До начала моделирования следует понимать, что предполагается выводить в спецификации.

Связь Revit со сторонними программными комплексами (например, SCAD, ЛИРА САПР) не дает прямой двусторонней интеграции, требуются дополнительные корректировки непосредственно в расчетных комплексах.

Преимущества создания ИМ в 3Д:

Безусловно первое и самое очевидное преимущество - наглядность 3Д модели и визуальная возможность проверок геометрических коллизий.

Интеграция ИМ с программным комплексом Navisworks, позволяющим автоматизировать создание календарных графиков.

Использование плагинов для автоматизации проектирования в программном комплексе Revit.

Создание реалистичной 3Д модели как с помощью визуальных эффектов, так и при помощи благоустройства прилегающей территории.

Совместная работа над проектом в ПО Revit возможна двумя способами: с помощью связанных файлов и файла хранилища. В проекте был использован всего один метод, но даже это позволило реализовывать проект группе одновременно, с отслеживанием изменений, выполненных в смежных разделах. Более того по классификации уровня зрелости BIM (Бю — Ричардса) работа была выполнена ближе ко 2 уровню зрелости модели.

Формальное описание уровней зрелости BIM, известное как диаграмма Бю — Ричардса было представлено в 2008 году сотрудниками компании BIM Task Group - Марком Бю и Мервином Ричардсом. Диаграмма показывает уровень внедрения технологии информационного моделирования, демонстрирует переход от классических чертежей САПР к комплексному BIM-решению [3].

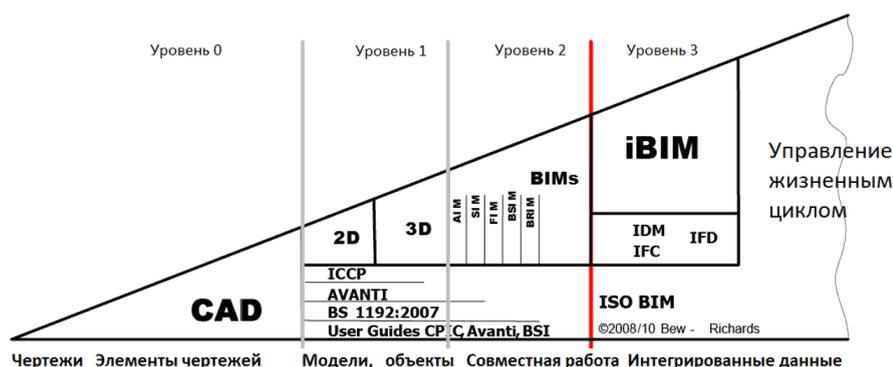


Рисунок 8. Диаграмма Бью — Ричардса уровней зрелости BIM

Уровень 0 — это фактически плоский CAD без трехмерных данных, в котором можно создавать только традиционные чертежи.

Уровень 1 — управляемый CAD в 2D или 3D формате, дополненный инструментами взаимодействия, обеспечивающими общую среду данных, некоторые стандартные структуры данных и форматы.

Уровень 2 — управляемая 3D среда, содержащаяся в отдельных дисциплинарных «инструментах BIM» с вложенными данными и средствами согласованного объединения данных. Предполагает ассоциированность чертежей с моделью, возможность «прогулки по модели», автоматическое обнаружение коллизий и визуализацию модели с учетом времени, планирование и управление строительством, визуализацию графика работ, определение стоимости проекта в реальном времени.

Уровень 3 — полностью интегрированная и унифицированная 3D среда, содержащаяся в отдельных дисциплинарных «инструментах BIM» с вложенными данными и совместимая с нейтральным форматом IFC. На этом уровне используются также взаимосвязанная модель выполнения строительных работ, информация о затратах и управление жизненным циклом проекта [2].

Было достигнуто 4D(время) - составлены календарные графики выполнения работ в программном комплексе Nevisworks.

Задачи		Источники данных	Настройка	Моделирование			Июль 2022						
Активная	Имя	Статус	Планируемое начало	Планируемое завершение	Фактич. нач.	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29
<input checked="" type="checkbox"/>	Новый источник данных (2) (корневой)		28.02.2022	20.07.2022	02.03.2022								
<input checked="" type="checkbox"/>	1 этаж		28.02.2022	28.02.2022	28.03.2022								
<input checked="" type="checkbox"/>	1a 2s 1		04.03.2022	04.03.2022	02.03.2022								
<input checked="" type="checkbox"/>	1a 2s 2		07.03.2022	07.03.2022	04.03.2022								
<input checked="" type="checkbox"/>	2a 2s 1		09.03.2022	09.03.2022	07.03.2022								
<input checked="" type="checkbox"/>	2a 2s 2		11.03.2022	11.03.2022	10.03.2022								
<input checked="" type="checkbox"/>	3a 2s 1		14.03.2022	14.03.2022	11.03.2022								

Итоги работы: был получен опыт работы в команде, и навыки совместной работы над проектом, выполнено углубленное изучение программных комплексов на примере реализации реального проекта. Был приобретен опыт работы в стрессовой ситуации и принятия решений за ограниченное время. Данный комплексный проект можно использовать не только в рамках выпускной квалификационной работе, но и в течении всего обучающего процесса.

Список литературы:

1. Ошибки при обучении BIM, которые приводят к провалу внедрения технологии информационного моделирования. URL: <https://ardexpert.ru/article/23607>
2. Технология BIM: стандарты, классификаторы и уровни зрелости. URL: <https://sapr.ru/article/24774>.
3. Уровни внедрения BIM-технологий URL: <https://na-journal.ru/4-2020-informacionnye-tehnologii/2810-urovni-vnedreniya-bim-tehnologii>

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ПЛИТА ПОКРЫТИЯ С ПОЯСАМИ ИЗ ДОСЧАТЫХ ПОЛОСОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С.В. Григорьев, канд. техн. наук, доцент, И.Я. Петухова, канд. техн. наук, доцент,
Н.И. Марчук, канд. техн. наук, доцент, В.И. Палагушкин, канд. техн. наук, доцент,
А.В. Максимов, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Выполнены численные и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния пространственной плитой покрытия с поясами из досчатых полосовых элементов.

Ключевые слова: пространственная плита покрытия, экспериментальное исследование, испытательный стенд, модель, нагрузки, воздействия.

В современном строительстве наиболее перспективным направлением становится применение пространственных плит покрытия. В отличие от плоскостных конструкций, пространственные плиты более легкие, менее материалоемкие и доступные по цене.

Пространственная плита покрытия (ППП) с поясами из досчатых полосовых элементов (рисунки 1, 2, 3) – является сборной блок-секцией и может быть использована в промышленном и сельскохозяйственном строительстве. Возможность транспортировки конструкций в сложенном виде (с не раздвинутыми по высоте поясами) с дальнейшей сборкой блока на строительной площадке (раздвижка поясов по высоте и установка между ними стоек и раскосов) позволяет использовать данные конструкции в удаленных районах, например в районах Крайнего Севера.

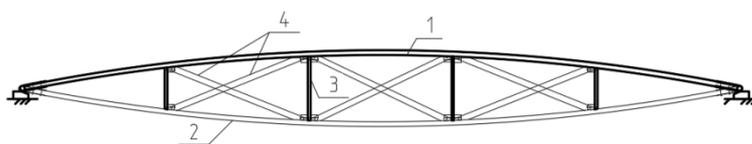


Рисунок 1. ППП, вид сбоку

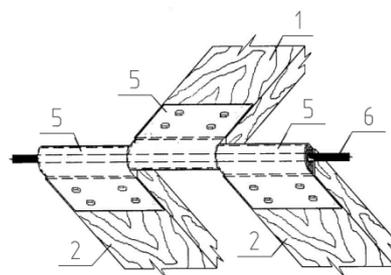


Рисунок 2. Вариант узлового соединения поясов ППП



Рисунок 3. 3D-модель ППП из деревянных полосовых элементов

Цель исследования - создание эффективной конструкции покрытия за счет снижения стоимости, материалоемкости и веса покрытия путем придания

конструкции наиболее эффективной пространственной формы, использования более легких и не дорогих материалов, и разреженной структуры поясов.

Цель достигается тем, что в разработана плита покрытия (рисунки 1, 2, 3), включающая в себя верхний (1) и нижний (2) досчатые пояса прямоугольного сечения, изогнутые в продольном направлении по форме квадратной параболы, и промежуточные элементы (3) – стойки сплошного или сквозного сечения, расположенные между поясами плиты. Между стойками расположены вертикальные крестовые связи из деревянных стержней (4). Разреженная пространственная структура создается тем, что полосовые элементы поясов чередуются между собой. В торцах плиты покрытия к концам каждого из полосовых элементов поясов прикреплены наконечники (5) с отверстиями. Наконечники скрепляются между собой в поперечном направлении с помощью сквозного стержня (6), проходящего через отверстия наконечников. Наконечники с отверстиями позволяют поясным элементам поворачиваться относительно друг друга вокруг поперечной оси, проходящей через опорную часть плиты покрытия, при раздвижке верхнего и нижнего поясов в процессе ее изготовления. Данное техническое решение защищено патентом на изобретение [1].

Предварительно был выполнен расчет в ПК SCAD, и проектирование натурной плиты покрытия. Основные размеры: длина $L=6,0$ м, ширина $B=1,32$ м, высота $H=0,6$ м, шаг стоек 1,2 м (количество 4 шт.), элементы верхнего и нижнего пояса доска, материал - сосна 2-го сорта [2]. Расчетные условия согласно району строительства – г. Дудинка. В расчете были учтены равномерно распределенная и односторонняя снеговые нагрузки [3], нагрузка от утеплителя и покрытия, а также напряжения, вызванные начальным выгибом элементов поясов. В результате расчета было найдено сечение элементов пояса (165x40 мм) и стоек (толщина $t=21$ мм). Сечение раскосов принято 20x50 мм. Наименее благоприятной оказалась комбинация нагрузок с односторонней снеговой нагрузкой (комбинация нагрузок С2), максимальные перемещения в этом случае составили -28,23 мм, максимальное сжимающее напряжение в верхнем поясе 8 МПа, максимальное растягивающее напряжение в нижнем поясе 2,86 МПа.

Согласно данным численного эксперимента была запроектирована и изготовлена уменьшенная модель плиты покрытия в соответствии с коэффициентом подобия $k=3,33$, размерами: длина $L=1,8$ м, ширина $B=0,4$ м, высота $H=0,18$ м.

Изготовление уменьшенной модели ППП происходило следующим образом. К сосновым доскам размерами 1808x50x10 мм, выступающим в роли верхнего и нижнего поясов, при помощи четырех болтов М5, расположенных в шахматном порядке, прикреплялись наконечники - гнутые окрашенные металлические пластины толщиной 1 мм и общей длиной 150 мм с зазором для металлического стержня-шпильки диаметром 1 см и длиной 61 см с выпусками по 3 см от поясов. Затем пояса укладывались на горизонтальную поверхность и соединялись между собой в поперечном направлении плиты путем пропускания через отверстия шпильки. Затем полосовые элементы раздвигались относительно друг друга за счет поворота вокруг оси шпильки, и между ними были установлены стойки (фанерные полосы толщиной 2,1 см, длиной 40 см и высотой 16,1 см и 10,4 см) в количестве 4 шт. на расстоянии 36 см друг от друга и от опор. Затем устанавливались крестообразные раскосы (деревянные бруски сечением 25x25 мм) с обеих сторон модели ППП.

Уменьшенная модель ППП с поясами из деревянных полосовых элементов была изготовлена и испытана: - при равностороннем нагружении - при действии

нормативной нагрузки, составляющей $1,64 \text{ кН/м}^2$. Расчетная нагрузка составляет $2,26 \text{ кН/м}^2$ (комбинация нагрузок С1). Максимальная равномерно распределенная нагрузка – $3,73 \text{ кН/м}^2$ (рисунок 5);

- при одностороннем нагружении - при действии нормативной нагрузки, составляющей $1,26 \text{ кН/м}^2$ с менее нагруженной стороны (ближе к шарнирно-неподвижной опоре) и $2,01 \text{ кН/м}^2$ с более нагруженной стороны (ближе к шарнирно-подвижной опоре). Расчетная нагрузка составляет $1,74 \text{ кН/м}^2$ с менее нагруженной стороны и $2,79 \text{ кН/м}^2$ с более нагруженной стороны (комбинация нагрузок С2). Максимальная распределенная односторонняя нагрузка (рисунок 6), равна $1,5 q_{расч}$ ($7,23 \text{ кН/м}^2 / 4,44 \text{ кН/м}^2$)

Испытательный стенд и схема расстановки приборов представлена на рисунке 4.

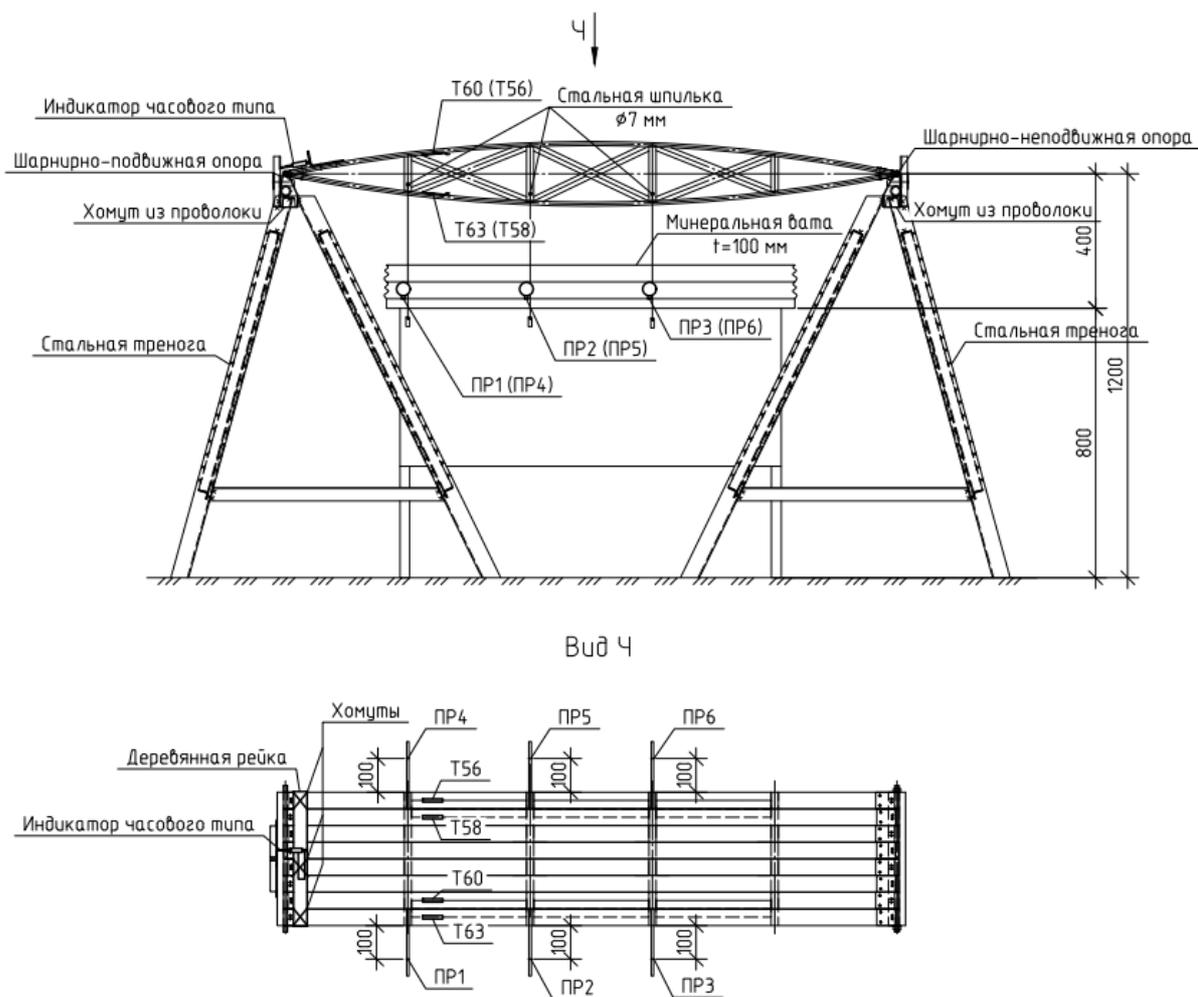


Рисунок 4. Испытательный стенд и схема расстановки приборов
ПР1-ПР6 – прогибомеры; Т56-Т63 – тензорезисторы



Рисунок 5. Нагружение уменьшенной модели ППП расчетной равномерно распределенной равносторонней нагрузкой ($3,73 \text{ кН/м}^2$)



Рисунок 6. Нагружение уменьшенной модели ППП распределенной односторонней нагрузкой, равной $1,5 q_{расч}$ ($7,23 \text{ кН/м}^2 / 4,44 \text{ кН/м}^2$)

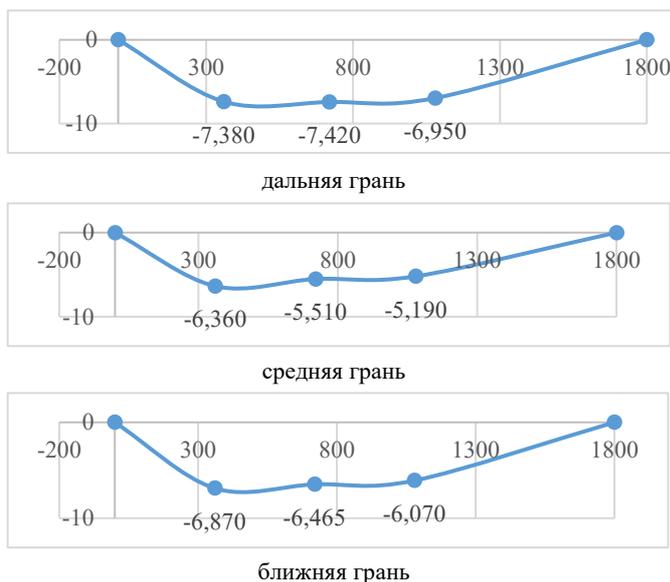


Рисунок 7. Линия прогибов при одностороннем нагружении $q_{норм}$, мм,

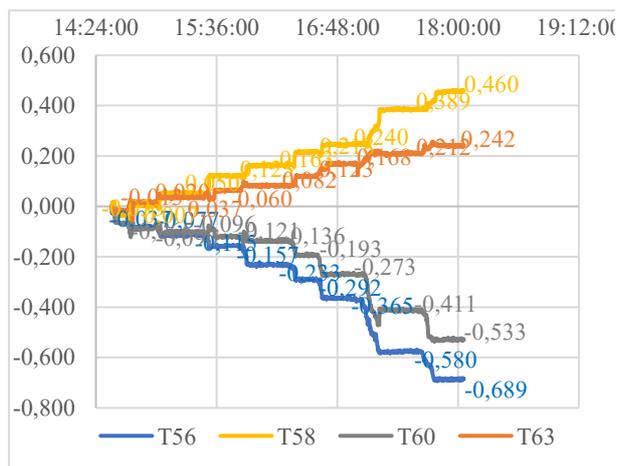


Рисунок 8. Напряжения в тензорезисторах при односторонней нагрузке (C2), кгс/мм², по показаниям ММТС 64.01-1

Анализируя полученные графики изменения прогибов (рисунок 7), можно сделать вывод, что модель перекашивается по ширине. Такой же эффект наблюдается и в результатах численных экспериментов. Это можно объяснить несимметричностью расположения поясов: по ширине модель начинается элементом верхнего пояса, а заканчивается элементом нижнего пояса. Выбор схемы с несимметричным расположением элементов поясов, как в уменьшенной модели, так и в натурной конструкции обусловлен тем, что таким образом проще располагать плиты по порядку вдоль пролета здания. Благодаря покрытию нагрузка будет частично перераспределяться на соседние плиты, и перекося будет минимизирован. Очевидно также, что симметричное расположение элементов поясов, когда плита начинается и заканчивается элементом верхнего пояса либо элементом нижнего пояса, исключает перекося.

Таблица 1 – Результаты расчета и испытания

Наименование показателя	Результаты численного эксперимента	Результаты испытания	Процент расхождения
$f_{норм}$ от C1, [мм]	-8,454	-7,03	17
$f_{норм}$ от C2, [мм]	-8,527	-7,42	13

$f_{расч}$ от C1, [мм]	-11,392	-9,83	14
$f_{расч}$ от C2, [мм]	-11,814	-11,50	3
$X_{норм}$ от C1, [мм]	0,381	0,45	15
$X_{норм}$ от C2, [мм]	0,35	0,420	17
$X_{расч}$ от C1, [мм]	0,545	0,66	17
$X_{расч}$ от C2, [мм]	0,501	0,550	9
$\sigma_X(T56)_{норм}$ от C1, [МПа]	-1,326	-1,465	9
$\sigma_X(T58)_{норм}$ от C1, [МПа]	1,482	1,724	14
$\sigma_X(T60)_{норм}$ от C1, [МПа]	-0,428	-0,468	8
$\sigma_X(T63)_{норм}$ от C1, [МПа]	0,520	0,573	9
$\sigma_X(T56)_{норм}$ от C2, [МПа]	-1,74	-1,95	11
$\sigma_X(T58)_{норм}$ от C2, [МПа]	1,733	1,894	9
$\sigma_X(T60)_{норм}$ от C2, [МПа]	-0,583	-0,695	16
$\sigma_X(T63)_{норм}$ от C2, МПа	0,885	0,924	4
$\sigma_X(T56)_{расч}$ от C1, [МПа]	-1,844	-2,090	12
$\sigma_X(T58)_{расч}$ от C1, [МПа]	1,843	2,105	12
$\sigma_X(T60)_{расч}$ от C1, [МПа]	-0,859	-1,010	15
$\sigma_X(T63)_{расч}$ от C1, [МПа]	1,064	1,152	8
$\sigma_X(T56)_{расч}$ от C2, [МПа]	-3,003	-3,27	8
$\sigma_X(T58)_{расч}$ от C2, [МПа]	2,574	2,708	5
$\sigma_X(T60)_{расч}$ от C2, [МПа]	-1,704	-1,99	14
$\sigma_X(T63)_{расч}$ от C2, [МПа]	1,528	1,76	13

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что жесткость испытанной модели по сравнению с ее расчетной схемой в ПК SCAD оказалась выше (вероятно, реальный модуль упругости модели оказался выше нормативного, принятого по расчету). Напряжения при испытаниях, напротив, оказались выше расчетных, это можно объяснить тем, что распределение напряжений происходит неравномерно из-за сучков – они являются концентраторами напряжений.

Имеется также небольшая погрешность в измерении прогибов на ближней и дальней сторонах модели из-за фиксирования нитей прогибомеров на шпильках (на расстоянии 10 см от модели). Однако в сравнении с полученными значениями прогибов погрешность незначительная.

Список литературы:

1. Пространственная плита покрытия: пат. 2163283 Рос. Федерация; МПК E04B1/343 E04B7/20/ С.В.Григорьев, Л.В.Енджиевский, В.П.Григорьев, А.Ю. Марышев, О.Ф. Новиков; заявитель и патентообладатель Красноярская государственная архитектурно-строительная академия. – № 99109765/03; заявл. 05.05.99; опубл. 20.02.01, Бюл. № 5 – 10 с. : ил.
2. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – Введ. 28.08.2017. – Москва: ОАО «НИЦ «Строительство», 2017
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАОЦПП, 2011. – 90с.

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА КОЛЛЕДЖА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

И.А. Роднаева, преподаватель, Л.Г. Половинко, преподаватель, В.М. Гусева, преподаватель,
В.Б. Курдюмова, методист

Ачинский колледж отраслевых технологий и бизнеса, г. Ачинск

Аннотация: статья посвящена опыту внедрения в процесс обучения современных видов информационно-коммуникационных технологий, создания информационного образовательного пространства в Ачинском колледже отраслевых технологий и бизнеса.

Ключевые слова: информатизация, профессиональная компетентность, повышение квалификации, информационное обеспечение субъектов образовательного процесса.

Одним из важных направлений в экономическом развитии России является информатизация общества. Приоритетное направление получают информационные технологии, которые способны решить актуальную задачу перехода к новой информационной цивилизации, и это значительно увеличит интеллектуальные возможности людей. Информатизация социума не обошла стороной и профессиональное образование. Цель повышения качества профессиональной подготовки рабочих и специалистов в образовательных учреждениях СПО требует непрерывного совершенствования учебного процесса. Здесь особая роль отводится развитию профессиональной компетентности педагогов. Информационная компетентность является одной из составляющих профессиональной компетентности педагога.

В настоящее время педагог должен знать значительно больше, чем 10-20 лет назад. И, конечно, повышение квалификации способствует профессиональному развитию преподавателя, повышает его мотивацию на достижение высоких результатов в инновационной деятельности, но и сам педагог должен самостоятельно информационно «подпитываться», чтобы, в результате, стать проводником, «навигатором» обучающегося на пути к знанию.

12 педагогов колледжа стали участниками приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». В Региональном центре компетенций СФУ преподаватели освоили программы: «Облачный офис преподавателя», «Организация групповой работы студентов СПО с применением облачных технологий», «Разработка интерактивного и мультимедийного контента для онлайн курсов». Для организации дистанционного обучения в колледже педагоги прошли курсы повышения квалификации в КГБУ ДПО «ЦРПО» по программам: «Технологии дистанционного образования», «Дистанционное обучение: организация обучения в системе LMS Moodle», «Инструменты для организации online-уроков: Microsoft Teams, Zoom, Skype», «Основы работы с конфигурацией 1С: Колледж». В рамках реализации федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» 11 преподавателей колледжа прошли обучение в АНО ВО «Университет Иннополис» по программам:

«Цифровые технологии в преподавании профильных дисциплин», «Практико-ориентированные подходы в преподавании профильных ИТ дисциплин».

В статье «Практика подготовки обучающихся с ОВЗ к конкурсам профессионального мастерства «Абилимпикс» по ИТ –компетенциям» авторский коллектив утверждает, что: «в колледже созданы условия для получения качественного образования по 18 программам подготовки специалистов среднего звена и программам подготовки квалифицированных рабочих и служащих; осуществляется внедрение адаптированных, практико-ориентированных образовательных программ. Полноценно организовать самостоятельную работу обучающихся возможно только при условии создания в колледже единой информационно-образовательной среды, позволяющей каждому обучающемуся получать доступ к электронным учебно-методическим комплексам и образовательным ресурсам. Обучающиеся колледжа имеют возможность использования сетевой платформы онлайн-образования «е-Сибирь» регионального центра компетенций в области онлайн-обучения в г. Красноярске по таким направлениям, как сети передачи данных, кибербезопасность, программирование, системное администрирование, интернет вещей». [3]

Обучающимся каждой специальности, каждой профессии предоставляется пакет прикладных программ. Например, обучающиеся специальности «Право и организация социального обеспечения» изучают информационно-поисковые системы «Консультант плюс», «Гарант». Обучающиеся специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» на 2 курсе начинают осваивать системы автоматизированного проектирования «Компас», Renga Architecture, «AutoCAD» на практических занятиях, на 3 курсе – по курсовому проектированию, на 4 — по дипломному проектированию.

Для составления и проверки расчётов смет строительных работ, а также составления различных актов обучающиеся используют программный комплекс ГРАНД-Смета. Преподаватели специальности «Экономика и бухгалтерский учёт» — программу «1С: Бухгалтерия». Работая с программой «1С: Бухгалтерия», обучающиеся решают систематизированные задачи по бухгалтерскому учёту, заполняют различные формы отчетности, выполняют курсовое, дипломное проектирование.

Методические материалы онлайн-платформы используются педагогами в качестве системы подготовки участников по ИТ-компетенциям чемпионатов «Ворлдскиллс», «Абилимпикс». Колледж ежегодно принимает участие в конкурсах профессионального мастерства «Ворлдскиллс», «Абилимпикс», которые являются средством выявления и поощрения талантливых обучающихся.

Колледж имеет опыт подготовки и проведения государственной итоговой и промежуточной аттестации обучающихся по программам среднего профессионального образования в форме демонстрационного экзамена по стандартам «Ворлдскиллс Россия» на своих аккредитованных площадках по компетенциям:

- веб-технологии (09.02.05 Прикладная информатика (по отраслям));
- сметное дело (08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений);
- электромонтаж (13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям));
- бухгалтерский учёт (38.02.01 Экономика и бухгалтерский учёт).

Анализируя результаты создания информационной образовательной среды в колледже, можно выделить следующие положительные результаты:

- подход обучающихся к учебному процессу становится более деятельным;
- появляется возможность контроля учебного процесса на всех этапах занятия;
- осуществляется более гибкое управление деятельностью обучающихся, полнее учитываются их индивидуальные особенности;
- экономится время;
- качественно изменяются учебные материалы;
- увеличивается доля самостоятельной работы обучающихся;
- увеличивается объём и разнообразие доступной учебной и профессиональной информации (работа с электронными библиотеками, базами данных, расширение образовательного пространства) в любом месте и в любое время (через Интернет).

Итак, наличие современного компьютерного и программного обеспечения, оптимальная и рациональная организация учебной и учебно-методической работы содействует созданию информационной образовательной среды, позволяющей повышать мотивацию и качество подготовки студентов соответствующего уровня и профиля, конкурентноспособных на рынке труда, компетентных, ответственных, способных к эффективной работе на уровне мировых стандартов.

Список литературы

1. Влияние конкурсов профессионального мастерства на формирование профессиональных компетенций будущего специалиста / Н.Ю. Загайнова, Е.Ю. Кузнецов, И.Г. Герасимова, С.В. Михайлова //Междисциплинарность науки как фактор инновационного развития: Сб. статей МНПК. – Уфа: Омега Сайнс, 2021. – С. 31-36. – Текст электронный. – URL: <https://elibrary.ru>.

2. Подготовка специалиста в цифровом образовательном пространстве –Текст электронный – URL <https://agkotib.ru/images/files/2020/Sb-npk-2020.pdf>

3. Практика подготовки обучающихся с ОВЗ к конкурсам профессионального мастерства «Абилимпикс» по ИТ –компетенциям – Текст электронный. – URL <http://проф-обр.рф/blog/2022-0>.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПО REVIT И ПК ЛИРА-САПР ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

П.А. Ершова, конструктор-проектировщик 1 категории

ООО «Проектное бюро Р1», Екатеринбург

Аннотация: в данной статье описывается подход к созданию расчётной модели каркаса монолитного здания, замоделированного в ПО Revit. В основе подхода лежит экспорт 3D-модели в формате IFC и дальнейший импорт в расчётную программу. При помощи данного метода уменьшается возможность допустить ошибки, которые зачастую неизбежны при построении расчётной модели «ручным» способом.

Ключевые слова: BIM проектирование, Revit, IFC, ЛИРА-САПР, расчётная модель.

С каждым годом во многих сферах деятельности всё больше усиливается тренд на цифровизацию [4]. Строительная сфера - не исключение. BIM проектирование зданий постепенно замещает традиционное 2D проектирование, опережая его во многих аспектах. 3D-модель здания - это не только чертежи, но ещё и база данных с различными характеристиками объекта, которые связаны между собой и зависимы друг от друга. Среди главных преимуществ подхода BIM проектирования: визуализация объекта до начала строительства, уменьшение количества ошибок и коллизий, сокращение сроков проектирования, совместная работа над проектом специалистов смежных отделов [3]. Для специалиста конструкторского отдела стоит выделить упрощение и сокращение времени на рутинные операции. В качестве примера приведем ситуацию, когда конструктору необходимо создать расчётную модель монолитного каркаса 9-ти этажного жилого здания. Разберём подход к решению данной задачи, имея конструктивную и архитектурную 3 D-модели здания в ПО Revit, при этом расчёт необходимо выполнить в ПК ЛИРА-САПР.

В общем виде, чтобы передать данные между различными приложениями, когда они не поддерживают форматы друг друга, используется формат файлов IFC (Industry Foundation Classes) [1]. Этот формат определяет международные стандарты импорта и экспорта объектов зданий и их свойств. Таким образом, подход к решению задачи следующий:

- экспорт файла в формате IFC конструктивной 3 D-модели здания из ПО Revit;
- импорт файла в формате IFC конструктивной 3 D-модели здания в САПФИР (моделирование несущих конструкций);
- работа с геометрией модели построения, аналитической моделью каркаса здания;
- экспорт файла в формате IFC архитектурной 3D-модели здания из ПО Revit;
- импорт файла в формате IFC архитектурной 3D-модели здания в САПФИР (моделирование нагрузок от перегородок, полов);
- моделирование остальных нагрузок;
- создание и передача расчётной модели здания из САПФИРА в ПК ЛИРА-САПР.

На рисунке 1 представлены конструктивная и архитектурная 3 D-модели здания в ПО Revit.

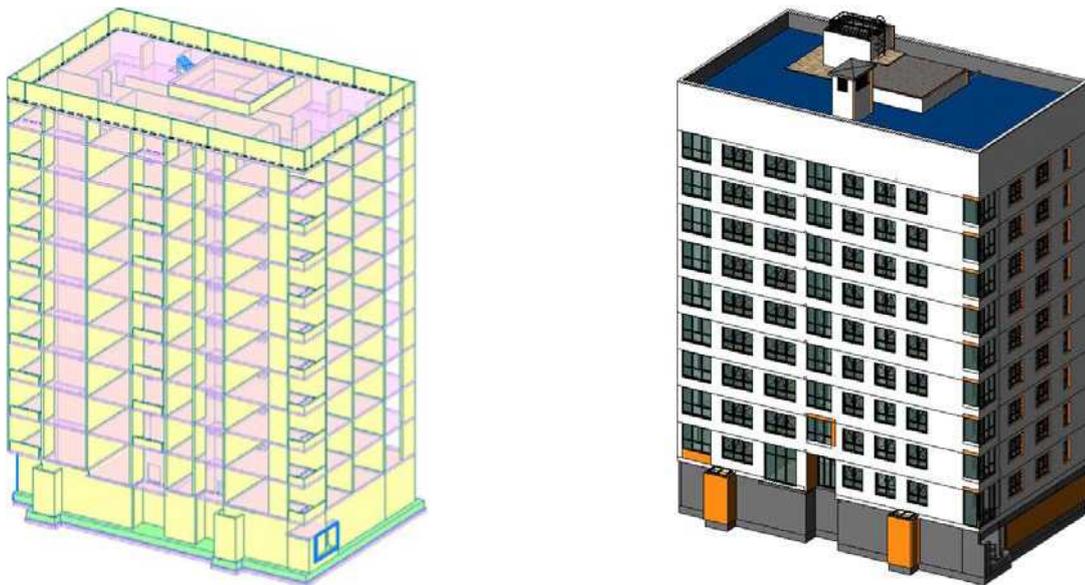


Рисунок 1. Конструктивная и архитектурная 3D-модели

Чтобы корректно экспортировать конструктивную 3D-модель необходимо соблюсти некоторые правила, а также при необходимости внести корректировки в Revit-модель. Все конструкции, для которых необходимо создать расчётную модель, должны иметь свойство «Несущие конструкции». Таким образом, эти конструкции будут иметь аналитическую модель [2], которая впоследствии перейдет в САПФИР. Все вертикальные элементы (стены, колонны) должны быть разбиты с зависимостью по уровням. Балки и места перепадов плит необходимо замоделировать категорией «Каркас несущий» и отсоединить от других элементов (рисунок 2).

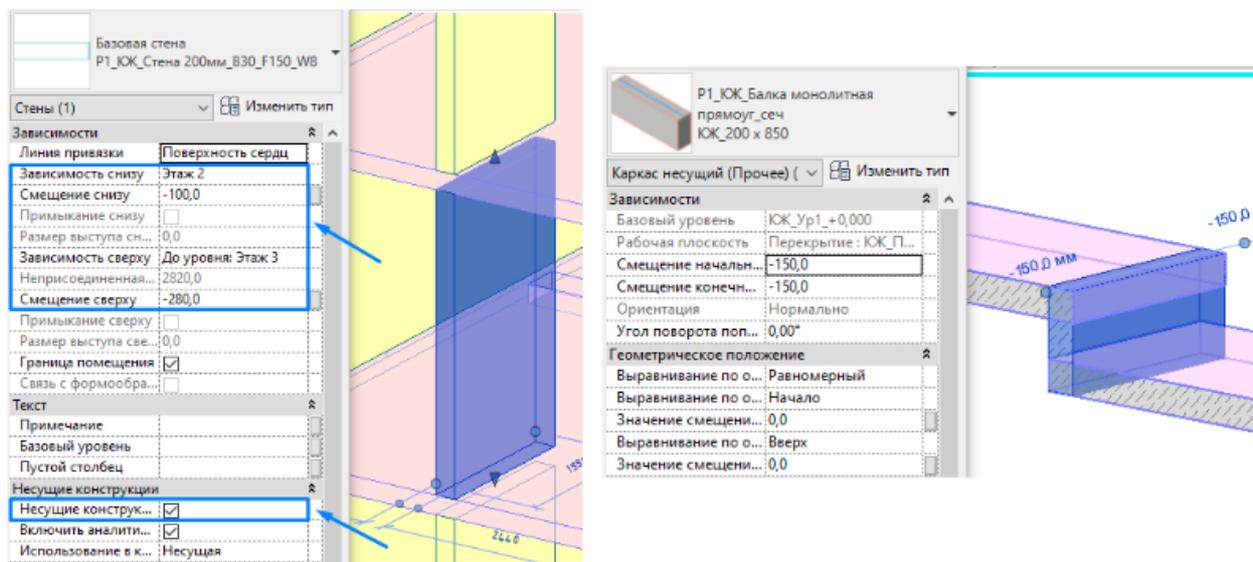


Рисунок 2. Необходимые параметры свойств для вертикальных несущих конструкций; зона перепада плит, выполненная балкой категорией «Каркас несущий»

После корректировки модели необходимо осуществить экспорт из ПО Revit в IFC-формат с 3D-вида. Далее готовый IFC-файл импортируется в САПФИР (рисунок 3).

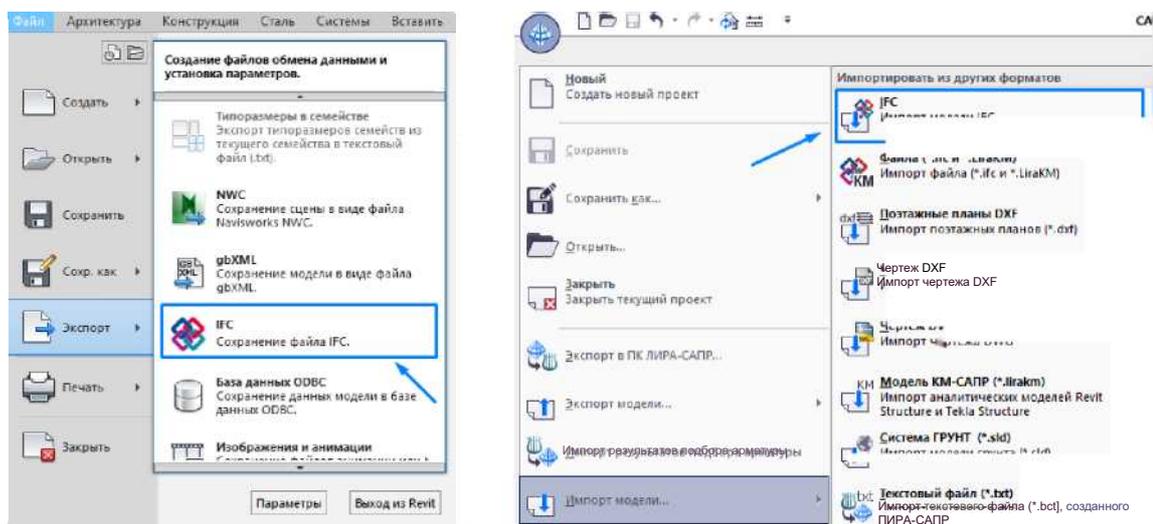


Рисунок 3. Экспорт IFC-файла из Revit и импорт его в САПФИР

В «Модель построения» пришло здание, импортированное из ПО Revit. На данном этапе необходимо удалить все ненужные элементы (термовкладыши, гидрошпонки, бетонные подготовки), настроить корректные параметры конструктивных элементов, назначить материалы и характеристики несущих конструкций, провести операции дотягивания, пересечения, триангуляции и создать расчётную модель здания (рисунок 4).

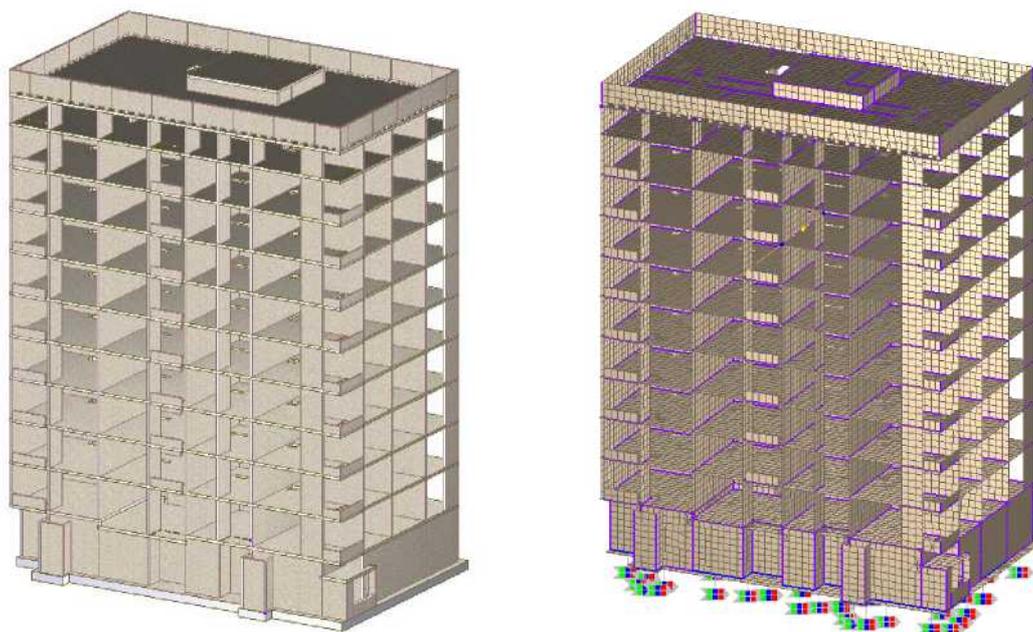


Рисунок 4. «Модель построения» и «Расчётная модель» здания в САПФИР, созданные в результате импорта IFC-файла

Следующим этапом будет работа с архитектурной Revit-моделью. На 3 D-виде необходимо оставить только те архитектурные стены, которые в дальнейшем будут интерпретированы нагрузкой в расчётной модели (перегородки, фасадные стены). По аналогии с несущими конструкциями, экспортируем файл в IFC-формат и импортируем его в САПФИР (рисунок 5). Для архитектурных стен следует задать и назначить материалы, при этом в «Аналитической модели» они придут в виде нагрузки (рисунок 6).

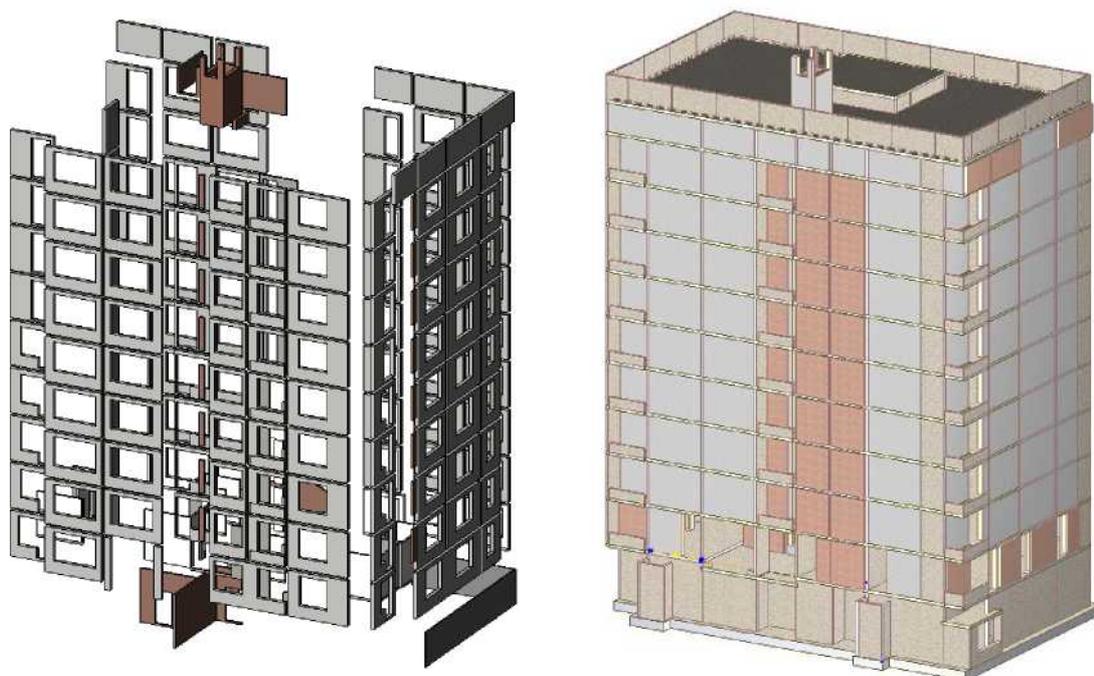


Рисунок 5. Архитектурные стены в Revit-модели и в «Модели построения» САПФИР



Рисунок 6. «Аналитическая модель» здания в САПФИР с нагрузками от архитектурных стен

Для задания распределённых нагрузок от полов, полезных нагрузок есть возможность экспорта архитектурных помещений, при условии, что в Revit-модели они заданы корректно. При таком способе можно избежать избыточной нагрузки, которая при обычном подходе оказывается в том числе и под стенами. Остальные нагрузки задаются классическим способом, формируются загрузки, РСН, РСУ, и окончательная расчётная модель передаётся в ПК ЛИРА-САПР (рисунок 7).

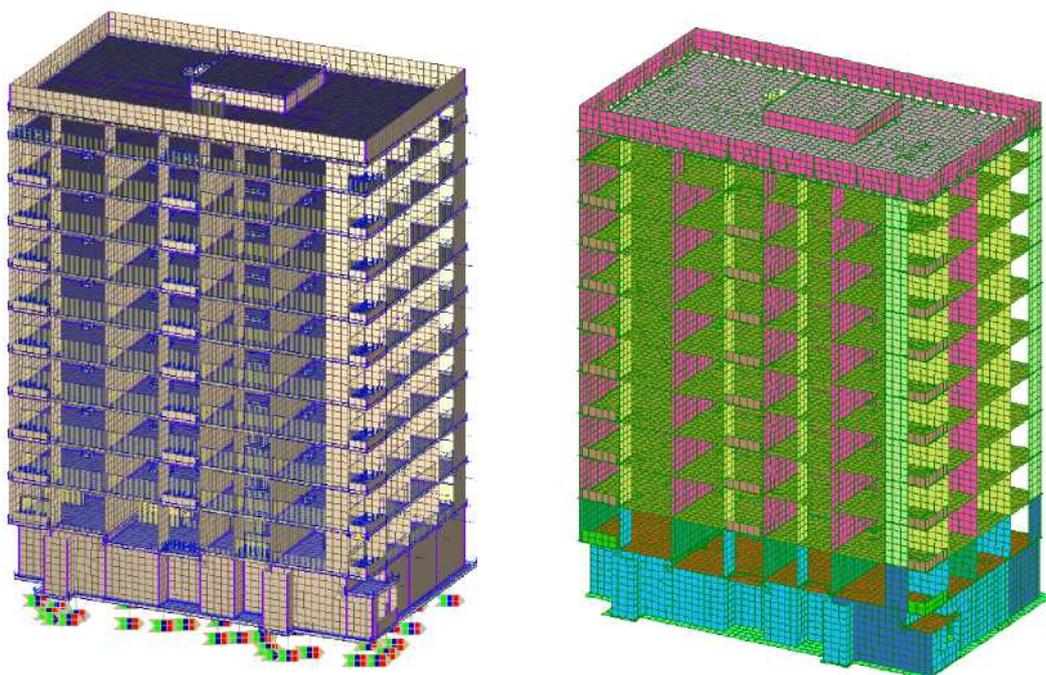


Рисунок 7. Итоговая расчётная модель в САПФИР, переданная в ПК ЛИРА-САПР

Таким образом, имея 3D-модель несущих конструкций здания в ПО Revit, можно представить её в аналитическом виде и передать в ПК ЛИРА-САПР для дальнейшего расчёта. Также упрощается задание нагрузок от архитектурных стен, полов, полезных нагрузок. В целом этот подход позволяет избежать ошибок в построении модели «ручным» способом, так как физическая модель связана с аналитической и полностью её отражает.

Список литературы

1. Формат IFC. URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/RUS/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-0D546BEA-6F88-4D4E-BDC1-26274C4E98AC-htm.html> (дата обращения: 01.10.2022).
2. Аналитическая модель. URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/RUS/Revit-GetStarted/files/GUID-DB1B675D-23D7-48D2-B1CC-2930519A50F6-htm.html> (дата обращения: 01.10.2022).
3. Припутин Н.А., Леонова А.Н. Применение BIM-технологии в строительстве. Молодежь и новые информационные технологии. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27491645> (дата обращения: 01.10.2022).
4. Ноприз. Цифровизация строительной отрасли. URL: <https://nopriz.ru/upload/iblock/892/TSifrovizatsiya-stroitelnoy-otrasli-dlya-Strategii.pdf> (дата обращения: 01.10.2022).

ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГРАЖДАНСКОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Т.Н. Ильина, доктор технических наук, профессор, Д.А. Евраев, аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, Белгород

Аннотация: Строительная отрасль в России находится на этапе глобальных изменений в подходах и методах осуществления своей деятельности. Внедрение в гражданское и промышленное строительство новых правовых документов, обязывающих при проектировании создавать полноценные BIM-модели зданий и сооружений, позволит повысить качество создаваемых сооружений, увеличить конкурентоспособность между строительными организациями, кардинально изменить подход к проектированию. Данная статья предлагает ознакомиться с проблемами и трудностями внедрения BIM-технологий в России. Первоочередной целью статьи является разъяснение и уточнение сущности BIM-технологии, разбор преимуществ и недостатков данного новшества.

Ключевые слова: информационная модель, информационное моделирование, BIM-модель, BIM-технологии, строительная отрасль, ТИМ.

Строительная отрасль, на сегодняшний момент, требует оптимизации своей деятельности и разработки методов проектирования для удовлетворения внешних требований к повышению качества, обеспечению надлежащей ценности и снижению стоимости производимых продуктов. С развитием информационных технологий, увеличением производительности компьютеров и внедрением объектно-ориентированных методов работы с информацией стало возможным разрешение поставленных проблем и разработка совершенно новых способов представления информации. Решением является внедрение информационного моделирования объектов строительства в процесс проектирования зданий и сооружений.

Рассмотрим, что такое информационная модель объекта строительства и информационное моделирование зданий и сооружений. Согласно ГОСТ Р 57563-2017 правовыми органами даны следующие определения.

Информационная модель объекта строительства (building information model, BIM) – это совокупность представленных в электронном виде документов, графических и неграфических данных по объекту строительства, размещаемая в соответствии с установленными правилами в среде общих данных, представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла.

Информационное моделирование зданий и сооружений (building information modelling, BIM): Процесс создания и использования информации по строящимся, а также завершенным объектам капитального строительства в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей на всех этапах жизненного цикла [1].

Стоит отметить, что и в первом, и во втором определениях фигурирует аббревиатура BIM. Однако, смысл аббревиатуры изменяется в зависимости от определения. В первом случае, под BIM имеется в виду модель объекта, совокупность информации о нем в электронном формате. Во втором, под BIM подразумевается сам процесс формирования модели здания. Из-за таких неточностей в нормативной литературе возникает недопонимание между экспертами, проектировщиками и

инвесторами при составлении технического задания на проектирование и разработку информационной модели.

Несмотря на трудоемкую работу, сделанную сотрудниками Минстроя России, Московской государственной экспертизы и СПб ГАУ «Центра государственной экспертизы» по разработке нормативных документов в области BIM-проектирования, начавшуюся еще в 2017 году, имеются только основные нормативные документы. Эти документы разработаны вышеперечисленными органами, которые конфликтуют друг с другом в правовом и нормативно-техническом регулировании. При этом государственные правовые органы подчеркивают, что нормативно-правовая база не успевает за развитием технологии в области BIM-проектирования. Как результат, не выполнена фундаментальная задача по внедрению технологии информационного моделирования (ТИМ), отсутствует единая терминологическая система.

Рассмотрим плюсы и минусы внедрения BIM-технологий в строительную отрасль.

Основным аргументом в пользу внедрения BIM выступает 3D-визуализация проекта, которая позволит управлять процессами строительства на всех этапах его жизнедеятельности, возможность наглядно проанализировать оптимальные варианты проектирования и представить результаты проектирования в лучшем виде для заказчика или согласующих органов.

Вторым преимуществом является увязка всех разделов проекта в единой информационной модели, что позволит эффективнее и быстрее вносить изменения в случае нахождения коллизий и невязок, ошибок и допущений. При этом, если модель будет выполняться в единой среде данных, то это также будет сопровождаться моментальным внесением изменений на планах этажей, фасадах или разрезах, составляющих основу проектной документации всех разделов, разрабатываемых в данной среде.

Качественное использование информационного моделирования и BIM-технологий является гарантом повышения эффективности и результативности всей экономической структуры в области строительства [2].

К минусам BIM-проектирования, несмотря на его явные преимущества, можно отнести некоторые моменты, затрудняющие его внедрение в строительную отрасль.

Основной проблемой, тормозящей внедрение BIM-технологий, является потребность серьезных вложений в программное обеспечение. Современный опыт проектных организаций, переходящих на BIM, показал, что для решения проблем всех разделов проекта в среде информационного моделирования, проектная организация должна иметь достаточное количество приобретенных программ (Revit, Renga, NanoCAD, ArchiCAD и т.д.), так как на сегодняшний момент ни западный, ни российский поставщик ПО не имеет программы, которая может обеспечить функционал для работы всех специалистов в одной информационной среде. В любом случае от руководства потребуется приобрести более мощные вычислительные машины, которыми необходимо обеспечить каждого специалиста, работающего над проектом.

Следующая проблема – это отсутствие BIM-специалистов, которых невозможно обучить из-за отсутствия учебных программ в вузах. Первые специалисты в области BIM появятся только через 5-6 лет по прогнозам Минстроя РФ.

Как говорилось ранее, отсутствие государственной нормативной базы по урегулированию требований и методов информационного моделирования не позволит

применять BIM-технологии повсеместно, а только локально в определенных проектных организациях, имеющих право на разработку таких документов.

Первоочередным является решение архитектурных проблем, так как программы оптимизированы для уменьшения строительных площадей и наглядного представления объекта с использованием специализированного инструментария графического дизайна с увязкой объектов информационной модели. При этом для конструктивной составляющей модели на первый план выходит организация расчетной модели и проведение высокоточных конструктивных расчетов, которые необходимы для проведения симуляций технологических потоков, позволяющих внести необходимые упразднения и иные поправки. Зачастую подобную модель не удастся получить из информационной модели, так как ее практическое применение резко ограничивается [3].

Последним является, полное изменение применяемых тактик работы при отказе от двумерного проектирования и переходе на BIM. Эта одна из основных проблем. Переобучить персонал под программное обеспечение определенного поставщика, который предоставляет свое видение работы, подходит ни каждой организации. На протяжении всей истории развития информационных технологий самой серьезной претензией остается неприемлемость включения в интегрированный процесс иных методов работы и инструментов [4].

При этом законодательные органы стимулируют развитие технологий информационного моделирования (ТИМ), так как принято считать данный аспект одним из главных требований на пути перехода проектной деятельности строительства в современных условиях. Так с 1 января 2022 года создание и надзор за процессом изменения информационной модели объекта капитального строительства становится обязательным для заказчика, застройщика, технического заказчика, эксплуатирующей организации, если на реализацию данного объект выделены средства «бюджетной системы Российской Федерации». Следовательно, создание информационной модели для объекта строительства государственного заказа становится обязательным требованием как для федеральных, так и для муниципальных, независимо от стоимости заказа [5].

В процессе обучения технологов-проектировщиков и специалистов по разработке систем вентиляции и отопления была разработана BIM модель корпуса предубойного содержания животных с использованием программы Renga, разработанной под маркой Renga Software, совместное предприятие компании АСКОН и фирмы «1С».

Renga – российская программа для комплексного BIM-проектирования. Разработана как система, с полным инструментарием, реализующим принципы BIM-технологий. Программа нацелена на легкий переход проектировщиков с классических графических редакторов на технологии проектирования BIM, за счет возможности использования двумерных планов распространенных форматов в качестве основы работы.

Стили и шрифты модели по умолчанию настроены под российские нормы и правила, чтобы выпускаемая документация имела строго установленный требованиями вид.

Также Renga имеет прямую интеграцию со строительными решениями фирмы "1С" для применения технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла зданий.

Построение модели проходит на предварительно созданных уровнях для разделения архитектурных, конструктивных, технологических и инженерных элементов модели. Для примера на рисунке 1, представлен изолированный уровень систем отопления и вентиляции.

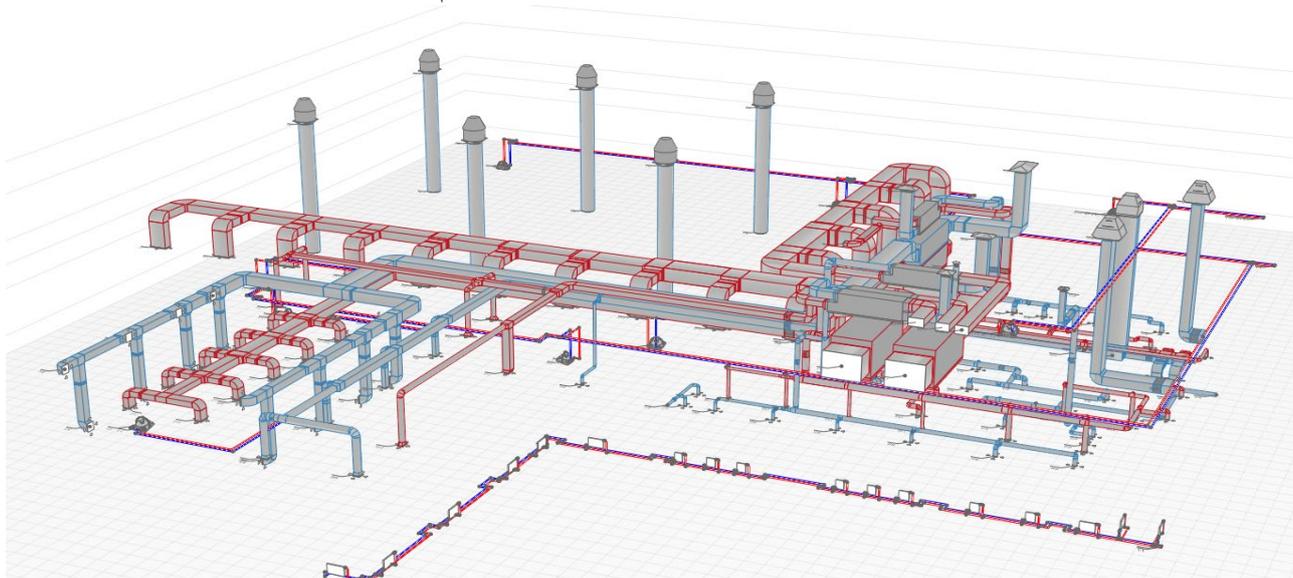


Рисунок 1. Изолированные уровни «ОВ_1 этаж» и «ОВ_2 этаж»

Оборудование, которое включает информационная модель состоит из вентиляционного оборудования базового каталога, а также преобразованных копий базовых элементов с измененными характеристиками в инструментарии программы. Создание новых копий не вызывает каких-либо сложностей, интерфейс удобен, интуитивно понятен, имеет оптимальный спектр характеристик. Кроме габаритных размеров оборудования, Renga позволяет назначить свойства: материал, вес, марку и т.д., а также создать свои свойства, которые в итоге можно будет заполнить.

На основе информационной модели была получена графическая часть, оформленная по требованиям к рабочей документации. В дальнейшем из информационной модели можно получить спецификации оборудования и материалов, для проведения сметного расчета. Модель также можно экспортировать в среду общих данных программы Pilot-BIM для автоматического формирования и консолидирования модели с другими трехмерными файлами.

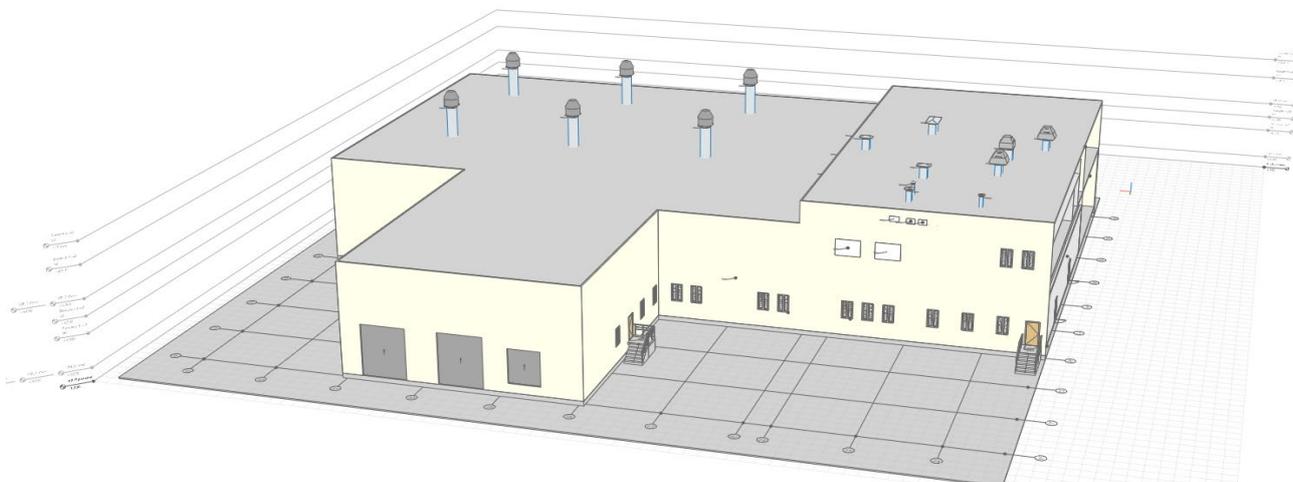


Рисунок 2. Общий вид корпуса предубойного содержания.

В качестве решения цели BIM по представлению для заказчика красочной визуализирующей составляющей проекта, разработчиками программы Renga была

добавлена возможность по наложению и присвоению текстур для отдельных элементов и объектов.

Для примера на рисунке 4 представлен общий вид корпуса предубойного содержания после наложения текстур.

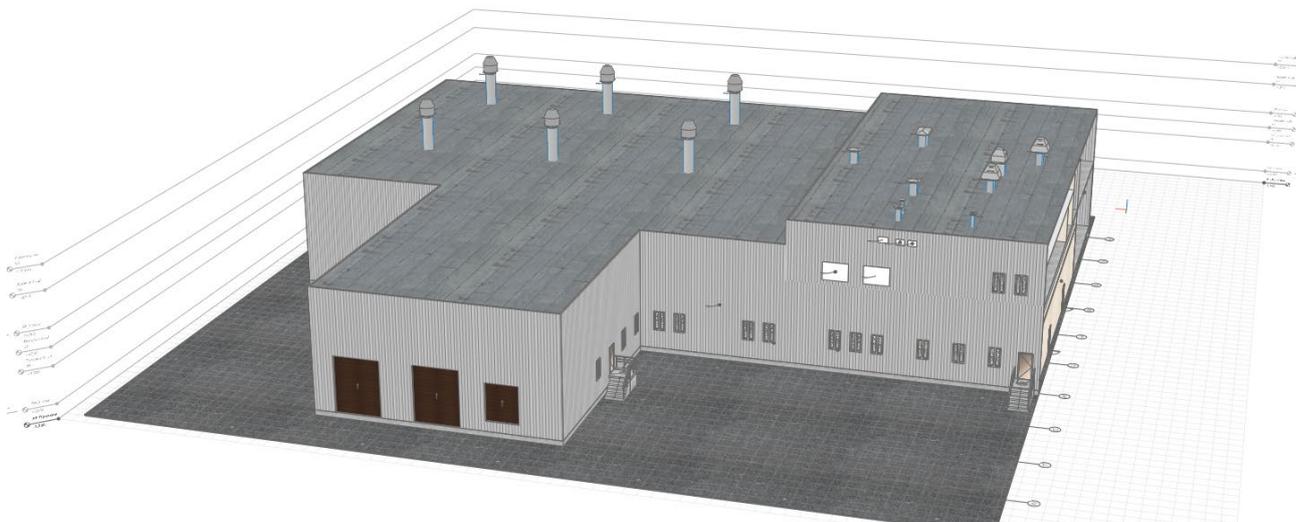


Рисунок 3. Общий вид корпуса предубойного содержания с текстурами.

За восемь-десять лет международного опыта по внедрению BIM в строительную отрасль, данная практика показала впечатляющие успехи в завоевании рынка. В высокоразвитых странах технологии информационного моделирования успешно используются в процессе проектирования, строительства, эксплуатации зданий и сооружений.

Для снижения рисков проектировщику необходимо основательно подойти к выбору программного обеспечения с учетом перечисленных выше проблем, активно заняться подготовкой к переходу на BIM и внедрению ТИМ внутри организации, разработать допустимые способы внедрения информационного моделирования в организации, подробно изучать задание на проектирование [6-7].

Скорое внедрение BIM-технологии в России позволит решить ряд проблем: намного уменьшатся сроки проектирования, улучшится качество эксплуатации готового здания, сократится количество переработок, уменьшится количество ошибок, допускаемых при проектировании, появится возможность хранить всю информацию о сооружениях в единой системе.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57563—2017/ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений (с Поправкой)
2. Nechaev A.V. INFORMATION TECHNOLOGIES OF DIGITAL ECONOMY - METHODS AND TOOLS// Proceedings of the XX International Multidisciplinary Conference «Recent Scientific Investigation». Primedia E-launch LLC. Shawnee, USA. 2021. DOI:10.32743/UsaConf.2021.5.20.262419
3. Горшков А.С., Железнов С.А., Лемешко Р.А., Пойда С.В. Внедрение BIM технологий в строительство // «AlfaBuild» (ISSN: 2658-5553), 2022. №2. С. 70-81.
4. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М., 2015. 409 с.
5. Постановление правительства России №331 от 5 марта 2020 года «О введении обязательного использования технологий информационного моделирования на объектах госзаказа»
6. Талапов В.В., Махиев Б.Е., Хапин А.В. Послесловие к BIM-форуму: кого и кому учить BIM-технологиям проектирования // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. 2019. № 4. С. 157–160.

7. Митягин С.Д. Градостроительная политика в условиях экономической нестабильности. Научный совет РААСН по проблемам экономики в области архитектуры, градостроительства и строительных наук. Стратегия и тактика инвестиционно-строительной деятельности в условиях нестабильного роста экономики. СПб.: СПбГАСУ, 2016. С. 3–40.

8. Беликова А.С., Варибрус Д.С. BIM-проектирование в строительстве // Журнал "Инновационная наука", 2019.

9. Лустина О. В., Бикбаева Н. А., Купчечков А. М. Использование BIM-технологий в современном строительстве // Молодой учёный №15 (119), 2016 г.

10. Ташкенбай М. Н. Анализ внедрения методологии информационного моделирования зданий (BIM) при проектировании конструкций // Молодой учёный №16 (358), 2021 г.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ BIM В РОССИИ

Д.Е. Новик, студент, Д.Н. Желонин, студент, О.Д. Курбаковских, старший преподаватель

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в данной работе рассмотрены вопросы необходимости дальнейшего внедрения BIM-технологий в России; подготовки и развития кадрового потенциала в строительной отрасли для создания конкурентоспособных образовательной и профессиональной баз, соответствующих высоким стандартам качества и эффективности и функционирующих на основе системы современных согласованных финансово-экономических, технических, организационных механизмов. Одним из способов достижения целей инновационного развития является совершенствование архитектурно-строительного проектирования, в частности внедрение BIM-технологий, позволяющих принимать рациональные решения на всех стадиях жизненного цикла зданий и сооружений – от разработки концепции проекта до демонтажа здания или сооружения.

Ключевые слова: строительная отрасль, информационные технологии, информационное моделирование зданий, BIM-технологии, обучение BIM-технологиям.

Информационная модель - это совокупность данных, документов и материалов, создаваемых на всех этапах жизненного цикла проекта капитального строительства. В России использование технологии *BIM* при строительстве объектов общественного назначения должно было стать обязательным в 2019 году. Михаил Мень, министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утверждал, что это решение позволит сократить расходы на проектирование на 30% и обеспечить более точный контроль затрат. Впоследствии дата перехода была отложена, поскольку большинство российских организаций не были готовы к переходу на *BIM*, и 20 декабря 2021 года была утверждена дорожная карта по внедрению и использованию информационного моделирования (*BIM*) в проектировании и строительстве. Дорожная карта также определяет ряд мероприятий, направленных на развитие перспективных приложений новых технологий в строительной отрасли. Например, в ней определено развитие условий для реализации строительно-дополнительных технологий, дополненной реальности (*AR*) и воздушного наблюдения с помощью беспилотников на этапе ввода объектов в эксплуатацию, а также во время инспекции, строительства, эксплуатации и сноса объектов. В свете вышесказанного следует отметить, что переход на *BIM* требует изменения структуры проектирования, изменения организации процесса проектирования и, прежде всего, изменения психологии проектировщика. Рассмотрим основные сложности перехода на *BIM*:

Нормативная документация по BIM

BIM стандарт — это документ, который содержит требования к процессу информационного моделирования компанией-исполнителем, кадровому составу и ресурсам, задействованным в *BIM*-проекте, а также конечной *BIM*-модели [<https://roseco.net/about/articles/bim-standart-osnovnyie-ponyatiya>]

В 2016 году был представлен *BIM*-стандарт Площадные объекты. Версия 2.0 от компании *Autodesk* [<https://knowledge.autodesk.com/ru/community/collection/все-материалы-по-bim-стандартам>]. Применение настоящего руководства необходимо при подготовке технического задания и позволит надлежащим образом сформировать требования заказчика к информационным моделям и процессам информационного моделирования, повысить качество и сократить сроки выполнения проектных работ за счет стандартизации оптимального подхода к выполнению работ на основе единых методов и методик, а также послужит основой для независимой экспертной оценки

выполнения работ, что приведет к снижению рисков чрезвычайных ситуаций и обеспечению экологической безопасности. Он также служит основой для независимой экспертной оценки выполнения работ, что приводит к снижению рисков чрезвычайных ситуаций и обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды.



Рисунок 1. ВІМ стандарт

25 июля 2022 года единый институт развития жилищного строительства "ДОМ.РФ" объявил о разработке национального стандарта, включающего требования к информационным моделям жилых зданий.

4 августа 2022 года компания АСКОН [<https://ascon.ru/>], отечественный создатель инженерного ПО, объявила о выпуске *ВІМ*-стандарта, позволяющего оптимизировать введение технологии информационного моделирования для заказчиков промышленного и гражданского строительства. Документ служит базой для методологии внедрения *ВІМ* и, помимо стандарта, включает модель *ВІМ*-процесса для полного жизненного цикла проекта капитального строительства, а также процедуры и шаблоны для использования ПО. Конкретным итогом использования данного стандарта может стать радикальное увеличение контроля и предсказуемости удачного выполнения проектов.

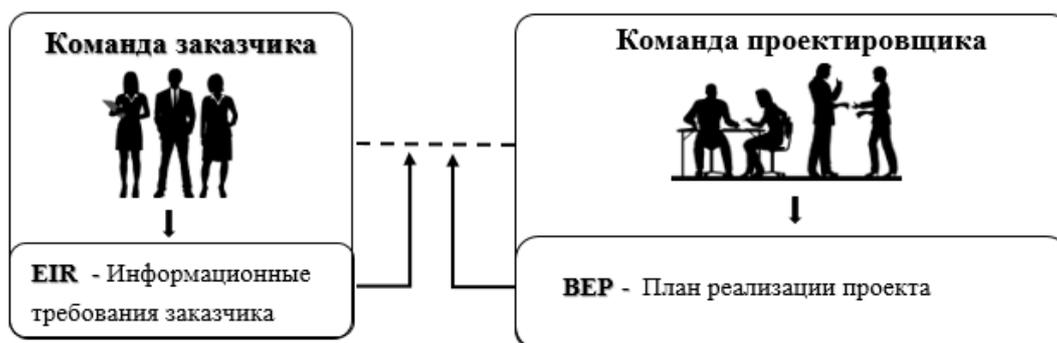


Рисунок 2. Взаимодействие заказчика и проектировщика

При переходе на *ВІМ* заказчик предоставляет документ - *EIR* (Информационные требования заказчика) - информационные требования заказчика

чаще всего оформляются как приложение к договору; в *EIR* содержатся полные требования к деталям модели во всех разделах. В ответ на это проектировщик разрабатывает *БЕР* (*BIM Execution Plan*), который показывает, как должна быть организована работа всех участников проекта и какие инструменты должны быть использованы. Важно отметить, что *БЕР* формируется участниками для подачи документов на участие в торгах и конкурсах, а также формируется после принятия решения о заключении контракта на подготовку проектной документации. *БЕР*, созданный подрядчиком, в вопросах, связанных с технологией *BIM*, показывает заказчику, насколько компетентна та или иная проектная организация, а еще закладывает основу для взаимодействия с проектировщиками строительной организации для выполнения поставленных задач, строительный контроль - это: проектирование здания, авторский контроль.

Открытый формат обмена данными

На современном рынке существует множество продуктов для реализации *BIM*-проектирования, 90% из которых на российском рынке - это продукты *Autodesk*. С другой стороны, инженерные данные, создаваемые системами *CAD*, позволяющими моделировать *BIM*, в основном находятся в закрытых коммерческих форматах, характерных для их программных продуктов. В связи с этим необходимо создать общую среду данных с использованием открытых форматов в процессе проектирования зданий и сооружений. Одним из таких форматов является *IFC* (*Industry Foundation Classes*) - формат файлов для обмена данными между различными приложениями. Этот формат определяет международный стандарт для импорта и экспорта строительных объектов и их свойств. Важной темой является прохождение *BIM*-моделей через национальную экспертизу. Предлагается рассмотреть требования Московского государственного экспертного совета и Центра государственной экспертизы. (Санкт-Петербургское государственное автономное учреждение "ЦГЭ"). На начальном этапе происходит проверка модели на правильность геометрии и содержание *CIM*-информации. Количество проверок варьируется для каждой проверки, но основные из них следующие

1. Проверка ввода элементов модели включает в себя проверку правильности моделирования геометрии.
2. Автоматизированная проверка на соответствие требованиям Технических регламентов.

Вышеуказанное это базовая проверка региональной экспертизы в любом конкретном регионе, доступная только экспертам. Правила проверки пишутся экспертами под их собственные специализированные программные пакеты. Московский государственный технический институт разработал собственную автоматизированную систему для проверки *CIM*, в то время как Санкт-Петербургский государственный технический институт использует *Solibri* в качестве основной системы для анализа информационных моделей. В результате разные экспертные системы предъявляют разные требования к информационным структурам *CIM*. Обе экспертизы требуют *CIM* в формате *IFC*; Мосгосэкспертиза однозначно заявляет, что не ниже версии 4, в то время как центр Госэкспертизы в Санкт-Петербурге более гибок в этом отношении, принимая как версию 4, так и более старые модели версии 2х3. Приверженность *IFC4* также очевидна в требованиях Мосгосэкспертизы к пользовательским структурам данных. Структура атрибутов каждого класса объектов в модели должна содержать набор пользовательских свойств и набор проектных характеристик. Основной набор пользовательских свойств взят из спецификации *IFC*,

но также добавлен собственный набор параметров для нормативной проверки. В заключение хотелось бы добавить, что единый формат экспертизы *VIM*-моделей еще не разработан и не доработан, необходимость в котором очевидна на основе сравнения экспертизы в двух вышеуказанных областях.

Изменение технологии проектирования

Безусловно, *VIM* позволяет на ранних этапах рассчитывать стоимость, риски, сроки выполнения работ, что выгодно и удобно заказчику. На рисунке 3 видно, что при использовании *VIM* технологий изменяется соотношение времени на проектирование и выпуск рабочей документации по сравнению с традиционным проектированием, изменяется соотношение затрат на внесение изменений.

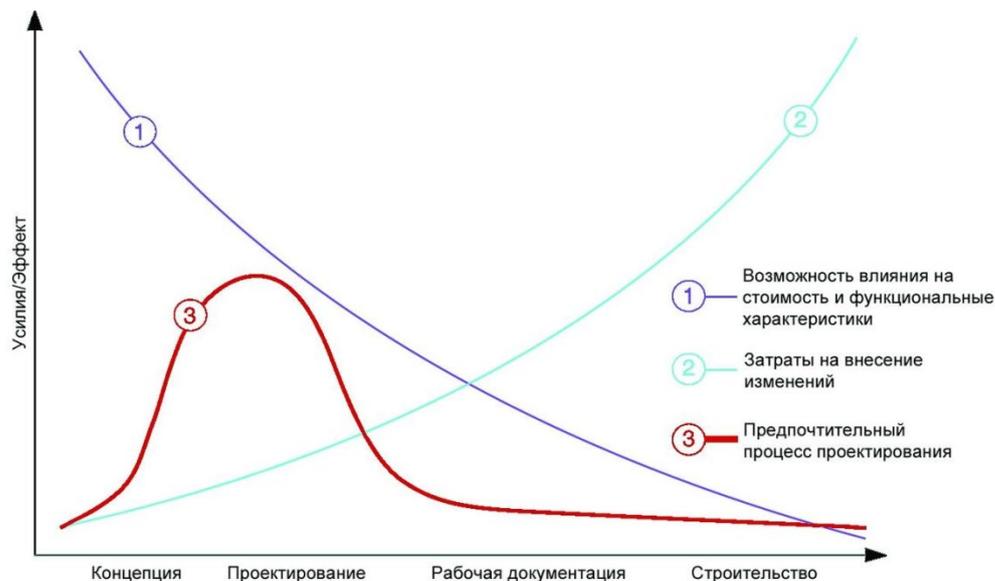


Рисунок 3. Влияние *VIM* на сроки строительства

Глобальная тенденция показывает постепенный, но последовательный переход от работ по чертежам к работам по моделям. Существует четкая концепция, что если модель содержит всю необходимую для строительства информацию, то чертежи больше не нужны.

Обучение

Другим важным аспектом является обучение и подготовка сотрудников. Работников необходимо готовить не только на курсах повышения квалификации, но и в высших учебных заведениях.

Инженерно-строительный институт СФУ ввёл курс по *VIM* уже более 5 лет назад, но только сейчас выпустившиеся специалисты начали применять свои навыки работы в *VIM* в проектных организациях. Кроме того, методы информационного моделирования наилучшим образом проявляются при работе в команде. Поэтому важно формировать команды *VIM*-проектирования в компаниях.

В настоящее время в России в программе "Компьютерное моделирование в строительстве" заняты только группы с государственной квалификацией. В основном, методы информационного моделирования рассматриваются как одна из дисциплин специализированных предметов "Строительство" и "Проектирование зданий". Кроме того, обучение *VIM*-проектированию часто проводится дистанционно; по окончании курса студенты с высшим профессиональным или средним профессиональным образованием могут получить диплом о профессиональной переподготовке или

повышении квалификации. Так же многие ВУЗы, такие как: СФУ; НИУ МГСУ; Московский Технологический Институт; СПбГАСУ и другие, проводят обучение студентов *BIM* в рамках строительных специальностей.

Студентов необходимо научить всесторонне понимать каждый этап работы, а также инструменты *BIM*. Внедрение технологии проектирования позволяет устранить ненужную работу, сократить рабочее время и повысить качество проекта.

Наиболее важными требованиями к студентам, изучающим проектирование, являются: междисциплинарные знания и способность обосновывать проектные решения в междисциплинарном ключе; способность мыслить системно и независимо; способность выявлять и эффективно решать производственные проблемы, используя компетенции, полученные в высшем образовании; нацеленность на эффективность профессиональной деятельности.

Одной из крупнейших частных организаций, которые проводят обучение по направлению *BIM* является *Vysotskiy consulting* [<https://bim.vc>]. Данная платформа предоставляет бесплатные курсы для частных лиц и платную поддержку и обучение для проектных и строительных организаций.

Импортозамещение

Одним из энтузиастов внедрения *BIM* в России Вадимом Муратовым был проеден опрос «об уровне развития *BIM* в проектировании» [<https://dzen.ru/media/muratovbim/bim-v-rossii-i-sng-rezultaty-bolshogo-oprosa-614738c68a833355e7c821b6>]. Результаты опроса можно посмотреть в его статье. Хотелось бы обратить внимание на представленную диаграмму:

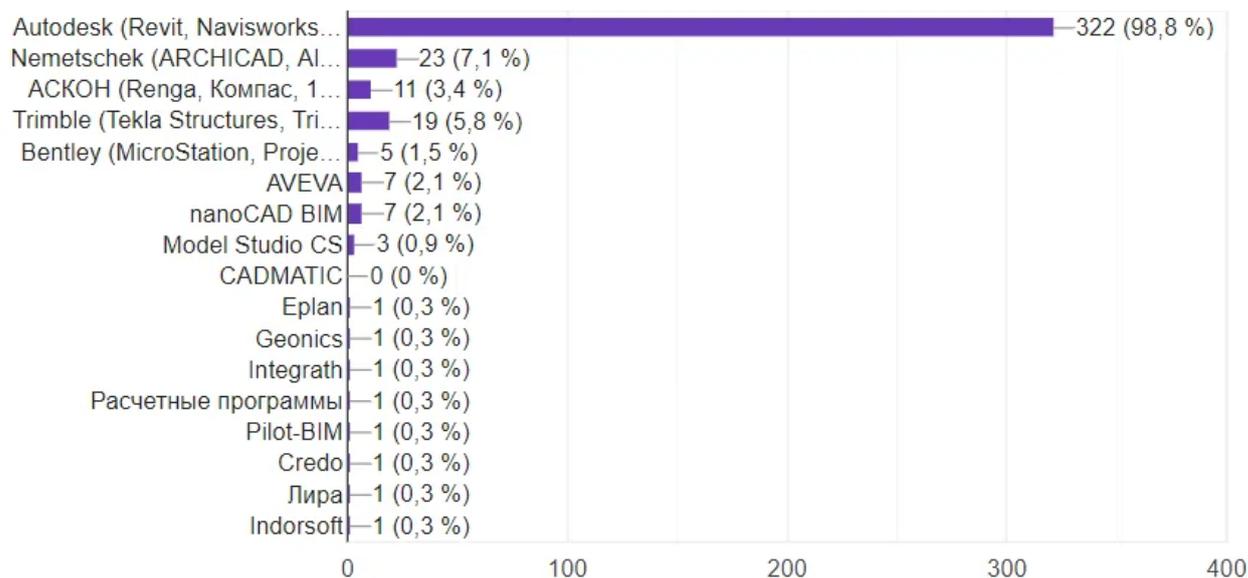


Рисунок 3. Диаграмма, отражающая предпочитаемое ПО

Почти 99% на сегодняшний день используют ПО *Autodesk Revit*, которое попало под санкции. С учётом малой развитости *BIM* в России и нехватки квалифицированных кадров, резкий переход, уже обученных людей, на отечественное ПО повлечёт за собой дополнительные финансовые и временные затраты.

Выводы

Информационное моделирование зданий часто рассматривается как следующий технологический шаг в строительной отрасли, и это справедливо. Однако эта технология не была создана для того, чтобы соответствовать текущим или

прошлым методам работы отрасли, и внедрение *BIM* требует адаптации, инвестиций и смены парадигмы, а не просто использования новых инструментов.

Стоит ли внедрять *BIM* на национальном уровне для решения задачи повышения качества проектирования и строительства?

Ответ на вопрос, как внедрить *BIM* на национальном уровне для повышения качества проектирования и строительства, очень прост: мы должны изменить не только требования к результатам проектирования и строительства, но и требования к эксплуатации зданий и других сооружений. Совсем нежелательно вмешиваться в процесс достижения результатов.

Однако внедрение технологии информационного моделирования на организационном и национальном уровне - это тоже инновационный проект, и к нему следует подходить по всем правилам реализации инновационных проектов, включая определение целей, задач, средств, сроков и полученных результатов, прикладывая к этому много усилий.

Как итог хочется отметить, что определённо нужно развивать такое значимое и актуальное направление как *BIM*, но подходить к этому вопросу необходимо рационально. Для грамотного перехода на *BIM*, необходимо провести определенные реформы в этой сфере с учетом рассмотренных в статье основных проблем.

Список литературы

1. Гаврилов М. А., Бредихин, М.Н., Куликов В.А. Информационное моделирование - основа для создания единого информационного пространства предприятия // ProBIM. – 2013.
2. Дронов Д.С., Киметова Н.Р., Ткаченко В.П. Проблемы внедрения BIM – технологий в России // Синергия Наук, 2017. – № 10.
3. Козлова Т.И., Талапов В.В. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры. Архитектура и современные информационные технологии // Architecture and modern information technologies, 2009. – № 3(8).
4. Курилин Н.О. Эффективность применения BIM-технологий в строительстве и проектировании, на примере строительства и эксплуатации ледового дворца “Большой” в г. Сочи // НИУ «Московский Государственный Строительный Университет». – 2015.
5. Вербицкий А.А. Качество подготовки специалиста в контекстном образовании // Актуальные вопросы обеспечения качества подготовки специалистов в профессиональных образовательных организациях: Материалы XVII Всерос. науч.-практ. конф. / Воронежский промышленно-гуманитарный колледж. Воронеж, 2016. Ч. 1. С. 3-11.
6. Вербицкий А.А. Качество подготовки специалиста в контексте компетентного подхода // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2009. № 4. С. 3-5.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РАМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ЭЛЕМЕНТА БАЛОК БДК-1

Н.И. Лях ,канд. техн. наук, доцент, В.Е. Зобнина, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: приведены результаты исследования возможностей использования балки БДК-1 при разработке, изготовлении и расчета рамной конструкции.

Ключевые слова: древесина, балка БДК-1, разработка, изготовления, конструкции, расчет.

Древесина, природный возобновляемый ресурс, основой для производства пиломатериалов, применяемых в различных отраслях промышленности и строительства. Достоинствами древесины являются физико-механические свойства, доступность, экологичность, технологичность обработки и другие [1].

В современных условиях в России потребители оценили преимущества загородного жилья: эпидемическая обстановка и рост экономической нестабильности подстегнули отложенный спрос на возведение деревянных загородных домов. В настоящее время строительство домов – как для круглогодичного, так и для сезонного проживания возрастает. По стране весной 2022 года показатель вырос на 30 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, люди, которые собирались построить загородный дом, решили инвестировать в него, чтобы не потерять финансовые средства, также интерес граждан с подвига самоизоляция – очевидны преимущества жизни в собственном доме.

Популярность деревянных домов объясняется их дешевизной и скоростью возведения по сравнению с другими материалами, а также из-за экологичности древесины. Деревянные конструкции пропускают свежий воздух, имеют свой природный приятный запах.

Технология каркасного домостроения предусматривает использование разнообразных новых материалов, в том числе двутавровых балок из древесины. Деревянные балки представляют из себя составную конструкцию: полки - как правило, из массивной, клееной древесины, *LVL*-бруса, и связующий центральный элемент, как правило, из фанеры или *OSB* [2]. Составное изделие предусматривает работу на изгиб, то есть использовании балки в качестве несущей конструкции у которой при малом весе достигается высокая прочность. Отсутствие материала из древесины в центральной части конструкции не значительно оказывает влияние на работу элементов.

В настоящее время БДК-1 (рисунок 1) востребованы в строительстве в качестве опоры опалубки в монолитном железобетонном строительстве, что стало возможным ввиду высокой несущей способности конструкции [3]. На ряду с этим в современном мире набирает обороты каркасное домостроение. На рисунках 1 и 2 приведены балки БДК-1.



Рисунок 1. Балка БДК-1

Целью нашей работы является популяризация применения балок БДК-1 в каркасном домостроении, не только в перекрытиях, но и в создании деревянных рам. Определить, возможно ли применение балок в домостроении в качестве несущего каркаса (рамы), разработать конструкцию рамы и провести ее испытания.

При выполнении работы решались следующие задачи: разработка узлов сопряжения (опорный, карнизный, коньковый); создание рамы из БДК-1 длиной 3 м.; определить наиболее подходящую методику расчета/проверки рам на прочность; выполнить проверку рам на прочность; сбор результатов и их анализ.

В настоящее время вопрос применение БДК-1 в сфере каркасного домостроения в качестве опорных конструкций изучен недостаточно.

Объектом наших исследований принята рамная конструкция, в которой основным элементом является балка БДК-1.

Главной проблемой было определение опасного сечения рамы. Оно находится в карнизном узле, так как там присутствует наибольшее значение величины момента (М). Для определения наиболее благоприятного угла, нами были проведены расчеты рам (в программном комплексе «SCAD») с различными комбинациями углов. Их результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения M_u в карнизном узле

Угол	Усилие, M_u , кН·м			
	двухшарнирная рама		трехшарнирная рама	
	наветренная сторона	подветренная сторона	наветренная сторона	подветренная сторона
15°	8,11	11,66	13,14	17,86
20°	7,46	11,44	12,03	16,78
25°	6,22	10,97	10,69	15,44
30°	5,76	10,51	9,56	14,34

По результатам расчетов была принята двухшарнирная рама с углами в карнизных узлах 30°, так как в такой конструкции усилие момента и пролет здания наиболее оптимальны (рисунок 2). Изготовленная рамная конструкция приведена из элементов БДК-1 (рисунок 3).

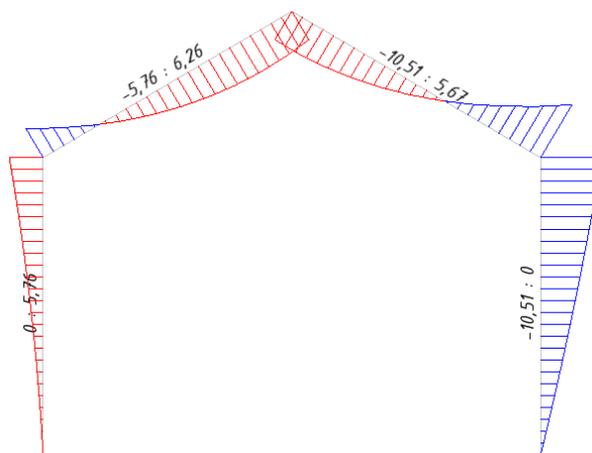


Рисунок 2. Эпюры M_y , двухшарнирная рама (30°), кН · м

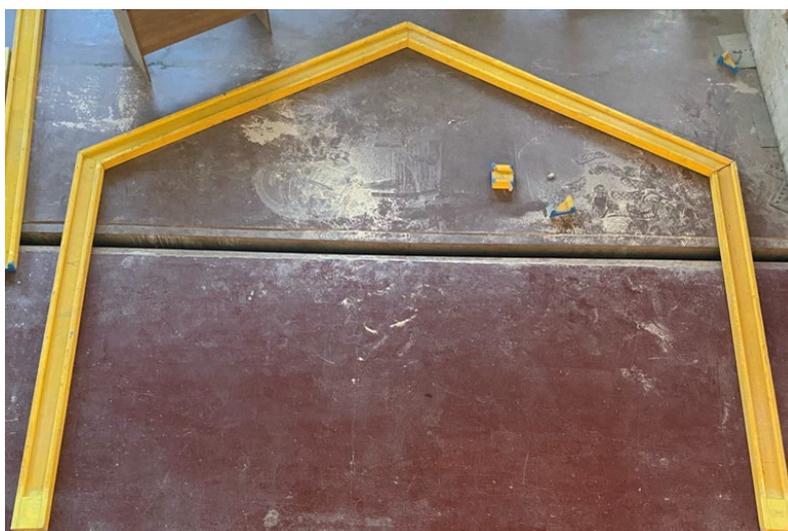


Рисунок 3. Изготовленная рамная конструкция из элементов БДК-1

Выводы

Результаты исследования подтвердили гипотезу возможности применения балки БДК-1 при изготовлении рамной конструкции. Исследование целесообразно продолжить с планированием размерных параметров конструкции учитывая территориально применение конструкций.

Список литературы

1. Серов Е. Н., Санников Ю. Д., Серов А. Е. Проектирование деревянных конструкций. М.: Издательство АСВ, 2011. – 536 с.
2. Вдовин В. М. Конструкции из дерева и пластмасс. Проектирование клеёнощитых и клеёфанерных конструкций, балок, арок и рам: учеб. пособие. – Пенза: ПГУАС. 2016. – 208 с.
3. Форт-Бетон, 2022: Балки опалубки: виды, назначение, технология монтажа и преимущества изделий, 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://fortboyard-msk.ru/raboty/opalubchnaya-balka.html> [дата обращения 02.04.2022]

РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ЗДАНИЙ НЕЛИНЕЙНЫМ СТАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Н.И. Марчук¹, канд. техн. наук, доцент, С.В. Деордиев¹, канд. техн. наук, доцент, О.Д. Курбаковских¹, ст. преподаватель, Т.Т. Шириев¹, аспирант, Е.В. Прасоленко², гл. специалист

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск

²РН-КрасноярскНИПИнефть, Красноярск

Аннотация: в статье дано обоснование и краткая характеристика нелинейного статического метода расчета зданий и сооружений на сейсмическое воздействие, в котором критерием сейсмостойкости здания является принцип необрушения несущих конструкций, что в свою очередь позволяет проектировать простые и регулярные системы с определенным уровнем обеспеченности сейсмостойкости. Приведены результаты расчета 4 этажного железобетонного здания нелинейным статическим методом в ПК ЛИРА-САПР и дано сопоставление результатов с решениями, полученными линейно-спектральным методом.

Ключевые слова: сейсмостойкость; нелинейный статический метод расчета; pushover analysis; спектральный метод; форма колебаний, ПК ЛИРА-САПР.

Наиболее простым и популярным методом, применяемым в современных российских нормах при расчетах зданий и сооружений на сейсмическую нагрузку в упругой стадии, является линейно-спектральный метод, однако при переходе работы системы в неупругую стадию, точность данного метода резко снижается. При этом также необходимо учитывать, что при расчете на максимальное расчетное землетрясение (МРЗ), здания подвергаются сильному сейсмическому воздействию, при этом предполагается, что в отдельных конструкциях могут возникать неупругие деформации.

Одним из методов, позволяющим учитывать допускающие повреждения и пластические деформации конструкций - является нелинейный статический метод или Pushover analysis.

Особенностью данного метода является то, что поведение конструкций и ее повреждения зависят не от усилий в элементах, возникающих при сейсмическом воздействии, а от деформаций. Ключевыми параметрами в этом методе сейсмического проектирования являются «требование» и «несущая способность». «Требование» отображает сейсмическое колебание грунта, а «несущая способность» – способность сопротивляться «сейсмическому требованию». Конструкция должна обладать несущей способностью для сопротивления «сейсмическому требованию» для удовлетворения целей проектирования. [7]

Метод нелинейный Pushover Analysis связывает между собой кривую зависимости «перемещение верха здания - сила сдвига в основании», которая называется кривой «способности» (кривая pushover), с сейсмическим «требованием», представленным в виде спектра реакции. Суть динамического метода состоит в пересечении кривых «способности» и «требования», в этой точке определяется ожидаемое поведение конструкции. Реакция конструкции или кривая «способности» зависит от выбранной схемы распределения горизонтальных сил. Для простоты рекомендуется распределение горизонтальных сил в соответствии с основной формой колебания здания.[2]

Максимальное перемещение нелинейной системы от сейсмического воздействия определяется с помощью итерационных процедур.

Рассматривается расчетная схема 4-этажного железобетонного здания длиной 96 м. Ширина здания - 18 м; шаг колонн 6 м; высота этажа 4,8 м (рисунок 1, а).

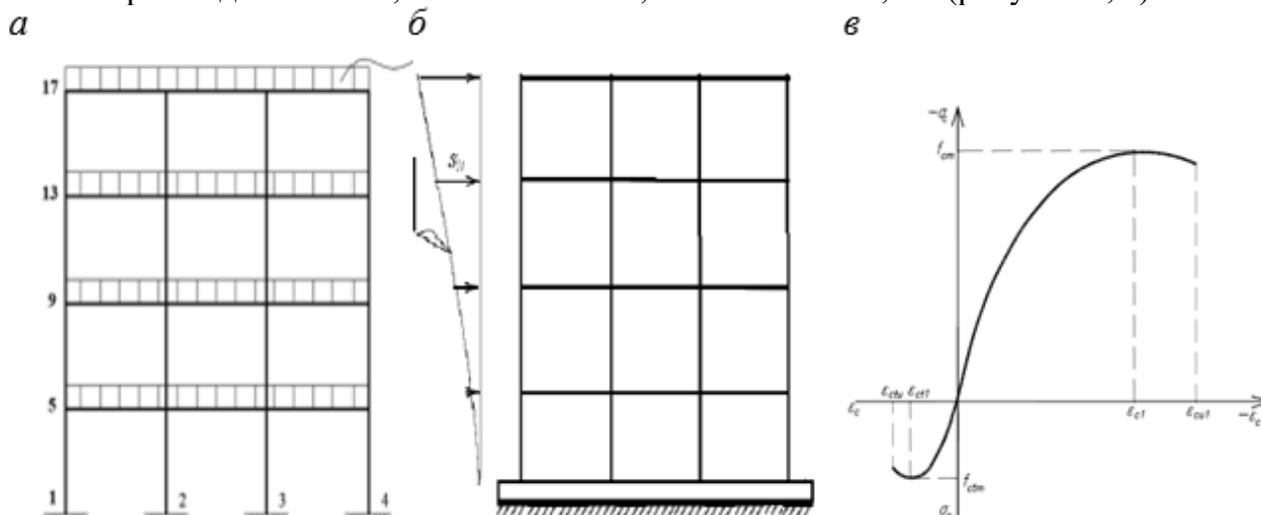


Рисунок 1. Четырех-этажное здание: а – расчетная схема здания; б – схема загрузки горизонтальной сейсмической нагрузкой по 1-ой форме колебаний; в – диаграмма деформирования бетона

Начальные размеры поперечных сечений несущих элементов каркаса здания: колонны 40x40 см; ригели по крайним рядам колонн – 40x75см, по средним рядам – 40x151см. Все конструкции каркаса выполнены из бетона В25, арматура класс А400С Ø32 и Ø16.

Диаграмма деформирования бетона принята экспоненциальной (рисунок 1, в), арматуры – упругопластическая с линейным упрочнением.

Грунты II категории, расчетная сейсмичность – 7 и 8,5 баллов.

Полная вертикальная нагрузка q , действующая на ригели перекрытий составляет $q = 44,1$ кН/м, ригели покрытия $q = 76,2$ кН/м.

Вначале был выполнен расчет здания линейно-спектральным методом на 8,5 – балльное землетрясение уровня ПЗ, в соответствии с СП 14.13330.2014. При этом частота первой формы собственных колебаний рамы составила 0,445 Гц. По результатам линейного расчета были заново подобраны сечения ригеля и колонн.

Полученные результаты расчета здания нелинейным статическим и линейно-спектральным методами при сейсмичности 7 и 8,5 баллов приведены на рисунке 2 и в таблице 1.

Для сопоставления полученных значений были выбраны величины перемещений по оси X, вдоль которой было приложено сейсмическое воздействие.

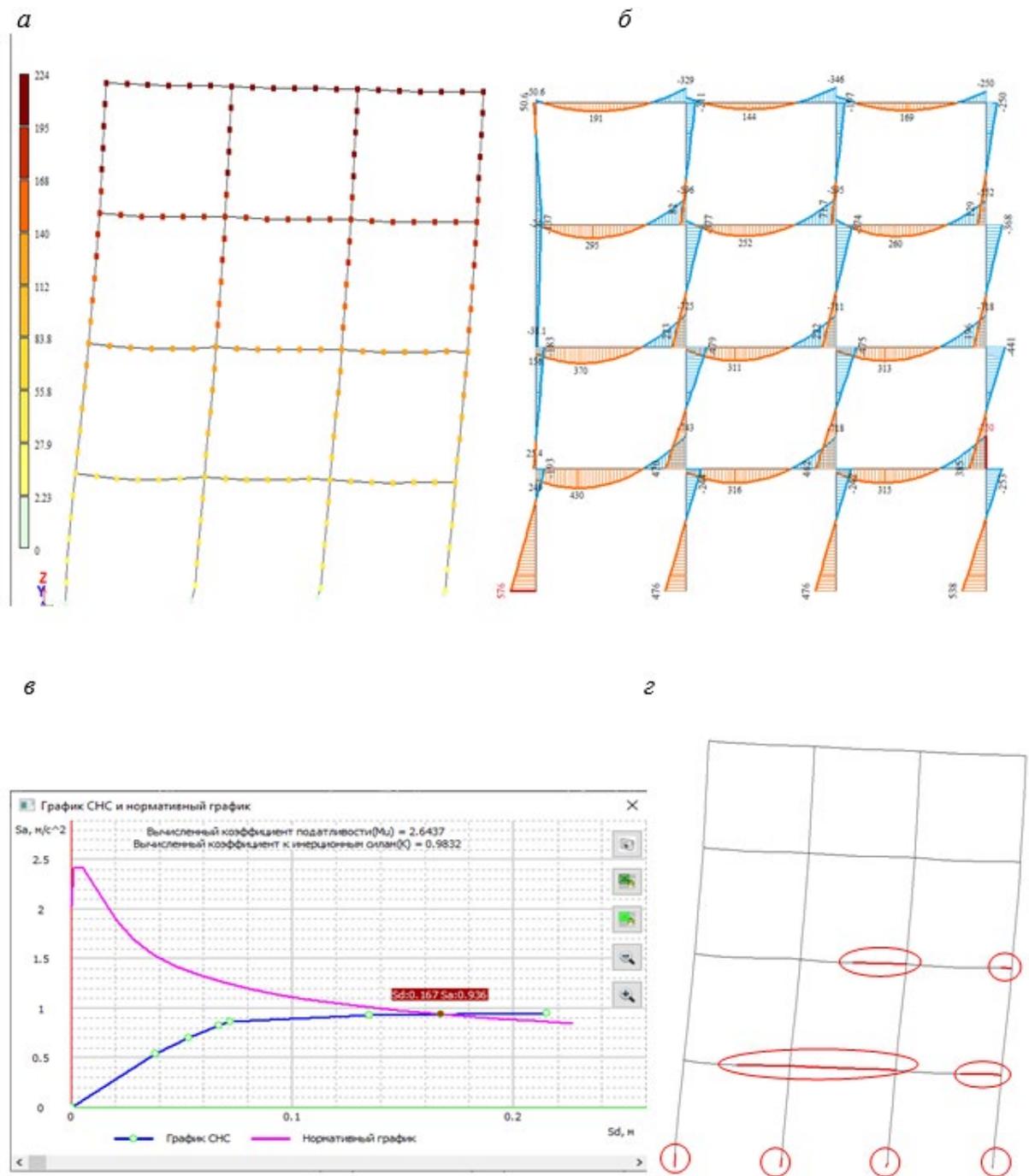


Рисунок 2. Результаты расчета 4-х этажного здания при сейсмичности 8,5 баллов методом «Pushover analysis»: а – эпюры горизонтальных перемещений; б – эпюры изгибающих моментов; в – окончательный результат «Pushover analysis» в виде кривых – спектра несущей способности (CHC) и нормативного спектра; г – схема разрушения здания.

Таблица 1 – Сопоставление результатов расчета нелинейным статическим методом с линейно-спектральным методом

Метод расчета \ Максимальные значения	Перемещения по оси X (мм)	Значения экстремальных изгибающих моментов (кН*м)
Pushover при 7 баллах	72,4	-625
Линейно-спектральный при 7 баллах	55,4	-502
Pushover при 8,5 баллах	224	-596
Линейно-спектральный при 8.5 баллах	103	-483

Анализ результатов расчета показывает, что перемещения, полученные по методу «Pushover» при 7-балльном землетрясении превышают перемещения, полученные линейно-спектральным методом, на 33,5%, а максимальные изгибающие моменты больше на 19,7%. Максимальные перемещения и изгибающие моменты, полученные по методу «Pushover» при 8,5 балльном землетрясении, превышают перемещения и моменты, полученные линейно-спектральным методом на 54% и 20%, соответственно.

Области начального разрушения расчетной схемы здания (рисунок 2,г) при сейсмической нагрузке, соответствующей найденному решению (целевому перемещению) соответствуют наибольшим значениям изгибающих моментов и имеют место в опорной зоне колонн 1-го этажа, а также в некоторых зонах ригелей 1-го и 2-го этажей.

Список литературы

1. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*– Москва, 2014. – 126 с.
2. Мкртычев О. В., Джинчвелашвили Г. А. Современные концепции развития нормативных документов по сейсмостойкому строительству// Экономика и управление: проблемы и решения. 2013, №9 С.47-58.
3. Немчинов Ю. И., Марьенков Н. Г., Хавкин А. К., Бабик К. Н. Проектирование зданий с заданным уровнем обеспечения сейсмостойкости (с учетом рекомендаций ЕВРОКОДА 8, международных стандартов и требований ДБН): монография. —Киев: Минрегион Украины, ГП НИИСК, 2012. — 53 с.
4. Джинчвелашвили Г. А. Нелинейный статический метод анализа сейсмостойкости зданий и сооружений. // С.В Булушев, А.В. Колесников. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2016, №5. С.39-47.
5. Джинчвелашвили Г.А., Булушев С.В. Оценка точности нелинейного статического метода анализа сейсмостойкости сооружений // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2017. № 2. С. 41—48.
6. Мкртычев О. В., Джинчвелашвили Г. А. Оценка работы зданий и сооружений за пределами упругости при сейсмических воздействиях // XXI Russian–Slovak–Polish Seminar, “Theoretical Foundation of Civil Engineering”, Moscow–Archangelsk 03.07–06.07.2012. — P. 177–186.
7. Лира софт // Модули ПК ЛИРА 10. URL: ПК ЛИРА | Расчетные модули (lira-soft.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Н.И. Марчук, канд. техн. наук, доцент, В.И. Палагушкин, канд. техн. наук, доцент,
 А.В. Максимов, канд. техн. наук, доцент, О.М. Максимова, канд. техн. наук, доцент,
 И.Н. Архипов, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: проведены расчеты и выполнены исследования каркаса 20-этажного офисного здания на статическую нагрузку, собственные колебания, сейсмическое воздействие интенсивностью 7, 8,5 и 9 баллов, соответствующее расчетной ситуации - проектное землетрясение. Все расчеты выполнялись в ПК SCAD++.

Ключевые слова: сейсмическое воздействие, проектное землетрясение, собственные колебания, статическая нагрузка, каркас многоэтажного здания, численные исследования.

Важность проблемы сейсмостойкости зданий и сооружений обуславливается катастрофическими последствиями сильных землетрясений, особенно в густонаселенных районах. Поэтому исследования оценки сейсмического воздействия различной интенсивности на многоэтажные здания [1-3] является актуальной задачей.

Исследуется реакция каркаса многоэтажного офисного здания, (рисунок 1), при действии сейсмических нагрузок различной интенсивности.

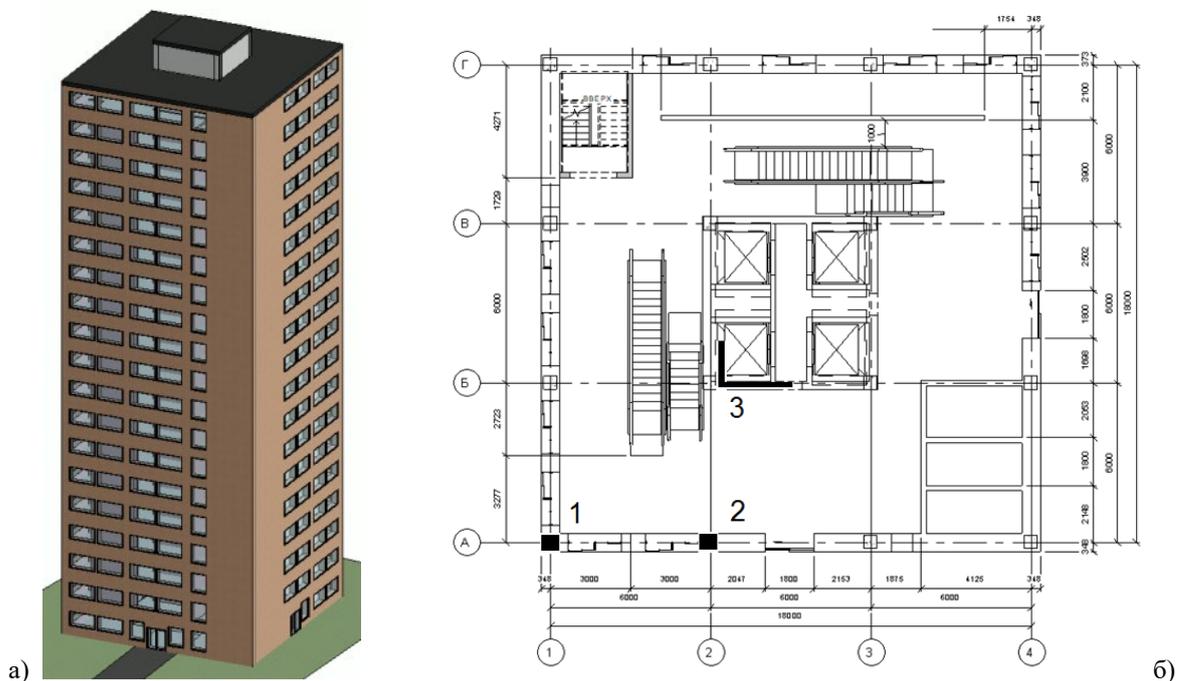


Рисунок 1. Многоэтажное здание: а – общий вид здания;
 б - план типового этажа

Результаты расчета каркаса здания на собственные колебания представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

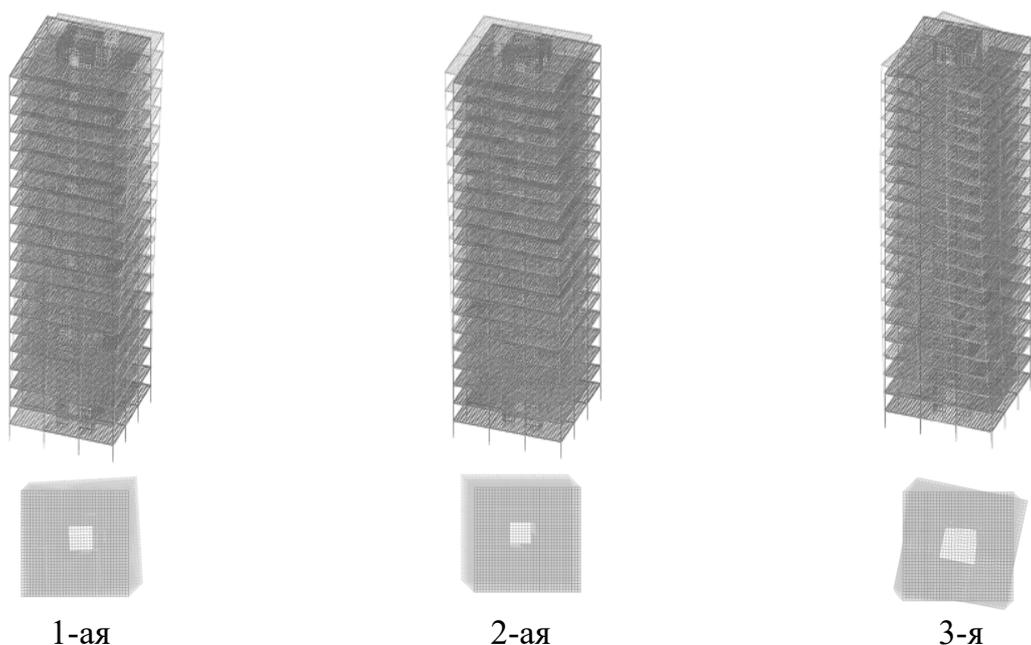


Рисунок 2. Формы собственных колебаний многоэтажного здания

Первая и вторая формы собственных колебаний являются изгибными, третья форма – крутильная [4].

Таблица 1. Частоты и периоды собственных колебаний

Форма	Частота		Период (сек)
	1/сек	Гц	T
1	3,81	0,607	1,65
2	3,84	0,612	1,63
3	5,42	0,863	1,16

Для исследования реакции здания при сейсмическом воздействии различной интенсивности (7, 8,5 и 9 баллов), были выполнены расчеты по спектральному методу (СП 14.13330.2018) [5].

При расчете на постоянную статическую нагрузку, наибольшее горизонтальное перемещение здания составило 5,06 мм, а при учете ветровой нагрузки – 23,8 мм, что меньше нормативного, равного 126 мм.

Результаты расчетов на сейсмическую нагрузку показывают, что уже при сейсмическом воздействии 7 баллов максимальное горизонтальное перемещение здания составило 141,1 мм и превышает нормативное. При сейсмике 8,5 и 9 баллов горизонтальные перемещения увеличиваются и становятся равными 390,6 мм и 552,3 мм, соответственно, превышая при этом в 3,1 и в 4,4 раза нормативное значение.

Таблица 2 – Результаты расчета 20 этажного здания

Максимальные продольные силы, моменты, напряжения		Сейсмика по СП 14.13330.2018			Статический расчет с учетом ветровой нагрузки
		7 баллов	8,5 баллов	9 баллов	
1	2	3	4	5	6
Мах перемещение	X, мм	141,05	390,56	552,32	23,78
Колонны подвального этажа	N, т	-820,94	-1383,38	-1755,93	-661,88
	My, т·м	-23,75	-33,76	-46,93	-5,00
	Qz, т	12,68	17,56	23,97	-3,19
Колонны 1-го этажа	N, т	-781,16	-1341,01	-1706,51	-620,17
	My, т·м	-24,16	-28,79	-38,48	6,40
	Qz, т	15,13	17,21	22,87	-3,72
Колонны 10-го этажа	N, т	-415,07	-733,4	-940,10	-316,10
	My, т·м	-25,26	-52,43	-72,86	8,89
	Qz, т	16,77	34,41	47,81	-5,89
Колонны 20-го этажа	N, т	-35,10	-56,12	-69,79	-29,64
	My, т·м	22,22	62,16	86,40	-10,73
	Qz, т	13,63	36,30	50,47	-6,29
Перекрытие 1-го этажа	σ_x , т/м ²	1072,26	2227,51	4062,45	362,76
Перекрытие 10-го этажа	σ_x , т/м ²	1729,75	3690,08	4961,07	841,15
Покрытие 20-го этажа	σ_x , т/м ²	1503,11	2826,95	3685,26	978,71
Ядро жесткости подвального этажа	σ_x , т/м ²	-5103,10	-12579,00	-17426,00	-1606,28
Ядро жесткости 1-го этажа	σ_x , т/м ²	-4163,60	-10205,44	-14122,70	-1379,34
Ядро жесткости 10-го этажа	σ_x , т/м ²	-2305,50	-4513,37	6023,94	-1337,61
Ядро жесткости 20-го этажа	σ_x , т/м ²	1326,62	2502,88	3265,51	922,03

Как видно из таблицы 2, наибольшие продольные силы возникают в колоннах подвального этажа, при 7 баллах $N=820,94$ т, превышая усилия статического расчета в 1,2 раза. При сейсмическом воздействии 8,5 и 9 баллов $N=-1383,38$ т и $-1755,93$ т, соответственно, что в 2,1 и в 2,6 раза больше усилий статического расчета. На верхнем этаже здания максимальные продольные силы в колонах при 7 баллах составили 35,1 т, при 8,5 и 9 баллах 56,1 т и 69,8 т, соответственно.

Графики изменения продольных усилий по этажам здания при сейсмичности различной интенсивности показаны на рисунке 3.

Максимальные изгибающий момент и поперечная сила в колоннах подвального этажа при сейсмике 7 баллов равны $-23,75$ т·м и $12,68$ т, 10-го этажа $-25,26$ т·м и $16,77$ т, 20-го этажа $22,22$ т·м, $13,63$ т. При 8,5 баллах в подвальном этаже $-33,76$ т·м и $17,56$ т, на 10-ом этаже $-52,43$ т·м и $34,41$ т, 20-ом этаже $62,16$ т·м и $36,3$ т, а при сейсмике 9 баллов в колоннах подвального этажа $-46,93$ т·м и $23,97$ т, в колоннах 10-го этажа $-72,86$ т·м и $47,81$ т, в колоннах 20-го этажа $86,4$ т·м и $50,47$ т.

Изменение напряжений в ядре жесткости по этажам здания приведено на рисунке 4.

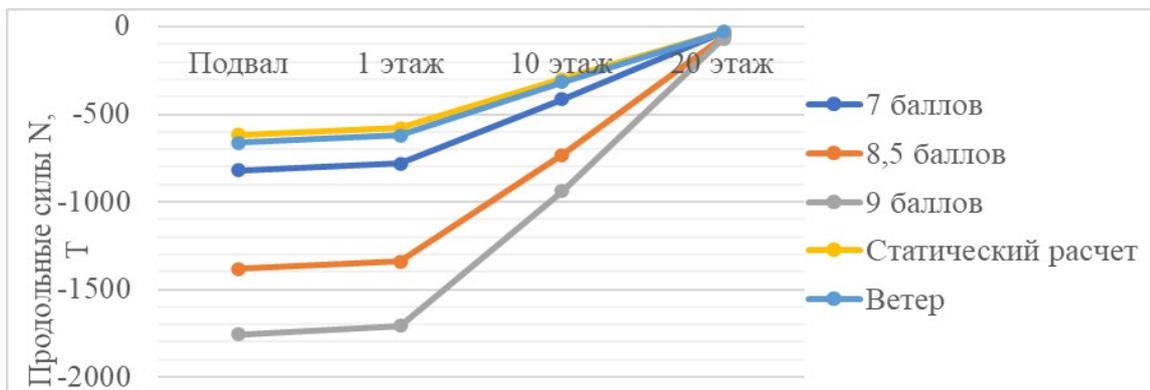


Рисунок 3. График изменения продольных сил в колоннах этажей здания

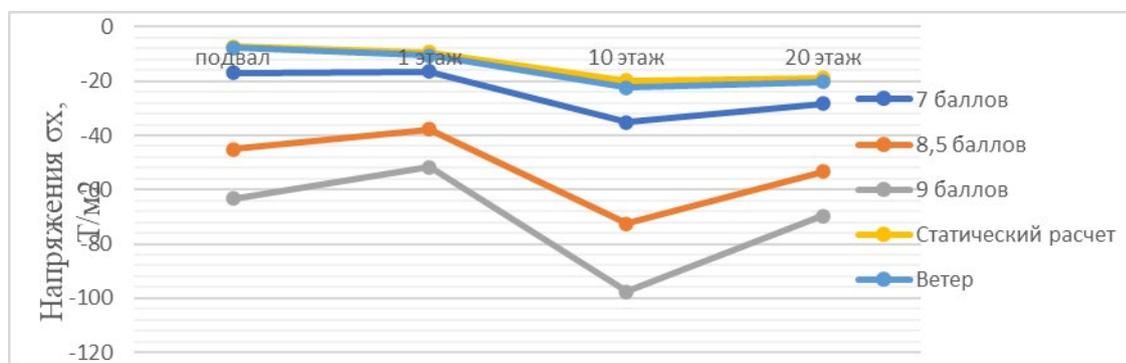


Рисунок 4. График изменения напряжений в ядре жесткости по этажам здания

Максимальные напряжения в ядре жесткости при сейсмике 7, 8,5 и 9 баллов. распределяются следующим образом: в подвальном этаже $-5103,1 \text{ т/м}^2$, $-12579,0 \text{ т/м}^2$, $-17426,0 \text{ т/м}^2$, на 10-этаже $-2305,5 \text{ т/м}^2$, $-4513,37 \text{ т/м}^2$, $6023,94 \text{ т/м}^2$, на 20-ом этаже $-1326,62 \text{ т/м}^2$, $2502,88 \text{ т/м}^2$, $3265,51 \text{ т/м}^2$. Таким образом, наибольшие напряжения в ядре жесткости возникают в подвальном этаже, превышая напряжения статического расчета при сейсмике 7 баллов в 3,2 раза, а при 9 баллах в 10,8 раза.

Анализ результатов выполненных расчетов показывает значительный рост максимальных горизонтальных перемещений с увеличением интенсивности сейсмических воздействий, превышая более чем в 4 раза нормативное значение при сейсмичности 9 баллов. При этом наибольшие продольные силы, изгибающие моменты и напряжения возникают в колоннах и элементах ядра жесткости подвального этажа, возрастающие по сравнению с усилиями статического расчета более чем в 2, 9 и 10 раз, соответственно, при сейсмичности 9 баллов.

Список литературы

1. Уздин, А. М. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений / А. М. Уздин, Т. А. Сандович, Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. - СПб.: Изд-во ВНИИГ, 1993. – 175 с.

2. Мкртычев О.В., Мясникова Е.С. Исследование реакции высотного здания на сейсмические воздействия / О.В. Мкртычев, Е.С. Мясникова // Строительная механика и расчет сооружений. – 2009. – №1. – С. 38 – 40.
3. Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом / Я.М. Айзенберг [и др.]. – Москва: АСВ, 2012. – 264 с.
4. Лебедев В.Л., Семенов В.А., Семенов П.Ю., Каличава Д.К. К определению динамических характеристик высотных зданий. Пространственные конструкции зданий и сооружений, вып.10. М.: 2006, с 17–23.
5. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*; введ. 25.11.2018.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТОГО СТАНДАРТА IFC ДЛЯ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИОННЫМИ МОДЕЛЯМИ В РОССИИ

А.А. Новикова, студент, О.Д. Курбаковских, ст. преподаватель

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: несмотря на постоянное развитие стандартов технологии информационного моделирования зданий (BIM), не все его изменения поддерживаются в одинаковой степени. В России это касается формата IFC. Цель этой статьи – обозначить проблемы, связанные с развитием обмена данных с помощью IFC для совместимости информационных моделей на базе различного ПО на территории Российской Федерации и определить необходимость дальнейших разработок.

Ключевые слова: ИМ (информационная модель), IFC, BIM, ТИМ (технология информационного моделирования), инероперябельность.

С 1 января 2022 года вступило в силу постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 "Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства", в нем говорится, что госзаказы с привлечением бюджетных средств из бюджетных систем Российской Федерации должны быть созданы с использованием информационной модели. [1]

Переход на технологию информационного моделирования (ТИМ) — это в первую очередь изменение парадигмы проектирования. При этом недостаточно просто сменить программное обеспечение и перейти от 2D чертежей, выполненных в Autocad или nanoCAD к 3D модели, выполненной в Revit, Renga и Archicad, нужно понимать, что в информационной модели содержатся сведения, необходимые для расчета конструкции на прочность, подсчитаны объемы работ, необходимые ресурсы и многое другое.

При этом программные комплексы, реализующие технологию информационного моделирования (ТИМ), как правило, имеют проприетарные, то есть закрытые коммерческие форматы файлов, особенные для каждого программного продукта. Это означает, что процесс обмена информационными моделями (ИМ), выполненными в различных комплексах, невозможен. Поэтому для формирования общей среды данных, в том числе передачи данных в экспертизу, требуется единый открытый формат обмена данными. На сегодняшний день за такой формат принят IFC (Industry Foundation Classes). IFC входит в перечень форматов, которые утверждены Правительством РФ в правилах формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, поэтому он является основным форматом прохождения экспертизы цифровой информационной модели (ЦИМ). Именно на этом формате основаны требования госэкспертиз в части набора объектных классов, из которых должна состоять модель. Этот формат определяет международные и российские стандарты импорта и экспорта объектов, зданий, и их свойств, поддерживаемый практически всеми известными САПР-программами.[2] В связи с этим уже выработаны требования прохождения экспертизы для ЦИМ, но только в таких крупных городах как Москва [3] и Санкт-Петербург [4]. Количество проверок

разное у каждой экспертизы, но основные входные проверки, следующие: корректность модели, проверка наличия заполнения атрибутов элементов ЦИМ, а также проверка на коллизии элементов ЦИМ. [2]

Обращаясь к истории разработки IFC, она началась в сентябре 1995, в июне 1996 был опубликован IFC 1.0, а окончательная его редакция в январе 1997 года. Фактически целью первой версии IFC была демонстрация возможности разработки формата для обмена между различными системами автоматизации проектных работ (САПР). Компании продемонстрировали способы экспорта и импорта в этот формат из своих проприетарных программ. Через год разработчики решили, что IFC формат должен стать открытым и разрабатываться организацией с открытым членством. Первая организация – держатель стандарта International Alliance for Interoperability появилась в 1996. В 2008 году группа организаций, которые участвовали в разработке IFC, были переименованы в buildingSMART.[5] Основным принципом IFC стал принцип интероперабельности, то есть способности двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [6]. IFC как стандарт для обмена информацией является открытым стандартом для обмена информационными моделями, используемыми при проектировании и строительстве зданий с использованием программных комплексов. Формат используется для обмена информацией внутри проектной организации и между программами, применяемыми при проектировании, строительстве, закупках, техническом обслуживании и эксплуатации здания. Текущие определения представления модели IFC в основном поддерживают 3D-геометрию и параметры свойств.[7] Стоит учитывать, что редактирование файла после переноса его в другую программу по средствам IFC формата на данный момент является практически невозможным, но IFC не стоит на месте, он совершенствуется и на данный момент самой новой версией является IFC4.

IFC1 и IFC2 – самые первые версии формата IFC, которые были выпущены еще 90-х годах прошлого столетия, на данный момент считаются устаревшими и используются крайне редко. IFC2x3 был выпущен в конце 2005 года [8] и поддерживается до сих пор, файлы этой версии на данный момент разрешено отправлять на экспертизу в Санкт-Петербурге.[4] Также в СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» сказано, что для обеспечения процесса обмена данными в открытом формате программные решения для создания и использования ЦИМ должны поддерживать экспорт и импорт в открытом формате IFC (версии 2x3 и выше).[9] IFC4 – в настоящий момент наиболее стабильный и поддерживаемый формат, сертифицированный в Revit и рекомендованный для производства, он необходим для прохождения экспертизы в Москве [3] и Санкт-Петербурге [4].

Каждая из версий поддерживает определенные форматы файлов, рассмотрим самые популярные из них.

.ifc - типовой формат на основе стандарта обмена данными о модели продукта (STEP).

.ifcZIP - сжатый (в формате ZIP) файл IFC. Имеет уменьшенный размер. Это допустимый формат импорта для большинства программных продуктов, поддерживающих IFC. Может быть разархивирован для получения исходного файла IFC, а также создан вручную путем архивирования в формат ZIP.

.ifcXML - представление данных IFC на основе XML, которое требуется для

некоторого расчетного программного обеспечения. [10]

IFC – нейтральная к платформе спецификация открытого формата файла, которая не контролируется одним поставщиком или группой поставщиков [11], поэтому программ, из которых можно экспортировать файлы достаточно много, самые популярные – это Revit, ArchiCAD и Renga. Эти и другие программы, способные экспортировать и импортировать файлы в формат IFS показаны на рисунке 1.



Рисунок 1. Взаимодействие ПО через IFC формат

Как видно из рисунка 1, производителей программного обеспечения, которые способны экспортировать и импортировать файлы IFC, достаточно много, основной «пласт» наиболее популярных ПО в России занимают программы компаний Autodesk и Аскон, соответственно наиболее часто файлы IFC формата в РФ передаются между программными комплексами Revit и Renga. К сожалению, экспорт формата IFC файлов происходит не совсем корректно, так как в каждом программном обеспечении есть структурные элементы, которые нужно настраивать вручную перед экспортом. Так, например, при открытии ИМ, импортированной из Revit в Renga в формате IFC могут отсутствовать стены, окна и некоторые другие элементы. [12]

Несмотря на это, цифровизация строительной отрасли значительно повышает эффективность работы, увеличивает качество проектной документации, сокращает сроки строительства и позволяет экономить бюджет организации, поэтому развитие передачи данных между различными ПО очень важно для развития строительной отрасли в России.

В последнее время в нашей стране увеличивается актуальность вопрос импортозамещения, в том числе в информационно-цифровой сфере. На данный момент специалисты выделяют 3 пути развития IFC формата в России.

Первый вариант — это непосредственные изменения в международной схеме данных, то есть Россия включена в работу buildingSMART international. Из плюсов: все САПР-системы будут поддерживать российские стандарты, упрощение работы российских проектных организаций на международном уровне. Минусами является

то, что добавить строительный элемент в международную библиотеку IFC достаточно сложно, так как занимает много времени, также любое изменение схемы классов и свойств внутри страны требует синхронизации в международном стандарте. На данный момент этот вариант невозможен, так как в марте 2022 года buildingSMART остановил участие России в своей работе.

Второй вариант – национальное расширения для IFC. Такая схема реализована сейчас в Финляндии, Норвегии и Сингапуре. То есть российское ПО будет подстраивать базовые элементы международной библиотеки под местные особенности. Для работы национального расширения необходимо создание структуры, которая будет координировать всю работу по созданию расширения. Как таковым IFC данное расширение уже не будет являться, так как схема данных будет учитывать только особенности российского ПО. В данном случае придётся договариваться с поставщиками программного обеспечения, чтобы они следили за изменениями национальной модели данных и обеспечивали экспорт и импорт между программными продуктами.

Третий вариант – создание разрозненных схем, основываясь на имеющихся бизнес-процессах. Основной плюс такого варианта – это скорость внесения изменений, так как любая проектная организация сможет привнести в IFC что-то свое, детализация уже имеющихся базовых классов. Но в такой схеме теряется основная цель IFC – инероперабельность и единообразие данных, так как будут проблемы с подключением различного ПО.[13]

Резюмируя все вышесказанное, можно сказать, что IFC имеет огромный потенциал для развития внутри страны. Из всех вариантов модернизации этого формата в России на данный момент наиболее перспективным является второй, так как он не зависит от внешних политических факторов и не теряет основных принципов открытого формата. Скорее всего, для наиболее эффективной работы схемы IFC в России потребуется создание квалификационного органа, который будет устанавливать стандарты работы с форматом, отвечать за качество реализованных схем данных, согласовывать нововведения и изменения. В процессе адаптации под Российские реалии потребуется исправлять неточности экспорта и импорта, дорабатывать базовые классы и увеличивать количество специалистов, разбирающихся в этой области. К сожалению, пока что IFC является безальтернативным форматом, но он во многом упрощает работу экспертизы и проектных организаций.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 "Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства" // Собрание законодательства РФ. - 15.03.2021. - № 33. – ст. 1823.
2. Е. Кирьян Москва VS Санкт-Петербург: сравнение требований государственных экспертиз к информационным моделям / Е. Кирьян [Электронный ресурс] // rengabim.com: [сайт]. — URL: <https://rengabim.com/stati/moscow-vs-saint-petersburg/> (дата обращения: 27.09.2022).
3. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 1. Общие требования к цифровым моделям зданий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования / [Электронный ресурс] // www.mos.ru: [сайт]. — URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/01_ObshietrebovaniyakCMzdaniy_40.pdf (дата обращения: 27.09.2022).
4. Требования к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства,

- представляемым для проведения экспертизы / [Электронный ресурс] // www.spbexp.ru: [сайт]. — URL: https://www.spbexp.ru/upload/iblock/906/trebovaniya_k_tsim_redkatsiya_18_06_2020.pdf (дата обращения: 27.09.2022).
5. Industry Foundation Classes. Краткое введение / [Электронный ресурс] // habr.com: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/post/460719/#1> (дата обращения: 30.09.2022).
 6. ГОСТ Р 55062-2012 Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2013-09-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. — Изд. официальное. — Москва : Стандартинформ, 2013.
 7. Руководство по работе с IFC в Autodesk Revit. Версия 2.0 / [Электронный ресурс] // autodesk.com : [сайт]. — URL: <https://blogs.autodesk.com/revit/wp-content/uploads/sites/110/2022/02/09/revit-ifc-open-bim-manual-ru.pdf> (дата обращения: 02.10.2022).
 8. Léon van Berlo IFC Specifications Database / Léon van Berlo [Электронный ресурс] // buildingsmart.org : [сайт]. — URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/> (дата обращения: 02.10.2022).
 9. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2018-03-19 / Федеральное агентство по техническому регулированию. — Изд. официальное. — Москва : Стандартинформ, 2018.
 10. Руководство по работе с IFC в Autodesk Revit. Версия 2 / [Электронный ресурс] // autodesk.com : [сайт]. — URL: <https://blogs.autodesk.com/revit/wp-content/uploads/sites/110/2022/02/09/revit-ifc-open-bim-manual-ru.pdf> (дата обращения: 01.10.2022).
 11. Формат IFC / [Электронный ресурс] // 3dbim.pro: [сайт]. — URL: <https://3dbim.pro/news/23/> (дата обращения: 01.10.2022).
 12. А.В. Панов Перспективы использования открытого формата IFC для обеспечения процесса обмена данными в цифровой информационной модели / А.В. Панов [Текст] // Перспективы развития и применения современных технологий. — Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021.
 13. А. Ненастьяев Каким будет формат данных IFC в России после санкций / А. Ненастьяев [Электронный ресурс] // digital-build.ru : [сайт]. — URL: <https://digital-build.ru/kakim-budet-format-dannyh-ifc-v-rossii-posle-sankcij/> (дата обращения: 03.10.2022).

СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММ ДЛЯ BIM ПРОЕКТИРОВАНИЯ AUTODESK REVIT И RENGA НА ОСНОВАНИИ ОПЫТА ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Н.С. Рыба, студент, В.А. Маркевич, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в статье рассматривается реальный опыт перехода проектной организации с 2D САПР на BIM проектирование. Выполнен анализ преимуществ и недостатков лидеров Российских и зарубежных BIM программ, таких как «Autodesk Revit» и «Renga» на основании отзывов и комментариев инженеров проектировщиков данной компании. Приведена информация о том, что является самым важным в выборе BIM ПО для руководства проектной организации.

Ключевые слова: Revit, Renga, BIM проектирование, информационная модель, строительство

В России о продвижении BIM в строительную отрасль заговорили в 2014 году. Минстрой утвердил «План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования» и «План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования», включающие все этапы жизненных циклов объекта капитального строительства. При помощи инструментов BIM предполагается решить основные проблемы, возникающие при разработке строительного проекта, среди которых: успешное завершение проектов установленные сроки и в рамках принятого бюджета; снижение стоимости проекта за счет установки прочных связей между информационными системами; сокращение потерь времени связанных с поиском и выверкой информации при проектировании, также одной из весомых причин перехода на BIM-проектирование является сведение к минимуму ошибок при разработке проекта, например, с помощью таких функций как: автоматический подсчет спецификаций и проверка на коллизии.

В целом, еще не так давно небольшая проектная организация, занимающаяся, например, разработкой проектно-сметной документации на капитальный ремонт и реконструкцию различных объектов строительства (в том числе реконструируемых и ремонтируемых объектов в рамках государственных программ) состоящая из нескольких инженеров-проектировщиков, могла легко обойтись без BIM ПО, работая в 2D САПР, но принятый с 1 января 2022 года федеральный закон №331 о введении обязательного использования технологий информационного моделирования на объектах государственных заказов, поставил задачу перед многими проектными организациями о приобретении BIM ПО.

Как правило, когда стоит задача выбора программного обеспечения, организация руководствуется несколькими критериями:

- стоимость программного комплекса;
- наличие необходимого функционала программы для проектируемых объектов;
- сложность освоения программ сотрудниками.

Рассматривая данные критерии, проектная организация вероятнее всего будет выбирать для себя двух лидеров Российских и зарубежных BIM программ «Renga» и «Autodesk Revit», анализируя информацию о данных программах оба производителя предлагают широкий функционал, удовлетворяющий потребностям компании.

Функциональные возможности «Autodesk Revit» и «Renga»:

- архитектурное проектирование;
- архитектурное моделирование;
- визуализация 3D-проекта;
- облачная визуализация;
- создание физической и аналитической моделей;
- конструирование железобетонных и металлических конструкций;
- проектирование и изготовление инженерных систем.

Читая информацию с сайта разработчиков и не работая в данных BIM программах, может показаться, что их функционал абсолютно идентичен и нет разницы покупать более дорогое ПО, но практика работы показывает, что на данный момент разница в продуктах «Renga» и «Autodesk Revit» существенная. Преимущества и недостатки данных программ рассмотрим на конкретном проекте, разработанным проектной организацией.



Рисунок 1. Пример объекта разработанного в «Renga»

Объект (рисунок 1) был выполнен в программе «Renga», т.к. на тот момент «Autodesk Revit» ушел из Российского рынка. Для человека, который впервые начнет пользоваться «Renga», работа не должна вызвать трудности. Все функции программы понятны, овладеть «Renga» возможно в течении недели, в то время как для изучения «Autodesk Revit» понадобится минимум месяц обучения, но такая разница обусловлена разным уровнем возможности программ.

Основные отличия между «Autodesk Revit» и «Renga» и сложности, с которыми пришлось столкнуться на этапе проектирования:

Начнем с **интерфейса**, он очень приятный, все инструменты отображаются в одном окне и при поиске конкретного инструмента, на первых этапах работы, сложностей не возникает. Но здесь сразу можно отметить большой минус — это ограниченность при создании нестандартных объектов в «Renga». Часто возникали ситуации, когда необходимо создать какой-то элемент здания по проекту, а в «Renga» нет инструмента, подходящего для реализации задуманного. В то же время, если подобная ситуация случится при работе в «Autodesk Revit», то такой набор инструментов как «Создание семейства» позволит создать объект любой формы с

необходимым набором параметров, и вы всегда будете уверены, что доведете проект до конца.

Следующая проблема — это **работа с многоуровневыми объектами**. К сожалению, вам будет не удобно проектировать подобные объекты, всегда по ходу проекта будут появляться правки от смежных проектировщиков, какие-либо ошибки, которые вы увидели и захотели исправить и т.д. В рассматриваемом проекте всего два этажа, подвал и чердак, но уже такое количество уровней вызвали сложность в работе. Например, если будет необходимо что-то исправить на первом этаже здания, придется скрывать все вышележащие элементы. В «Autodesk Revit» вы можете с легкостью подрезать объект при помощи опции — «Границы 3D вида» (рисунок 2).

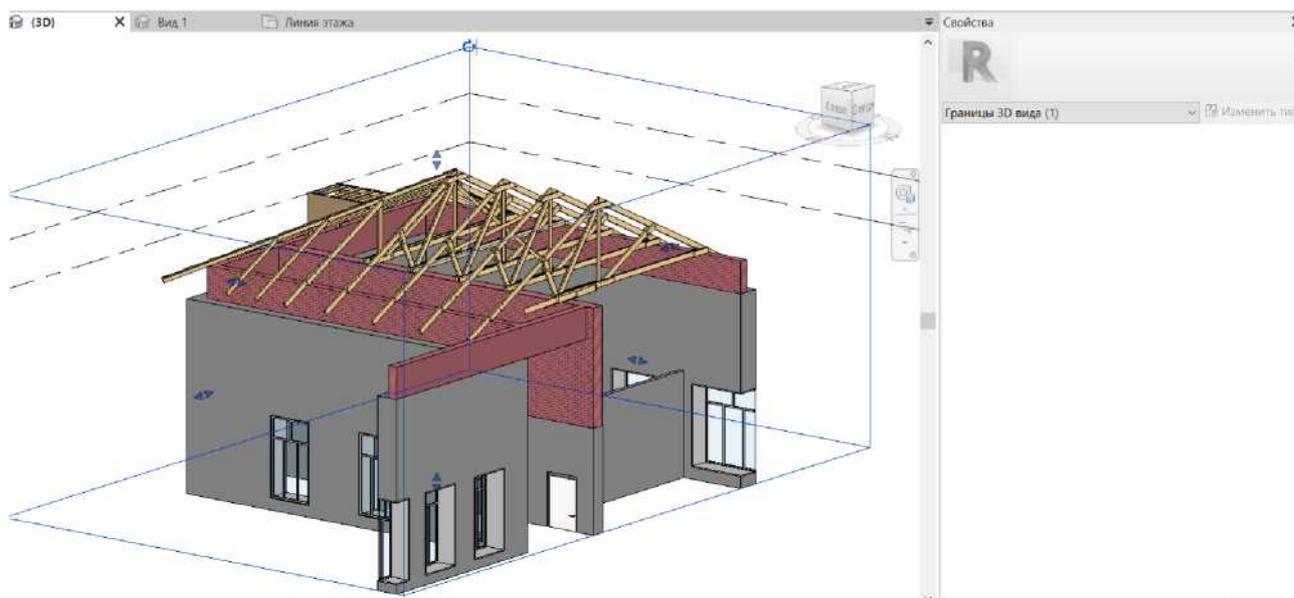


Рисунок 2. Опция - «Границы 3D вида» в «Autodesk Revit»

Следующий минус в том, что «Renga» решила полностью отказаться от **2D видов при проектировании**, подобное решение увеличивает время моделирования объекта из-за долгих манипуляций с элементом, который необходимо поставить правильно в проектное положение, в связи с этим могут возникать неточности. «Autodesk Revit» в свою очередь имеет «кубик», который позволит из 3D вида переместиться в 2D и точно поставить элемент в проектное положение.

Наконец, самый главный минус — это **высокое потребление ресурсов ПК при создании большого количества чертежей**. Персональный компьютер, который на момент проектирования стоил 300 тысяч рублей, не справился с этим. Читая отзывы людей, которые также работали с масштабными проектами в «Renga», можно сделать вывод, что такая проблема возникла у всех. Выход только один — экспортировать чертежи в «dwg» формат и дорабатывать в программах «САПР».

Существует множество менее важных минусов в работе «Renga», но вашему вниманию предоставлены те недостатки, которые являются базовыми для BIM-проектирования. На сегодняшний день, «Renga» является неплохим ПО, но еще есть куда стремиться.

Список литературы

1. СП 328.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели [текст]. - Введ. 2021—07—01. - М.: Стандартиформ, 2021.
2. Гинзбург А.В. BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 28-31.
3. Смирнов И.А. Анализ отечественного и зарубежного опыта BIM-проектирования // Наукасфера. №2 (2), 2021.

К РАСЧЕТУ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЗАЩИТНО-УЛАВЛИВАЮЩИХ СЕТОК ПРИ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ

Р. А. Сабиров, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Рассматривается продольно-поперечное деформирование ортотропной тонкой пластины от воздействия локальной поперечной силы и растягивающих по контуру мембранных сил. С позиции прочности и жесткости определено направление укладки волокна однонаправленного композита, обеспечивающего наиболее низкий уровень напряжений и прогиба.

В зоне приложения сосредоточенной силы в тонкостенных конструкциях возникают существенные изгибающие моменты и перерезывающие силы, являющиеся источником концентрации напряжений. Для уменьшения напряжений выбран прием натяжения пластины мембранными силами, приложенными по контуру. Подобран максимально возможный порядок мембранных сил натяжения, обеспечивающий условиям прочности и жесткости конструкции пластины, имеющей шарнирно-неподвижное опирание по контуру. Предварительное натяжение полотна пластины позволяет уменьшить напряжения в 50 раз.

Задачу сложного изгиба изотропных и анизотропных пластин при приложении поперечных и подборе продольных нагрузок с ограничениями прочности и жесткости можно назвать задачей рационального проектирования. Полученные уравнения и программа расчета могут быть использованы при проектировании конструкций защитно-улавливающих сеток и в учебном процессе.

Ключевые слова: изгиб пластины, продольно-поперечное деформирование.

Введение. Рассмотрим актуальность проблемы на некоторых примерах современных сеточных конструкций и сеточных конструкций будущего (рисунок 1).

Защитно-улавливающие решетки и экраны предназначены для предотвращения падения предметов, разрушенных элементов фасадов, снежных карнизов, срывов сосулек с балконов и крыш нашли широкое применение. Пример такой защитной конструкции приведем на рисунке 1 а. (Источник: mos-prom-alp.ru). Сеть должна быть достаточно прочной и гибкой, чтобы пружинить.

Сеточная конструкция, размещаемая в пролете между этажами показана на рисунке 1 б. Такие конструкции (гамаки), по-видимому, могут быть выполнены в определенных уникальных зданиях и могут служить своеобразным местом релаксации. Расчет натяжения сетки с учетом действия сосредоточенных сил необходим, чтобы не допускать больших прогибов.

Натяжное спасательное полотно (рисунок 1 в) предназначено для гашения энергии падающего с высоты человека. Применение допускается в исключительных случаях при отсутствии или невозможности применения других средств спасения. Современные пожарные команды успешно внедряют дроны. Дроны маневренны, с их помощью можно заглянуть в охваченные огнем помещения, а также увидеть все детали сквозь дым, используя возможности тепловизионных камер. (Источник: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/drony-kvadrokoptyery-primenenie-napozharah/?ysclid=18yjhjzjdk1904950006>).

В космической технике применяются прямоугольное тонкое сетеволокно или предварительно натянутые струны с прикрепленными фотоэлектрическими элементами. Эти тонкие пластины крепятся к жестким ребрам и предварительно растягиваются с помощью сил в ее плоскости [1 – 2]. В качестве материала применяются композиты [3], зачастую однонаправленные, физические свойства

которых по двум главным направлениям порой отличаются в 15 раз, а прочностные различаются до 40 раз. Поэтому материал пластины следует считать существенно ортотропным. Задача – обеспечить выполнение требуемых условий жесткости и прочности тонкой пластины (сетки).

В рассмотренных выше примерах рассматривались предварительно растянутые тонкие пластины, подвергаемые поперечной нагрузке. Такое напряженное состояние классифицируется понятием сложного изгиба [4]. При сложном изгибе, можно считать суммарное действие на пластину ряда различных поперечных нагрузок, равных сумме действий на неё всех нагрузок отдельно. Если мембранные силы сами являются функциями поперечной нагрузки, то принцип аддитивности (суперпозиции) не действует [5].

В зоне приложения сосредоточенной силы в тонкостенных конструкциях возникают существенные изгибающие моменты и перерезывающие силы [6]. Эти локальные силы являются источником концентрации напряжений. Одним из приемов уменьшения напряжений, является натяжение пластины мембранными силами, приложенными по контуру.

По теории сложного изгиба изотропных пластин назовем следующие труды [7 – 9]; обзор и анализ моделей деформирования приведен в работах [10 – 16].

Цель работы. Требуется выбрать модель расчета тонких пластин из ортогонально-анизотропного материала; решить задачу обеспечения жесткости и прочности сложного изгиба ортотропной пластины для оптимальной ориентации волокон композита, расположенных в прямоугольном недеформируемом контуре, при одновременном приложении поперечных и продольных нагрузок.

I. Постановка задачи деформирования сложного изгиба.

Рассматривается дифференциальная формулировка задачи продольно-поперечного изгиба пластины.

1. Физические уравнения. Воспользуемся законом Гука для тела, обладающего ортогонально-анизотропными свойствами в декартовой системе координат $Oxyz$ [17]

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & 0 \\ c_{12} & c_{22} & 0 \\ 0 & 0 & c_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

в котором компоненты тензора деформаций ε_{xx} , ε_{yy} , ε_{xy} связаны с компонентами тензора напряжений σ_x , σ_y , τ_{xy} коэффициентами податливости: $c_{11} = 1/E_1$, $c_{22} = 1/E_2$, $c_{12} = -\nu_{21}/E_2$, $c_{21} = -\nu_{12}/E_1$, $c_{66} = 1/G_{12}$, ($E_1\nu_{21} = E_2\nu_{12}$). Здесь E_1 , E_2 , ν_{12} , ν_{21} , G_{12} – упругие характеристики жесткости (технические константы) ортотропного материала, определенные для главных направлений упругой симметрии $1 - 2$.



Рисунок 1. Сетки, предварительно растянутые: – а) защитно-улавливающие экраны;

– б) сеточная конструкция, размещаемая в пролете между этажами; – в) натяжное спасательное полотно; – з) сетеполотно или предварительно натянутые струны спутниковой солнечной батареи.

Обратная матрице (1) матрица, имеет коэффициенты:

$$b_{11} = \frac{c_{22}}{c_{11}c_{22} - c_{12}^2}, \quad b_{12} = b_{21} = -\frac{c_{12}}{c_{11}c_{22} - c_{12}^2}, \quad b_{22} = \frac{c_{11}}{c_{11}c_{22} - c_{12}^2}, \quad b_{66} = \frac{1}{c_{66}}. \quad (2)$$

2. Геометрические уравнения (деформации). Применим геометрически нелинейные уравнения Лява – Кармана – Новожилова – Папковича [4, 7, 10]. В практических расчетах пластин мембранные смещения $u_0 = u(x, y)$, $v_0 = v(x, y)$ на один- два порядка меньше прогибов срединного слоя $w = w(x, y)$. Поэтому в уравнениях допустим исключение производных функций мембранных смещений

3. Напряжения и внутренние силовые факторы. Интегрирование напряжений по высоте пластинки h ($-h/2 \leq z \leq h/2$) даёт группу внутренних силовых факторов – мембранных сил, изгибающих моментов и крутящего момента.

4. Уравнение равновесия. В качестве модели деформирования пластины применим модель С.П. Тимошенко, в котором уравнение равновесия [9] отвечает состоянию сложного изгиба; и для ортотропного материала имеет вид:

$$B_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + B_{12} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + B_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = q_z + N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2S_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}, \quad (3)$$

параметры жесткости равны:

$$B_{11} = (b_{11}h^3)/12, \quad B_{12} = h^3(2b_{12} + 4b_{66})/12, \quad B_{22} = (b_{22}h^3)/12. \quad (4)$$

В правой части (3) $N_x = N_x(x, y)$, $N_y = N_y(x, y)$ и $S_{xy} = S_{xy}(x, y)$. На первом шаге расчета сложного изгиба эти силы принимаются равными силам предварительного натяжения.

5. Переход от континуальной постановки задачи к дискретной.

Дискретизацию уравнения (3) выполним методом сеток [18], заменив дифференциальные операторы центральными разностями.

II. Расчеты жесткости и прочности ортотропной пластины.

Рассматривается продольно-поперечное деформирование анизотропной пластины, оценивается прочность. Определяется уровень мембранных усилий, зависящих только от квадратов первых производных функций прогибов. Расчеты выполнены на основе собственной программы [19].

1. Дано. Рассмотрим пластину ($1м \times 0,8м$) из однонаправленного углепластика [3] на эпоксидной основе, толщиной $h=2$ мм. Прочность материала вдоль волокон $\sigma_1^+ = 1400 МПа$, поперек волокон $\sigma_2^+ = 34,5 МПа$; прочность при сдвиге $\tau_{12} = 74 МПа$. Модуль упругости при растяжении вдоль волокон $E_1 = 142,8 ГПа$; модуль упругости при растяжении поперек волокон $E_2 = 9,13 ГПа$; коэффициенты Пуассона: $\nu_{21} = 0,32$, $\nu_{12} = 0,02$. Модуль сдвига $G_{12} = 5,49 ГПа$. Максимальная стрела прогиба $w^+ \leq 15 мм$.

Пластина подвергается воздействию сосредоточенной силой $P=1000 Н$ в центре. По контуру задано шарнирно-неподвижное опирание.

2. Определение оптимальной ориентации волокон однонаправленного композита с позиции жесткости пластины. Исследуем напряженно-деформированное состояние от действия сосредоточенной поперечной силы P . На рис. 2 рассмотрим ориентацию композита в глобальной системе координат пластины (Oxy) и приведем прочностные параметры с характеристиками жесткости в его

собственных главных осях $O12$. Назовем эти параметры и характеристики нормативными.

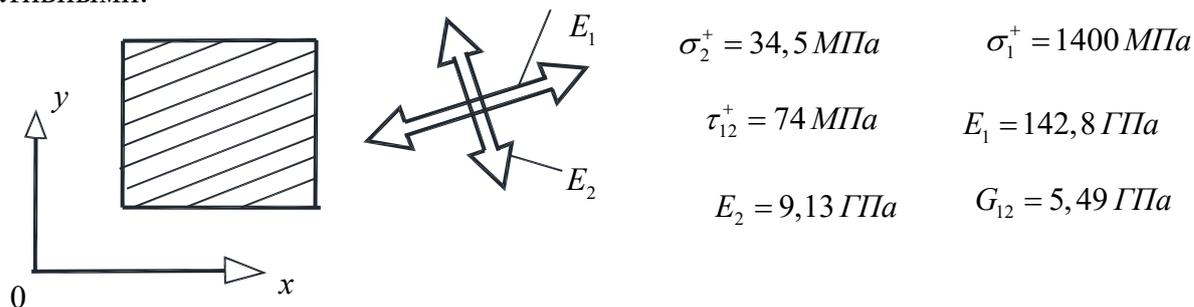


Рисунок 2. Ориентация композита в глобальной системе координат пластины (Oxy) и прочностные параметры с характеристиками жесткости.

Результаты расчетов приведем на рисунке 3. Оптимальной ориентацией волокон однонаправленного композита с позиции жесткости пластины оказывается расположение волокон композита вдоль её короткой стороны. При этом прогибы получаются меньшими на 56%, чем при расположении волокон вдоль длинной стороны. Нормальные напряжения в обоих случаях больше нормативных – прочность не обеспечена. Требуется регулирование напряженного состояния.

3. Варианты расположения волокон композита вдоль длинной стороны и вдоль короткой стороны пластины. При нагружение пластины предварительным натяжением $N_x = 10^6 \text{ Н/м}$, напряжение, действующее поперек волокон, уменьшается от 474,6 МПа (при $N_x = 0$) до 31,9 МПа (при $N_x = 10^6 \text{ Н/м}$). При армировании по короткой стороне предварительное натяжение силой $N_y = 10^6 \text{ Н/м}$ уменьшает напряжение, действующее поперек волокон от 438 МПа до 29,86 МПа (рисунок 3 б), а напряжение, действующее вдоль волокон, равное 1834,5 МПа, уменьшается предварительным натяжением до 611,44 МПа (рисунок 3 б). По результатам расчетов пластины, армированной вдоль ее длинной и короткой стороны, выяснено, что по требуемым характеристикам жесткости и прочности подходят оба варианта натяжения мембранными силами N_x и N_y .

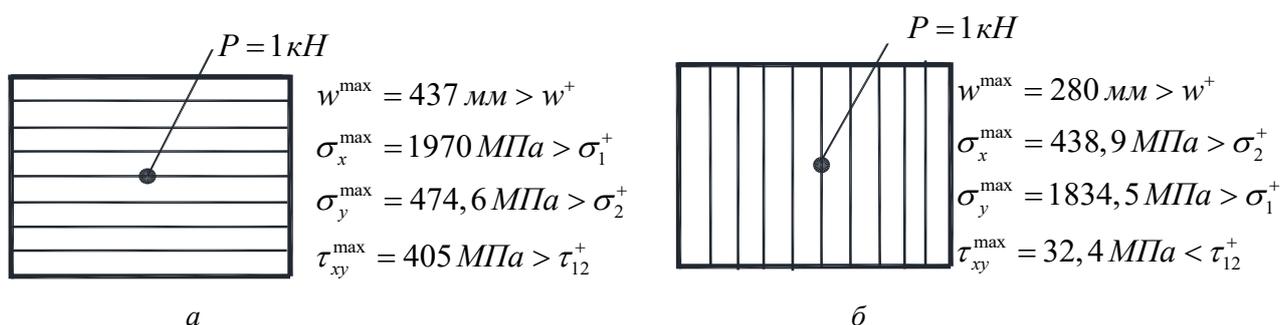


Рисунок 3. Сравнение прогибов и максимальных напряжений с нормативными: – а) волокна углепластика расположены вдоль длинной стороны пластины; – б) волокна углепластика расположены вдоль короткой стороны пластины.

4. Одновременное нагружение пластин мембранными силами по двум сторонам. По результатам расчетов пластины, армированной вдоль ее длинной и короткой стороны, выяснено, что по требуемым характеристикам жесткости и прочности не подходят оба варианта натяжения мембранными силами N_x и N_y . Здесь

следует подобрать материал с увеличенной прочностью по направлению оси анизотропии 2.

Заключение. Выбранная модель деформирования, как *модель гибкой пластины небольшого прогиба* из ортогонально-анизотропного материала, позволяет решать задачи обеспечения жесткости и прочности сложного продольно-поперечного изгиба ортотропной пластины.

Для прямоугольной пластины, по выбранной модели деформирования, с целью обеспечения минимального прогиба от сосредоточенной силы, выгоднее устанавливать волокна однонаправленного композита вдоль короткой стороны. Снижается уровень напряжений и прогиб.

Возникающие в зоне приложения сосредоточенной силы существенные изгибающие моменты являются источником концентрации напряжений. Предварительное натяжение полотна пластины позволяет уменьшить напряжения в 50 раз.

Задачу сложного изгиба изотропных и анизотропных пластин при приложении поперечных и подборе продольных нагрузок с ограничениями прочности и жесткости, можно назвать задачей рационального проектирования конструкции. Полученные уравнения и программа расчета могут быть использованы для поверочного расчета как при проектировании конструкций пластин, так и учебном процессе.

Список литературы

1. Analysis and design of the flexible composite membrane stretched on the spacecraft solar array frame/ Morozov E.V., Lopatin A.V. // Composite Structures 94 (2012), 3106–3114.
2. Лопатин А.В., Шумкова Л.В., Гантовник В.Б. Нелинейная деформация ортотропной мембраны, растянутой на жесткой раме солнечного элемента. В: Протокол 49-й конференции AIAA / ASME / ASCE / AHS / ASC, структурной динамики и материалов, 16-й конференции AIAA / ASME / AHS по адаптивным структурам. 10t, Schaumburg, IL: AIAA-2008-2302; 7–10 апреля 2008 г.
3. Композиционные материалы: Справочник/В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; – М. Машиностроение, 1990, – 512 с.
4. Папкович П.Ф. Строительная механика корабля. Часть II. Сложный изгиб, устойчивость стержней и устойчивость пластин. СУДПРОМГИЗ. Ленинград, 1941. 960 с.
5. Папкович П.Ф. Строительная механика корабля. Часть I. Том 1. Изд. МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ. Москва, 1945. 618 с.
6. Лукаевич С. Локальные нагрузки в пластинах и оболочках. – М. Мир, 1982. 544 с.
7. Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. ОГИЗ.Гостехиздат. Л.-М. 1948. 212 с.
8. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. М.–Л.: ОГИЗ-ГОСТЕХИЗДАТ, 1946, с. 532.
9. Тимошенко С.П., Юнг Д., Инженерная механика. М.: Машгиз, 1960, – 508 с.
10. Ляв А. Математическая теория упругости. ОНТИ, М. 1935.
11. Вольмир А.С. Гибкие пластинки и оболочки. – М.: Гостехиздат, 1956.—419 с.
12. Ильюшин А.А., Ленский В.С. Сопrotивление материалов. М.: Физматгиз, 1959. 372 с.
13. Каудерер Г. Нелинейная механика. М.: Изд-во иностранной литературы. 1961. 778 с.
14. Лейбензон Л.С. Курс теории упругости. ОГИЗ. М.–Л. 1947. 465 с.
15. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М., Стройиздат, 1978. 204 с.
16. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир. 1975. 872 с.
17. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977. 416 с.
18. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.
19. Говорухин В., Цыбулин В. Компьютер в математическом исследовании. – Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 624 с.

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM – ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Пляскин, канд. техн. наук, доцент, Н.В. Шабалин, ассистент

«Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск

Аннотация: в докладе представлен процесс информационного моделирования здания, осуществляемый с применением Autodesk Revit.

В наше время очень активно развиваются средства автоматизированного проектирования (САПР), сейчас особое место занимает продвижение интеллектуального, а точнее информационного проектирования - BIM, оно обладает рядом неоспоримых преимуществ по сравнению с устоявшейся системой САД.

В ранних САПР компьютерные модели строились из геометрических элементов с указанием точных координат. Редактирование вручную таких моделей был кропотливым процессом редактирования и очень часто приводил к ошибкам. Рабочие чертежи создавались путем извлечения значений координат из модели и создания на их основе 2D-проекции. С совершенствованием методов компьютерной обработки модели стали более реалистичными, их редактирование становилось проще. Появилась также возможность создавать трехмерные элементы на основе поверхностей и тел. В результате чего, стало возможным моделировать объекты сложной формы.

Но результатом все также была модель с явными координатами элементов, которую было сложно редактировать. Модель не имела связи с чертежами, созданными на ее основе, то есть при изменении модели все чертежи приходилось создавать заново.

Autodesk Revit — это платформа параметрического моделирования, она способна автоматически координировать изменения. При создании модели некоторые зависимости между элементами задаются автоматически, а какие-то — самим пользователем. При последующих изменениях зависимости между элементами сохраняются. При изменении одного элемента программа определяет сама связанные с ним элементы и их способ обновления.

Большинство систем моделирования зданий не позволяют выполнять расчеты конструкций. Модели, разработанные в обычных САПР, являются лишь графическими представлениями конструкций и не содержат информации, достаточной для их расчета. Пользователи таких САПР вынуждены выполнять расчеты вручную, затрачивая много времени.

Параметрическая модель здания намного облегчает процедуру расчетов, так как содержит все данные, необходимые для выполнения. Прямо в процессе проектирования можно выполнять расчеты, корректируя проект по их результатам.

И здесь начинается самое интересное... Совместная работа трех программ:

1. **Autodesk Revit** – это полнофункциональная САПР. В ней у нас есть возможность замоделировать строительные конструкции, архитектуру, инженерные системы.

2. **САПФИР-3D** – система для подготовки аналитических строительных конструкций для последующего прочностного расчета и анализа конструкций.

3. **ЛИРА-САПР**- это многофункциональный программный комплекс для

расчета и анализа строительных конструкций.

Autodesk Revit. Для начала, необходимо замоделировать ж/б каркас для последующего расчета. Перед тем как моделировать железобетонные конструкции, необходимо построить оси здания и установить высотные отметки на уровне чистого пола для каждого этапа возведения.

После этого создаем несущие конструкции: Фундаментную плиту, сваи, плиты перекрытий, плиту покрытия, подпорные стены, пилоны, лестнично-лифтовые узлы, балки, парапеты лестничные марши и площадки.

Что бы каркас, собранный в Revit экспортировать в САПФИР-3D, необходимо конвертировать модель в IFC формат.

На основе нашей физической модели, которую мы передали из Revit, создается расчетная схема. Необходимо проверить аналитическую модель на правильность, также необходимо выбрать конструкциям материал, в которых должен быть прописан объемный вес, благодаря ему в программном комплексе ЛИРА – САПР будет считывать собственный вес здания.

Далее настраиваем триангуляцию для всей модели и создаем триангуляционную сеть, чтобы разбить наши конструкции (пластины) и запускаем ВИЗОР – САПР для статического и динамического расчета и подбора арматуры. После чего происходит передача нашего каркаса здания из программы САПФИР-3D в программу ЛИРА САПР.

Вот мы и получили нашу расчетную схему без особых проблем. Остается «загрузить» нашу РС, посадить на грунт, посчитать и провести анализ. Выгружаем результаты армирования (изополя) стен, плит и лестничных маршей, по которым в дальнейшем будем армировать в Revit.

В результате работы с Revit армируем железобетонные конструкции, создаем спецификации, оформляем виды и компоуем их на листы, и на выходе получаем полноценные комплекты чертежей.

Самый большой плюс в том, что тут можно следить за коллизиями. Например, провели вентиляцию через ж/б стену и не заметили, при проверке на коллизии Revit выдаст вам пересечения, и после этого вырезав в стене отверстие – коллизия уйдет.

То же самое на примере арматурных стержней, когда армируется стена, плита перекрытия, выше лежащая стена, а вдруг еще и балка под плитой для усиления? В Revit можно спокойно отследить на 3D виде и привязать стержни друг к другу, чтобы уже на стройке, они не гнули их по месту.

А что, если мы заармировали плиту перекрытия, а она в последующем, поменяла свои габариты? Неужели заново все стержни сдвигать с определенным шагом и тратить кучу трудочасов? Нет! В Revit, фоновое армирование плиты можно кинуть за несколько кликов, с помощью инструмента «Распределенное армирование», все что нужно, это просто задать контур армирования. Задать шаг и количество сеток, и арматура «ляжет» по заданным настройкам. И даже если плита изменится в своих габаритах, вам просто нужно будет изменить границы и плита снова «Переармируется».

В Revit также можно создавать свои «Семейства». Вот, например, нужен гнутый стержень, каркас арматурный, металлическая ферма – все это в Revit можно создать самостоятельно.

Так, ну хорошо, мы все замоделили теперь, наверное, нужно вручную считать

спецификации... Снова нет. Спецификация в Revit — это таблица, содержащая данные, извлеченные из свойств элементов проекта. Т.е. у нас есть арматурный стержень и у него в свойствах прописаны: его диаметр, класс, длина и т.п. И все эти данные по каждому элементу можно отобразить в спецификации или скрыть, смотря какие фильтры будут установлены в спецификации. При внесении изменений в проект все спецификации автоматически обновляются.

Ну и расскажу про оформление листов. Например, мы оформили план расположения вертикальных конструкций и нанесли линейку размеров. Но, приходится внести корректировки, по расчету потребовались дополнительные стены/пилоны, а где-то вообще удалили вертикальные конструкции. И как вы уже догадались, нам не нужно будет создавать и оформлять новый план, нам нужно будет просто откорректировать размеры. Так как на нашем старом виде, отображаются актуальные конструкции и все что остается это перенести размерные линии, а где-то добавить для новых стен.

Еще при оформлении очень полезен «шаблон вида». Т.е. настроив один вид, где каждым конструкциям указали вес линий, уровень детализации, отображение или скрытие каких-либо связанных файлов и рабочих наборов, мы можем на основе наших настроек сохранить шаблон и использовать на подобные другие планы/разрезы, чтобы не настраивать заново каждый раз.

Это далеко не все преимущества Revit и, если смотреть даже на эти, перечисленные плюсы, список которых можно продолжать и дальше, делаем вывод, что Autodesk Revit дает пользователю невероятное удобство и скорость при проектировании проектов. Также очень упрощает работу смежных отделов между собой. Ну и, конечно же, предоставленный способ передачи информации из программного комплекса Revit Structure → САПФИР-3D → ЛИРА-САПР, может помочь сэкономить время конструктору при выполнении комплексного расчета несущих конструкций любой сложности.

Список литературы

1. Чегодаева, М.А. Функциональность информационной модели на этапах проектирования, строительства и эксплуатации [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2016. – №25. – С. 102-105. URL: <https://moluch.ru/archive/129/35716/>;
2. Чегодаева, М.А. Этапы формирования и перспективы развития BIM-технологий [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2017. – №10. – С. 105-108. URL: <https://moluch.ru/archive/144/40481/>;
3. Петрова, Е.А. Предшественники BIM. История проектирования зданий [Электронный ресурс] / Е.А. Петрова // Цикл авторских публикаций. – 2014. URL: <http://bim-proektstroy.ru/?p=57>;
4. Талапов, В.В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий [Электронный ресурс] / В.В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.: ил. – Библиогр.: с. 46-60. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17535;
5. Чегодаева, М.А. Информационная модель как основа современных проектных решений [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2017. – №10. – С. 108-111. URL: <https://moluch.ru/archive/144/40482/>;
6. Информационное моделирование зданий (BIM) [Электронный ресурс]. – URL: <http://kbvips.ru/technology/informacionnoe-modelirovaniezdanij-bim>;
7. Талапов, В.В. AURu 2013: Внедрение BIM в проектную практику: десять тезисов для руководителей [Электронный ресурс] / В.В. Талапов // 72 Цикл авторских публикаций об информационном моделировании зданий. — 2013. — URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16417;
8. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс]. – URL: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/metro/img/bim_brochure.pdf;

9. Чегодаева, М.А. Информационная модель как средство повышения качества эксплуатации объекта [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева, Д.С. Тошин // Наука и образование: новое время. – 2017. – №6 (23). – С. 32-38. – URL:<https://articulus-info.ru/category/05-00-00-tehnicheskie-nauki/?tag=6noyabr-dekabr-2017-g>;

10. Чегодаева, М.А. Трудности внедрения и развития ВИМ-технологий в России [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2017. – №29. – С. 29-32. – URL: <https://moluch.ru/archive/163/45194/>;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ЭНЕРГОАУДИТЕ ЗДАНИЙ

И.В.Шанюкевич, канд.экон.наук, доцент, Е.Д.Курганов, студент

Белорусский национальный технический университет, Минск

Аннотация: несмотря на то, что энергетическое обследование (энергоаудит) зданий и сооружений доступен большинству юридических лиц, не так часто оно ими применяется. При этом не в полной мере используются возможности BIM-технологий при эксплуатации зданий и сооружений, в том числе которые бы помогали разрабатывать энергосберегающие мероприятия, повышающие энергоэффективность зданий. В связи с этим в данной статье рассматриваются теоретические положения и существующие подходы к проведению энергоаудита зданий, а также внедрение возможностей BIM-технологии в данный процесс.

Ключевые слова: энергоаудит, энергоэффективность, энергосбережение, BIM-технология, информационное моделирование.

Энергоэффективность является одной из важных характеристик строительных материалов. Основной причиной применения энергоэффективных материалов является сокращение использования искусственно генерируемой энергии. Для оценки энергоэффективности здания используется энергетическое обследование (энергоаудит), под которым понимается обследование юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, включающее сбор и обработку информации об использовании топливно-энергетических ресурсов, о показателях в сфере энергосбережения, проводимое в целях оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и выявления возможных направлений для более эффективного и рационального их использования [1].

Стоит отметить, что существующие в Республике Беларусь строительные нормы устанавливают нормативные значения теплотехнических показателей ограждающих конструкций, энергетических показателей зданий, показателей энергетической эффективности, а также классификацию зданий по нормируемым показателям энергетической эффективности [2]. Исходными данными для определения диапазона нормативных значений показателей энергетической эффективности является функциональное назначение и этажность здания, а сами нормируемые показатели для жилых и общественных зданий включают в себя теплотехнические и энергетические. При этом последние показатели нормируются с учетом энергии, получаемой из вторичных и возобновляемых источников энергии, а также с учетом затрат вспомогательной энергии.

По результатам проведенного энергоаудита и полученных данных заказчик получает отчет, в котором отражаются уровень энергоэффективности здания, описание характеристик помещений, коммуникаций и ограждающих элементов, а также разрабатываются рекомендации по энергосберегающим мероприятиям и энергетический паспорт. Существует два типа энергоаудита, которые выбираются для каждого объекта недвижимости в зависимости от потребностей заказчика:

1) Предварительный энергоаудит, который проводится с помощью «сквозного» обследования для оценки энергоэффективности зданий и выявления достаточно простых мероприятий по его повышению. Данный тип аудита проводится на основе осмотра, общения с персоналом, изучении установленного оборудования и

эксплуатационных затрат. При этом используются легкодоступные данные и ограниченные диагностические инструменты.

2) Подробный (детальный) энергоаудит, который проводится на основе результатов предварительного энергоаудита, но уже с более детальной оценкой, результатом которого являются выводы и предложения по проведению мероприятий с подробным финансовым анализом по их реализации и последующей экономии эксплуатационных расходов. При этом энергоаудитор будет использовать большой диагностический инструментарий, например, анализатор дымовых газов, сканеры или тепловизоры.

Чаще всего энергоаудит проводят с помощью тепловизора – измерительного прибора, который определяет техническое состояние здания бесконтактным способом с помощью теплового (инфракрасного) излучения и выявляет невидимые дефекты, повреждения и иные проблемные зоны здания. С помощью данного прибора можно оценить утечку тепла через оконные и дверные проемы в холодный период или наоборот приток нежелательного тепла в помещение в жаркое время, а на раннем этапе строительства позволяет выявить возможные слабые места в конструкции строительного сооружения [3], которые могут привести к потере энергии.

В настоящее время среди лидеров на рынке Республики Беларусь представлены как карманные тепловизионные камеры, так и высокопроизводительные, интеллектуальные камеры. Например, компания ООО «Инжиниринговая компания «КАЛИБРОНИКА» [4] продает как карманные камеры серии PF, которые представляет собой бесконтактный инструмент для диагностики проблем и поиска скрытых дефектов электрооборудования, так и тепловизионные камеры серии T, оснащенные ИК-модулями 120x90 WLP собственной разработки компании Guide, которые могут мгновенно отображать радиометрические данные с разрешением 10 800 пикселей и компенсируют недостатки одноточечных инфракрасных термометров, и помогают специалистам работать безопаснее и быстрее.

В тоже время, на рынке в Российской Федерации присутствует гораздо больше моделей, среди которых можно выделить следующие:

1) RGK TL-80, особенностью которого является частота обновления кадров 50 Гц, что помогает специалисту получить качественное видео во время сканирования объекта. Недостатком является сложность в использовании на крупных общественных и промышленных зданиях, поскольку разрешения и заряда батареи будет недостаточно.

2) Testo 865, особенностью которого является функция, которая улучшает качество снимка до 320x240 за счёт программных алгоритмов. Также можно отметить функцию получения высокоточных измерений вне зависимости от температурных условий.

3) Fluke Ti32, который использует технологию объединения ИК-изображения со снимками в видимом диапазоне, что позволяет быстрее найти отклонения в конструкции и сделать отчёты более информативными.

4) Fluke TiS75, обладающий системой, с помощью которой пользователь привязывает к инфракрасному изображению голосовые и текстовые комментарии. Также он обладает «умными» литий-ионными аккумуляторами, в которые встроены датчик, сообщающий об уровне заряда.

В настоящее время для эффективного и современного проектирования зданий используется BIM-технология (Building Information Modelling), однако её ресурс намного шире, что подтверждается и ее применением при энергоаудите зданий.

Информационное моделирование зданий (BIM) – это комплексный подход к проектированию объекта, итогом которого является единая информационная модель здания, включающая всю необходимую информацию от результатов инженерных изысканий до архитектурных и конструктивных решений, а также экономических данных. BIM-технология предлагает мощные возможности для оценки альтернативных энергетических стратегий и систем на самой ранней стадии проектирования, что позволяет проанализировать энергопотребление и определить альтернативное энергетическое решение еще на этапе проектирования. В данном случае используются следующие информационные программные комплексы:

- Revit для визуализации 3D-вида предлагаемого здания, используя как геометрическую форму здания, так и функциональную информацию о ее элементах;
- Ecotect, Green Building Studio, Energy-plus и другие для анализа энергопотребления.

Энергоаудит здания с использованием BIM-технологий обусловлен системным подходом, характеризующимся такими этапами как:

1. Сбор необходимых данных об объекте недвижимости для подготовки 3D-модели, такие как общий план здания, свойства материалов, существующий микроклимат и его поддержка в помещениях и другие.

2. Подготовка 3D-модели здания, которая создается в программном комплексе Autodesk Revit согласно имеющейся информации.

3. Энергетический анализ, в рамках которого осуществляется моделирование энергопотребления зданий или BEM (Building Energy Modeling), что позволяет спрогнозировать инсоляцию, потребление энергии и эффект от использования возобновляемых источников энергии с помощью аналитических алгоритмов, например, GBS (Green Building Studio) и IES VE (Integrated Environmental Solutions), и создаются аналитические модели энергопотребления, определяющие зависимость между потреблением и влияющими на него факторами. После проведения энергетического анализа определяются энергозатраты в течение всего жизненного цикла, интенсивность использования энергии и выбросы углекислого газа.

После энергетического анализа подбираются элементы конструкции здания для оптимизации энергопотребления (например, в исследовании [5] были рассмотрены: пенополистирол с низкой теплопроводностью, высокоэффективное стекло как двойное остекление, «зеленая крыша», сокращение доли оконных стен (менее 30%)). Затем сравнивается анализ базового сценария с оптимизированными результатами.

Примером исследования энергоаудита с использованием BIM-технологии в международном опыте служит двухэтажное здание банка в г. Кхулне, Бангладеш [5]. После оптимизации было проведено изменение размеров оконных и дверных проемов, стен, а также была устроена «зеленая крыша». Наиболее значимые изменения после оптимизации энергоснабжения здания произошли с показателем энергозатрат здания, в результате чего стоимость потребленной энергии на протяжении всего жизненного цикла примерно на 30 лет снизилась с 80 555 долларов США до 73 279 долларов США, а само потребление электроэнергии в жизненном цикле снизилось с 1,872,490 кВтч до 1,702,214 кВтч. На рис. 1 представлена 3D-модель здания до и после оптимизации через инструменты BIM-технологии. Также стоит отметить, что при оптимизированном результате ежегодные выбросы углекислого газа уменьшились из-за снижения потребления электроэнергии: первоначально выбросы составляли 14 тонн в год, а затем они сократились до 11 тонн в год.

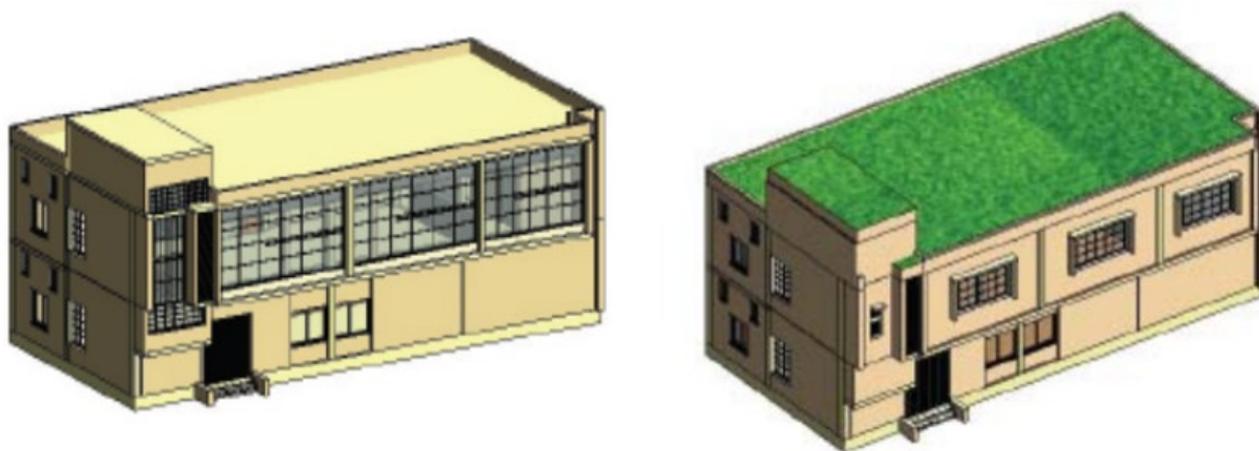


Рисунок 1. 3D-модель здания до и после оптимизации

Таким образом, стремительный рост глобального энергопотребления привел к возникновению ряда жизненно важных проблем, связанных с истощением энергетических активов и солнечной энергии, а также существенным воздействием на окружающую среду, особенно когда значительная доля потребления энергии приходится на здания и сооружения. Также энергоэффективность оказывает большое влияние на снижение энергопотребления здания. Благодаря внедрению BIM-технологии в энергоаудит здания возможно не только проектировать энергоэффективные и высокопроизводительные здания, но и помогать проектировщикам и собственникам зданий принимать решения по осуществлению энергосберегающих мероприятий для снижения энергопотребления и выбросов углекислого газа. Однако, на данный момент применение BIM-технологии при энергоаудите происходит гораздо реже, нежели при проектировании за счет новизны данной методики и пока что точечного внедрения.

Список литературы

1. Об энергосбережении: Закон Республики Беларусь от 08 янв. 2015 г. №239-З. URL: https://energoeffect.gov.by/downloads/laws/act/201501_law.pdf (дата обращения: 27.08.2022).
2. СН 2.04.02-2020. Здания и сооружения. Энергетическая эффективность. URL: <https://energodoc.by/js/pdfjs/web/viewer.html?file=/file/fulltext-view/8056.pdf> (дата обращения: 28.08.2022).
3. Использование тепловизоров при строительстве и ремонте зданий. URL: <https://www.pergam.ru/articles/teplovizor-v-stroitelstve.htm> (дата обращения: 28.08.2022).
4. Тепловизионные камеры. URL: <https://kalibronika.by/teplovizionnyye-kamery> (дата обращения: 30.08.2022).
5. Energy Performance Analysis of an Office Building Using BIM: A Case Study. URL: https://www.researchgate.net/publication/340645142_Energy_Performance_Analysis_of_an_Office_Building_Using_BIM_A_Case_Study (дата обращения 30.08.2022).
6. Understanding the Drivers of National-Level Energy Audit Behavior: Demographics and Socioeconomic Characteristics. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/2059/pdf> (дата обращения: 29.08.2022).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ BIM В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРОСЛИ

В.В. Щеколдина, преподаватель первой квалификационной категории

Ачинский колледж отраслевых технологий и бизнеса, г. Ачинск

Аннотация: статья посвящена актуальным вопросам внедрения в образовательный процесс специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений». Для формирования системы повышения качества и технического уровня обучающихся, по основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования было принято использовать информационное моделирование BIM.

Ключевые слова: цифровизация, BIM-технологии, 3D-модель здания, программные комплексы, проект.

Цифровизация стала неотъемлемой частью экономической деятельности в области строительства. Ватман, карандаш и линейка уступили место графическим редакторам Компас – график, AutoCad, калькуляторы сменили на сметно-нормативные программы Гранд – смета и Smeta.ru. Современные требования и масштабы строительной деятельности требуют скорости, точности, четкости на стадиях планирования, проектирования, эксплуатации объектов строительства.

В связи с этим возникает необходимость повышения качества подготовки обучающихся, способных не только к получению новых знаний, но и практической адаптации их в современных условиях.

Строительство всегда шло в ногу с научно-техническим прогрессом, но совершенствование компьютерных технологий бывает опережает квалификацию специалистов, которые используют их в своей работе. Часто наблюдается ситуация, когда современные программные комплексы простаивают или используются в не полную силу из-за низкого уровня подготовки пользователей. BIM-технология – это не просто инструмент построения 3D модели для визуализации объекта и создания проектной документации, а процессы и способы совместной работы с информацией об объекте строительства, которой можно пользоваться на всех этапах жизненного цикла здания или сооружения: проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция и снос.

Созданная BIM-модель содержит информацию об интеллектуальных объектах в нее входящих и параметрических взаимосвязях между ними. Это позволяет принимать управленческие решения на любом из перечисленных выше этапов, при этом новые данные в информационную модель могут добавляться на протяжении всего времени строительства объекта. Информационная модель является базой данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами и других систем предприятия. Формирование такой модели объекта состоит из сбора, обработки, систематизации, учета, и хранения в электронной форме взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства.

Рынок программных средств систем автоматизированного проектирования фактически сформировался и продолжает непрерывно развиваться, открывая пользователям все больше возможностей:

- оперативное принятие решений и оформление документов;
- возможность неоднократного применения готовых решений;
- информационная поддержка;
- стратегическая разработка проекта;
- опции расчета количества материалов и времени производства;
- возможность ведения группового проекта;
- удешевление процесса разработки и расходов на эксплуатацию;
- меньшие расходы на формирование моделей и проведение тестов;
- высокое качество и технический уровень результатов работы.

В образовательный процесс, среднего профессионального образования в рамках реализации федерального государственного образовательного стандарта специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», в контексте профессионального модуля 01 Участие в проектировании зданий и сооружений обучающиеся выполняют архитектурно-строительные чертежи с использованием технологий информационного моделирования BIM, участвуют в разработке проекта производства работ с применением средств автоматизированного проектирования. Так, в программу учебной практики включены задания по компетенции Worldskills «Технологии информационного моделирования BIM» для последующего представления ее в рамках демонстрационного экзамена как формы итоговой аттестации.

Проект является связующим звеном между этапами планирования и проектирования, на основании предложенного проекта осуществляется разработка и анализ рабочей документации. На этапе строительства ведется производство строительных работ, логистическая деятельность и монтаж оборудования. На этапе эксплуатации происходит сама эксплуатация объекта, подразумевающая выполнение текущих и капитальных ремонтов. Этот этап является самым длительным в жизненном цикле объектов строительства. Последним этапом информационного моделирования является снос объекта, на котором осуществляют его демонтаж. Согласно Градостроительному кодексу РФ деятельность технического заказчика охватывает три стадии жизненного цикла объекта строительства: планирование, проектирование и строительство, после чего объектом управляют уже другие ответственные лица. В связи с разделением функций деятельности и решаемым задачам информационные модели имеют два типа: проектную и эксплуатационную. К проектным моделям относится всё, что связано с созданием или существенным изменением объекта, а к эксплуатационным моделям – всё, что связано с управлением возведенного объекта. Важную роль в формировании информационной модели занимает создание СОД - среды общих данных, в которой будет происходить обмен данными.

Важными условиями при формировании СОД является соблюдение принципов совместной работы.

1. Участники проекта создают, контролируют и проверяют информацию, а также получают данные от других участников проекта путем ссылки, объединения или прямого обмена, в случаях, когда это необходимо.

2. Предоставление всеми участниками проекта четко определенных информационных требований для других.

3. Обеспечение надежного хранения материалов в среде общих данных.

Для эффективного создания и управления информационной моделью в области строительства и дальнейшей эксплуатации объекта требуются специалисты нового

поколения. Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации приказом от 16 ноября 2020 года был утвержден профессиональный стандарт «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве», основной целью которого является создание, использование и сопровождение информационной модели объектов капитального строительства на всех этапах его жизненного цикла.

Вывод. Совершенствование BIM-технологий процесс необходимый для повышения качества выпускаемых проектов как на стадии проектирования, так и на стадии строительства и эксплуатации. Типовые проекты могут выполняться классически в 2D, но для сложных и масштабных проектов целесообразнее использовать данную технологию информационного моделирования. Еще одним важным аспектом является подготовка квалифицированных кадров, которых следует готовить не только при помощи дополнительных курсов повышения квалификации, но и в стенах учебных заведений. Необходимо обучать студентов не только инструментарию, но и целостному пониманию каждого этапа производства работ. Впоследствии квалифицированный специалист будет являться более ценным, конкурентоспособным кадром на современном рынке труда. Понимание процессов проектирования позволит сократить время работы, избежать ненужных операций, улучшить качество и придать презентабельный вид выпускаемому проекту.

Список литературы

1. Группа компаний «ЛЕДАС» 2004-2022 – URL <https://isicad.ru/ru/>– (дата обращения 07.10.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Профессиональные стандарты Минтруд России – URL <https://profstandart.rosmintrud.ru/>(дата обращения 08.10.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
3. Черных М.А., Якушев Н.М. BIM-технология и программные продукты на его основе в России // Вестник ИжГТУ. 2014. № 1(61).
4. Полуэктов В.В. Технологии информационного моделирования (BIM) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. 2016. № 1(5).
5. Полуэктов В.В., Азизова-Полуэктова А.Н. Информационное моделирование (BIM) для студентов института архитектуры и градостроительства // Архитектурные исследования. 2016. № 3.

КРУПНОБЛОЧНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Д.А. Баранов, студент

Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

Аннотация: В статье рассматривается CLT-панели, которые набирают обороты в строительной отрасли. Перспективы развития этого материала разнообразны и еще дорабатываются, создаются документы по расчетам нагрузок, изучаются условия применения.

Ключевые слова: строительство, CLT-панели, комфорт и безопасность среды жизнедеятельности, энергосбережение.

Введение.

CLT-панели (англ. Cross Laminated Timber — перекрестно склеенная древесина) – это многослойный материал, для изготовления которого применяют цельные ламели из хвойных и твердолиственных пород дерева. Материалы на основе слоистой клеёной древесины – это надежный и многофункциональный продукт. Это легкий и экологичный материал. Технология производства строительных материалов на основе древесины с улучшенными свойствами развивалась на протяжении весьма долгого времени.

При разработке арочных стропильных ферм в 1548 году французский архитектор Филибер Делорм впервые в мире использовал инновационный метод клинового соединения конструктивных элементов. Сложенные друг на друга и надежно скрепленные составляющие несущих каркасов широко применялись мастерами деревянного зодчества, в том числе и на территории России.

В 1906 году немецким плотником Карлом Хетцером был изобретен клееный брус.

Сегодня клеёная слоистая древесина — высокотехнологичный материал, имеющий улучшенные механические и эксплуатационные характеристики и широкую область применения. Из него строят даже многоэтажные здания. В Норвегии уже в этом году можно увидеть самое высокое деревянное здание Mjos Tower. Высота будущего небоскреба 51 — м. По проекту Voll Arkitekter на восемнадцати этажах разместятся апартаменты, отель, офисы, ресторан, плавательный бассейн и другие общественные пространства. В этой статье разберем CLT панели.

CLT-панели – многослойный материал, состоящий из деревянных ламелей, сложенных в ряды. Изделия склеиваются между собой и спрессовываются. Ряды располагаются крест-накрест относительно друг друга. Вертикальные ламели обеспечивают высокую несущую способность, а горизонтальные — жесткость в продольной плоскости.

Впервые эту технологию применили в Швейцарии в 90-х годах прошлого столетия. Доработав ее, некоторые компании начали собственное производство. Первые современные CLT-панели были разработаны в 1996 году в Австралии. Благодаря возросшему интересу общества к эко-строительству технология стала востребованной.

Из таких панелей стали возводить не только одноэтажные, но и многоэтажные здания, многоквартирные дома. В Западной Европе данная технология занимает все большую долю строительной отрасли. В нашей стране производство CLT-панелей развивается.

Технологический процесс производства CLT

На первом этапе доски отбираются и укладываются в сушильные стопки на поддоны для предварительной вентиляции древесины и предотвращения грибкового поражения. Когда накапливаются партии древесины одного сорта, соответствующие объему загрузки сушильной камеры, пакеты подаются в сушилку, где из древесины принудительно извлекается влага.

Сушка должна быть быстрой, равномерной и с минимальной потерей трещин. Для этого конвективные сушильные печи должны быть соответствующим образом оборудованы для обеспечения воздушного потока, теплообмена, системы увлажнения, дефлекторов и т.д.

Качество процесса сушки напрямую определяет качество производимых CLT-панелей. После сушки пакеты с древесиной попадают в холодильную камеру.

После окончательного сращивания ламели хранятся, пока на них наносится клей.

Следующий шаг - нанесение клея и прессование. Заготовки калибруются для удаления клеевого нахлеста и получения точных размеров на четырехстороннем станке и автоматически подаются на селекторную станцию, подключенную к прессу.

Панели склеиваются между собой на прессе. Затем готовая деталь упаковывается и отправляется на склад готовой продукции.

В конце технологических этапов отбираются образцы из конечных частей готовой продукции для механических испытаний

Характеристики и свойства CLT-панели

Панели CLT ближе к клееным и конструкционным балкам, чем балки LVL и фанерные панели, поскольку они изготавливаются из пиленых плит, а не из фанерного шпона. Однако области применения плит CLT и балок LVL схожи. Этот материал также можно встретить под другими названиями, альтернативными обозначениями или наиболее известными брендами: X-Lam, PSL, Cross-Lam, BSP, KLN, Crossplan, Holz-Massiv, NAC. CLT-панели и клееный брус можно комбинировать при строительстве здания.

Если на Западе распространены пяти- и семислойные панели, то CLT-панели с четным количеством ламелей встречаются реже, а максимальное количество в 12 слоев считается самым высоким. Перекрестное скрепление позволяет снять внутренние напряжения между слоями и придает готовым панелям большую прочность и устойчивость к сжатию и растяжению. Панели CLT используются в качестве несущих колонн и балок, плит перекрытий и стеновых панелей для наружных и внутренних работ, в том числе в высоком качестве отделки - с вырезами для дверей и окон. Внутри клееного бруса можно установить утеплитель для обеспечения требуемых теплотехнических характеристик [3].

Количество слоев в панелях CLT может быть четным или нечетным. Нечетное количество слоев является наиболее распространенным. Во внутренних слоях может использоваться древесина более низкого качества, чем во внешних. Слои панелей CLT могут состоять из одинаковых или разных пород древесины.

Толщина панелей варьируется от 60 мм до 400 мм, длина - до 20 м и более, высота - до 3,5 м. Появление CLT-панелей в строительстве позволяет возводить малоэтажные и высотные здания без использования металлических и бетонных конструкций или в сочетании с ними. Строительство из CLT-панелей описывается как альтернатива каркасному и плитному строительству; панели напрямую конкурируют

с клееными балками, некоторыми металлическими конструкциями и даже железобетоном. Продукция CLT похожа на железобетонные изделия, обладает сравнимой прочностью и долговечностью, а также универсальна: по этой технологии изготавливаются стеновые и перегородочные панели, плиты перекрытий, колонны и балки [4].

Поэтому основными качественными характеристиками CLT-панелей являются повышенная прочность при горизонтальных нагрузках, устойчивость к влаге и агрессивным условиям окружающей среды, геометрическая точность, хорошие тепловые свойства и эстетичный внешний вид благодаря однородной и гладкой поверхности.

Преимущества панелей CLT [5]

Преимущества технологии неоспоримы:

- Прочность и воздухопроницаемость стен и стыков.
- Возможность комбинированной облицовки внутренних и наружных стен без подготовительных работ.
- Возможность установки навесных фасадов.
- Возможность использования панелей с поперечным сечением в промежуточных этажах.
- Отсутствие динамических колебаний в промежуточных этажах ("эффект катушки").
- Возможность строительства домов до 10 этажей. [2]
- Высокая звукоизоляция между комнатами и этажами.
- Возможность реализации любого архитектурного стиля.
- Стабильность размеров и статическая прочность во всех направлениях.
- Возможность 100% заводской отделки и электромонтажа.
- Низкая теплопроводность (0,13 Вт/мК) и высокая удельная теплоемкость (2,10 кДж/кг).

-Сокращение сроков строительства в 2 раза. Монолитные деревянные панели, склеенные из высушенной древесины в заводских условиях, не нуждаются в оштукатуривании, что сокращает время на отделку и ввод здания в эксплуатацию.

Фасадные планки могут быть выбраны на заводе в соответствии с породой древесины и сортом для поверхности.

-Увеличение внутреннего пространства за счет уменьшения толщины стен.

Недостатки CLT:

- В северных регионах с долгими морозными зимами требуется дополнительная внешняя изоляция.

-Микроклимат в здании должен контролироваться системой вентиляции.

Фасад из клееной древесины должен быть защищен от ультрафиолетового излучения и атмосферных воздействий. Требуется регулярная обработка защитным покрытием; другой вариант - применение вентилируемого фасада.

Заключение

Технология CLT развивается в России. Уже сейчас можно говорить о больших перспективах этого материала, использование которого позволит ускорить строительство и снизить рыночные затраты. Технология CLT развивается в России. Уже сейчас можно сказать о больших перспективах материала, использование которого ускорит строительство и понизит рыночную стоимость.

Список литературы:

1. Новая конструктивная система крупноблочного домостроения из клееной древесины. / Турковский С. Б., Погорельцев А. А. // Вестник НИЦ «Строительство». -1(28) 2021. УДК 694.1:69.07. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1\(28\)-55-62](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1(28)-55-62)
- 2 CLT-панели в частном домостроении: особенности, преимущества и стоимость технологии <https://geostart.ru/post/19579>
3. Совершенствование конструкции и технологии сопряжения CLT-панелей с деревоклееными элементами. Специальность 05.21.05 – Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки. / Чернова Т. Р. //Дисс. канд. техн. наук. Архангельск. 2018
4. Метод контроля качества клееной древесины по силовой трещиностойкости./ Масалов А.В., Кабанов В.А., Масалов Н.А. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2013. - № 4. - С. 117-119.
5. Трещиностойкость изгибаемых клееных деревянных элементов./ Масалов А.В. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Инж.-строит. ин-т. Воронеж, 1992
6. Retain of fine dispersed basalt fiber reinforcement in cement matrix. / Stupishin L.U., Emelyanov S.G., Boluzhitcev D., Masalov A.V., Kuzmenko A., Rodionov V. //Applied Mechanics and Materials, 2014. - Т. 584-586. - P. 1691-1694.
7. Features of definition of heat conductivity of a stone laying at small thickness./ Stupishin L.Yu., Masalov A.V. // Proceedings of the South-West State University. 2011. - № 5-2 (38). - P. 189-190.

К ВОПРОСУ О ЖЕСТКОСТИ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В.А. Пименов, канд. техн. наук, доцент, С.А. Любишина, канд. пед. наук, А.Ю. Михайлов, канд. пед. наук

Калининградский государственный технический университет, Калининград

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы экспериментального определения ряда параметров конструкционных ПМК панелей и собранных из них плит перекрытия. При испытаниях определялся прогиб плит перекрытий, зависящий от жесткости поперечного сечения. В результате эксперимента были определены численные значения жесткостей поперечных сечений плиты ПМК и фрагмента конструкции в виде рамы, собранного из плит. На основе полученных данных была определена предельная конструктивная длина плиты перекрытия, удовлетворяющая требованию СП при расчете по второму предельному состоянию.

Ключевые слова: плита перекрытия, жесткость, прогиб, гидростенд.

В рамках развития жилищного строительства в России Минстрой и МЧС России утвердили План мероприятий (дорожную карту) по развитию деревянного домостроения на период до 2024 года. Практика строительства индивидуальных жилых домов с использованием плит перекрытия на основе древесины применяется и в Калининградской области. Под плитами перекрытия из древесины понимаются плиты, состоящие из конструкционных панелей (ПМК), поперечных и продольных ребер из цельной древесины. Домостроение с использованием ПМК с высокими теплоизоляционными свойствами имеет ряд неоспоримых преимуществ перед строительством из традиционных материалов (кирпич, бетон и т. д.). Здания такого типа являются быстровозводимыми, что позволяет в минимальные сроки обеспечить жильем большое количество населения, они дешевле на этапе строительства за счет использования более дешёвых материалов (плиты OSB, пенополистирол в качестве утеплителя), экономичнее на стадии эксплуатации благодаря высоким теплоизоляционным качествам. Технология возведения таких зданий заключается в сборке сооружения из панелей, изготовленных централизованно. При изготовлении ПМК в заводских условиях осуществляется обшивка каркаса изнутри и снаружи ориентировано стружечными плитами OSB-3, между которыми под контролируемым давлением клеивается слой твердого утеплителя – пенополистирола. OSB представляет собой прессованную древесностружечную плиту с ориентированной плоской щепой (соответствует Европейскому стандарту EN-300-OSB). Утеплителем является самозатухающий пенополистирол, не поддерживающий самостоятельное горение. Монтаж зданий производится без сварочных работ, не используются «мокрые» процессы, что позволяет упростить и ускорить строительство.

На практике у заказчиков часто встает вопрос об увеличении пролета плит. Ответить на этот вопрос достаточно сложно, так как для расчетов прогибов плит необходимо определять жесткость сечений. Для панелей ПМК и плит теоретически определить жесткость сечения достаточно сложно из-за большого разброса численных значений модуля деформации материала утеплителя. В данной работе предлагается методика определения прогибов и жесткости поперечных сечений натуральных плит перекрытия для малоэтажных жилых домов, изготовленных из панелей ПМК. Полученная информация по количественным значениям жесткостей

сечений натуральных плит позволит выполнить расчеты по второму предельному состоянию в соответствии с требованиями [1].

Известно, что прогиб элементов, в том числе многослойных и клееных, зависит от жесткости сечения EJ (произведение модуля упругости E на приведенный момент инерции J площади поперечного сечения). Для испытаний были представлены в натуральную величину панели ПМК и собранные из них плиты перекрытия и стеновые панели. Наружные слои панелей выполнены из ориентированно-стружечной плиты толщиной 12 мм по ТС-07-0639-02. В качестве утеплителя использовались пенополистирольные плиты с добавкой антипирена марки ПСБ-С-25 по ГОСТ 15588 толщиной 150 мм.

Методика проведения испытаний заключалась в следующем. Испытания проводились в режиме «изгиб». В качестве характеристики, оцениваемой в ходе проведения испытаний, определялся прогиб плиты f , жесткость поперечного сечения определялась по формулам строительной механики с учетом полученных значений прогиба. Такой подход применялся для испытаний конструкций из дерева, а также при оценке ползучести древесины [2, 3].

Испытания проводились в условиях закрытого помещения при нормальных значениях температуры и влажности. Для этого использовалось помещение гидростенда, предназначенного для испытаний натуральных и полунатурных конструкций на статическую нагрузку. Уникальность гидростенда заключается в том, что в нем можно испытывать крупногабаритные объекты в натуральную величину или модели больших размеров с габаритами размерами 4,5x8,5x3,0 м. Испытания проводились в два этапа.

На первом этапе испытывалась плита перекрытия, состоящая из 4-х панелей ПМК, объединенных вдоль попарно, с установленными в стыках и снаружи (вдоль по краям) брусках. Размер плиты 1250x5000x174 мм. Сосредоточенная нагрузка создавалась с помощью металлических грузов, которые предварительно взвешивались и маркировались. Величина стрелки прогиба f определялась с помощью прогибомеров. В качестве прогибомеров с достаточной точностью измерения использовались нивелир 4Н-3КЛ, линейка металлическая, индикаторы часового типа. Прогибы измерялись для верхней и нижней обшивки плиты (далее верхняя и нижняя фибры). Нагружение плит проводилось ступенчато с временной выдержкой установки грузов 10-15 мин. После снятия последнего замера при величине нагрузки, соответствующей расчётной, конструкция разгружалась. При испытании плиты перекрытия нагрузка снималась после 4-х дневного выдерживания.

Величина сосредоточенной нагрузки рассчитывалась, исходя из следующих соображений. Прогиб от проектной для жилых домов равномерно распределённой вдоль плиты нагрузки при шарнирном опирании определяется по формуле:

$$f = \frac{5ql^4}{384EJ}, \quad (1)$$

где q - нормативное значение распределённой нагрузки, кгс/м;

l – расчётный пролёт плиты (расстояние между осями опор);

EJ – жёсткость поперечного сечения плиты.

Прогиб от сосредоточенной нагрузки при той же расчетной схеме, приложенной в середине пролёта плиты, определяется по формуле:

$$f = \frac{Pl^3}{48EJ}, \quad (2)$$

где P – сосредоточенная нагрузка.

После приравнивания двух значений прогибов и сокращений получим величину сосредоточенной нагрузки:

$$P = \frac{5 \cdot 48ql}{384} = 0,626ql \quad (3)$$

При этом следует иметь ввиду, что СП определяет и максимально допустимый прогиб равный $1/250$ пролёта [1].

Проведенные ранее эксперименты позволили опытным путем определить жесткость сечения самой панели. Для панели конструкционной при ширине $B=0,625$ м и пролёте $l=2,3$ м с учетом собственного веса панели $18,5$ кгс/м пог., нагрузки от пола 10 кгс/м² и нормативной временной нагрузки 150 кгс/м² сосредоточенная нагрузка, прикладываемая в середине пролёта, ограничивалась значением 180 кгс, а жесткость панели составила $EJ = 7,60 \cdot 10^7$ кгс·см²

Для испытаний плита перекрытия устанавливалась на металлические опоры, верхняя часть которых выполнена из стальных труб. Расчетная схема плиты представлена на рисунке 1.

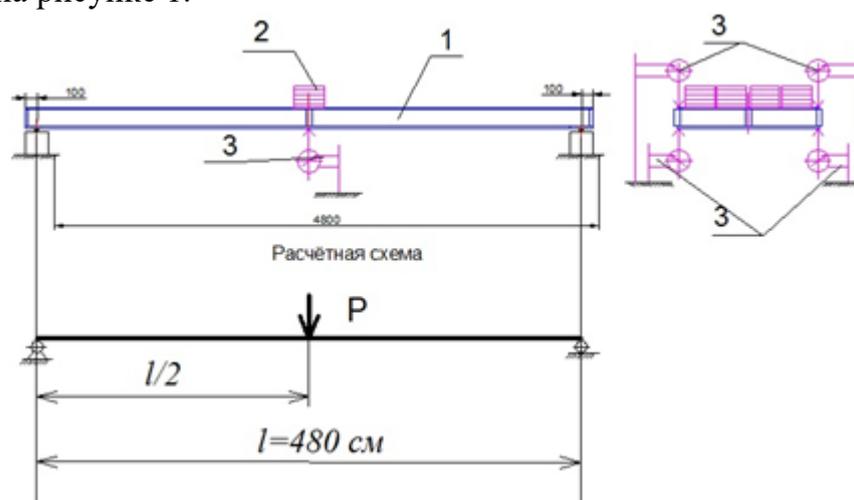


Рисунок 1. Схема нагружения и расчётная схема плиты перекрытия: 1- фрагмент перекрытия, 2 – грузы, 3 - прогибомеры

Для плиты перекрытия (из 4-х панелей конструкционных) при ширине $B=1,25$ м и расчетном пролёте $l=4,8$ м сосредоточенная нагрузка в середине пролёта равняется $P=0.626ql=698$ кгс. Последнее значение нагрузки принято 500 кгс, т.е. при достижении предельного значения прогиба равного $480/250=1,92$ см = $19,2$ мм. Результаты испытания сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний на прогиб

Нагрузка P , кг	Прогиб в середине пролёта по верхней фибре f , мм		
	Правая сторона	Левая сторона	Усреднённое значение
0	0	0	0
89	5,0	2,0	3,5
176	7,0	6,0	6,5
272	10,0	8,0	9,0
406	15,0	15,0	15,0
450	17,0	17,0	17,0
500	18,0	19,0	18,5
500	После четырех суток под нагрузкой		23,1
0	Остаточный прогиб после снятия нагрузки 1,7		

Из таблицы видно, что после четырех суток под нагрузкой 500 кгс прогиб плиты по середине пролета увеличился на 20% и превысил предельно допустимый прогиб равный 19,2 мм.

При длине пролёта $l = 480$ см и нагрузке $P = 500$ кгс усредненное значение прогиба f составило 18,5 мм (таблица 1).

Тогда, при кратковременном нагружении жёсткость составила

$$EJ = \frac{Pl^3}{48y} = \frac{500 \cdot 480^3}{48 \cdot 1,85} = 6,22 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

При постоянном действии нагрузки в течении четырех суток прогиб составил $f = 23,1$ мм (2,31 см) и, соответственно, жесткость

$$EJ = \frac{Pl^3}{48y} = \frac{500 \cdot 480^3}{48 \cdot 2,31} = 4,99 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

Понижение жесткости сечения при действии постоянной и длительной нагрузки составило 20%, что соответствует 71% суммарной нагрузки, равной 698 кгс. В связи с этим в практических расчетах рекомендуется к значению жесткости вводить понижающий коэффициент 0,8-0,85.

Момент инерции площади поперечного сечения (без учёта утеплителя) при 3-х продольных сосновых брусках

$$J_3 = Bt \left(\frac{h_0}{2} \right)^2 + \frac{3 \cdot sh^3}{12} = 1250 \cdot 1,2 \left(\frac{16,2}{2} \right)^2 + \frac{3 \cdot 5 \cdot 15^3}{12} = 98420 + 4220 = 102640 \text{ см}^4$$

Момент инерции площади поперечного сечения (без учёта утеплителя) при 2-х продольных сосновых брусках

$$J_2 = Bt \left(\frac{h_0}{2} \right)^2 + \frac{3 \cdot sh^3}{12} = 1250 \cdot 1,2 \left(\frac{16,2}{2} \right)^2 + \frac{2 \cdot 5 \cdot 15^3}{12} = 98420 + 2810 = 101200 \text{ см}^4,$$

где $B = 1250$ см - ширина плиты перекрытия; $t = 12$ мм = 1,2 см – толщина плиты OSB; $h_0 = 162$ мм = 16,2 см – расстояние между нейтральными осями плит OSB; $s = 5$ см – толщина соснового бруса; $h = 15$ см – высота соснового бруса.

Уменьшение момента инерции площади поперечного сечения при изъятии одного бруса составляет:

$$\left[\left(\frac{J_3 - J_2}{J_3} \right) \right] \cdot 100\% = \left[\left(\frac{102640 - 101200}{102640} \right) \right] \cdot 100\% = 1,4\%$$

Приведенный модуль упругости $E_{np} = 6,22 \cdot 10^8 / 102640 = 6060$ кгс/см²

На втором этапе оценивалась степень влияния на прогиб плиты перекрытия при условии ее заземления в стенах (стеновых панелях).

При этом для приближения условий заземления плиты к натурным на участки стеновых панелей выше плиты перекрытия прикладывалась нагрузка, имитирующая вес вышестоящих стен, чердачного перекрытия и крыши. Эта нагрузка (пригруз) составила 265 кгс на каждую стену (рисунок 2). Первоначально определялся прогиб плиты перекрытия при отсутствии пригруза стен, имитирующего вес вышестоящих конструкций. Нагрузка на середину плиты перекрытия составляла 500 кПгс, что соответствовало максимальной нагрузке в испытаниях на 2 этапе.

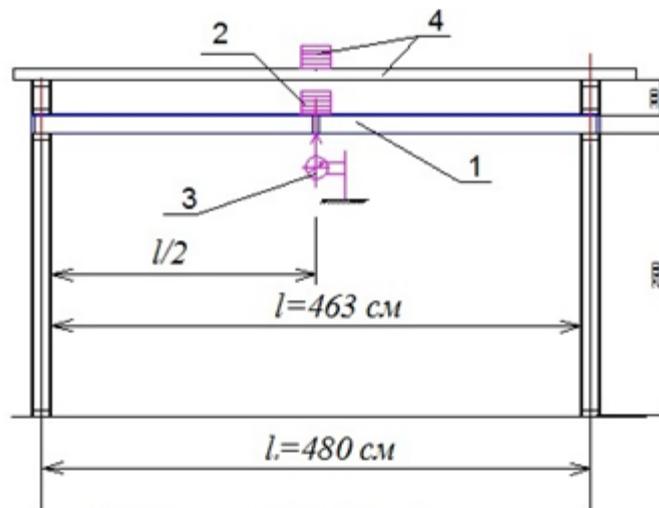


Рисунок 2 - Общий вид испытываемой конструкции с пригрузом: 1 - фрагмент перекрытия, 2 – грузы, 3 – прогибомер, 4 - пригруз

Результаты испытаний представлены в таблице 2. Здесь же для сравнения представлены результаты испытаний плиты перекрытия по первому этапу при максимальной нагрузке 500 кгс.

Таблица 2 - Результаты испытаний на прогиб с приложением нагрузки

Сосредоточенная нагрузка на плиту Р, кгс	Прогиб в середине пролёта свободно опёртой плиты (испытания по первому этапу) Y_0 , мм	Прогиб в середине пролёта плиты в составе рамы при отсутствии пригруза Y_1 , мм	Прогиб в середине пролёта плиты в составе рамы при наличии пригруза Y_2 , мм
0	0	0	0
212	7,7	7	7
400	15	14	12
500	18,5	17	15,5

Как видно из таблицы, условия защемления плиты влияют на прогиб. В данном случае, прогиб плиты перекрытия Y_2 по сравнению с прогибом при чисто шарнирном опирании Y_0 уменьшился на 16% и практически равен прогибу Y_0 при длительном действии нагрузки.

Результатом проведенных исследований по испытанию элементов конструкции перекрытия являются численные значения жесткостей поперечных сечений плиты перекрытия при различных способах защемления в стеновых панелях фрагмента здания. Используя полученные значения, на практике можно определить предельную конструктивную длину плиты перекрытия представленной конструкции, удовлетворяющую требованию СП при расчете по второму предельному состоянию.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80.
2. Жаданов В.И., Гребенюк Г.И., Дмитриев П.А. Большеразмерные совмещенные плиты из клееной древесины и пространственные конструкции на их основе. Разработка, исследования, оптимизация. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. - 209с.
3. Арленинов Д.К., Беккер Д.А. Предложения по методике испытаний для оценки ползучести древесины // Строительные конструкции, здания и сооружения. 2017. №4

ПРОЧНОСТЬ СТенок ДВУТАВРОВЫХ БАЛОК С КОМПЗИТНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

М.М. Тамов, канд. техн. наук, доцент, С.В. Усанов, ст. преп.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар

Аннотация: исследуется прочность стенки блок двутаврового сечения, армированных композитной поперечной арматурой. Варьируемыми факторами эксперимента являются процент поперечного армирования, шаг поперечной арматуры и относительный пролет среза. С увеличением процента поперечного армирования стенки ее относительная прочность стенки имеет тенденцию к росту во всех случаях. Выявлено снижение прочности стенки с увеличением относительного пролета среза.

Ключевые слова: композитная арматура, двутавровые балки, прочность стенки, поперечная сила, процент поперечного армирования, пролет среза.

Прочность тонкой стенки изгибаемых железобетонных элементов остается недостаточно изученной, ее сопротивление внешним воздействиям представляет собой сложный процесс. Одновременное действие изгибающего момента и поперечной силы приводит к образованию в стенке системы параллельных наклонных трещин. Таким образом, стенка разделяется на отдельные бетонные призмы, работающие в условиях плоского напряженного состояния и соединенные между собой поперечной арматурой.

В связи с тем, что в настоящее время все большее внимание уделяется армированию бетонных конструкций полимерной композитной арматурой (АКП) представляет интерес изучение прочности тонких стенок, армированных АКП. По сравнению с традиционно используемой стальной арматурой к преимуществам АКП можно отнести высокую коррозионную стойкость, радиопрозрачность, низкую теплопроводность, малый удельный и др., из недостатков следует выделить в числе прочего низкий модуль упругости. Повышение интереса в России к АКП прослеживается, в том числе по росту количества патентов на ее составы, технические решения по изготовлению, публикации о сферах применения и пр. [1-8].

Одним из актуальных вопросов применения АКП является ее использование в качестве поперечного армирования тонких стенок изгибаемых элементов. Такими исследованиями занимался ряд авторов за рубежом [9-11].

В рассмотренных работах поперечная арматура располагалась вертикально, но следует отметить, что из опытов со стальной поперечной арматурой отечественных и зарубежных исследователей известно о повышении прочности стенки при наклонном расположении хомутов. Исследования на поперечную силу изгибаемых элементов, армированных базальтокомпозитными хомутами (АБП), имеются в достаточно ограниченном количестве [12, 13]. Еще больший интерес представляет изучение тонкостенных элементов с аналогичным армированием, не проводившееся ранее и рассматриваемое в настоящей статье.

Для этих целей в лаборатории кафедры строительных конструкций КубГТУ были изготовлены балки двутаврового поперечного сечения [14]. Исследовалась прочность стенки образцов, которые отличались между собой углом наклона поперечной арматуры к их продольной оси, процентом поперечного армирования и относительным пролетом среза. В дополнение к образцам с поперечным армированием из АБП были изготовлены аналогичные балки, стенка которых армировалась проволокой Вр500. Продольное армирование было выполнено во всех

случаях одинаковым из стальных стержней класса А500С и исключало разрушение образцов по нормальному сечению. Каждый образец имел длину 2340 мм (пролет 2180 мм), высоту поперечного сечения 280 мм и рабочую высоту 260 мм. Ширина полки балок составляла 200 мм, толщина стенки – 30 мм.

Балки испытывались в лаборатории кафедры строительных конструкций КубГТУ. Загружение образцов проводилось по схеме четырехточечного изгиба. Нагрузка прикладывалась ступенями, которые соответствовали до приближения к исчерпанию несущей способности примерно 10% от ожидаемой разрушающей нагрузки, а затем снижались до 5%. На всех ступенях загрузки вплоть до 80-85% от ожидаемой разрушающей нагрузки во время выдержки образца проводился его детальный осмотр и контроль параметров образования и развития трещин. В рамках исследования было испытано 28 балок.

Максимальные измеренные значения деформаций укорочения бетонных полос имеют тенденцию к уменьшению с увеличением пролета среза. До образования наклонных трещин они растут практически линейно, затем скорость роста возрастает и достигает наибольших значений на этапах, близких к исчерпанию несущей способности. При разрушении балки вследствие раздробления бетона стенки деформации укорочения бетонных полос превысили 200×10^{-5} .

Образцы с наименьшим относительным пролетом среза ($1,6h_0$) разрушились из-за раздробления бетона стенки от действия сжимающих усилий, для двух других пролетов среза ($2,5$ и $3,2h_0$) потеря несущей способности наступала вследствие либо раздробления бетона стенки, либо разрыва хомутов.

Графики относительной прочности стенки образцов с вертикальным и наклонным поперечным армированием, полученные в результате наших испытаний приведен ниже (рисунок 1).

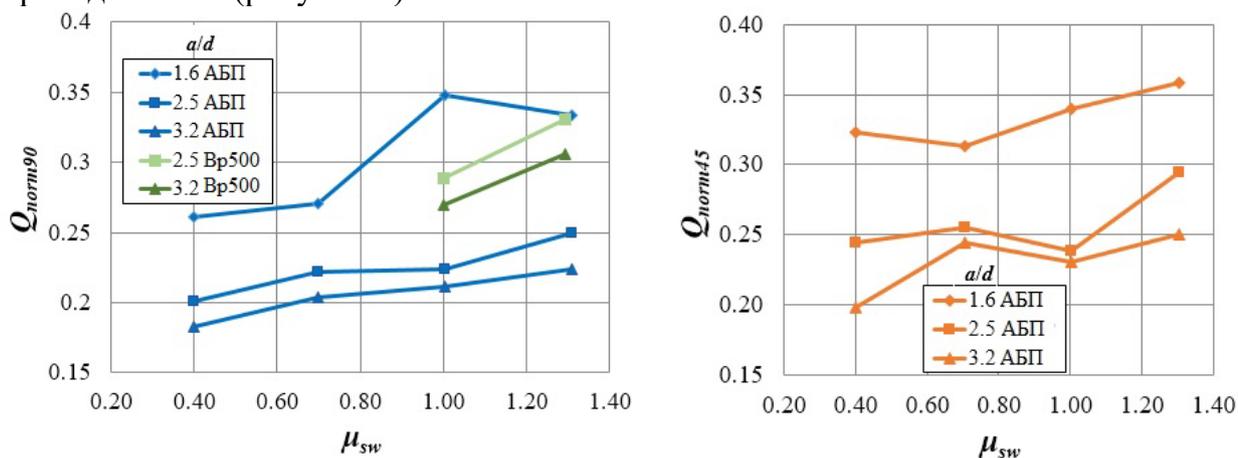


Рисунок 1. Исследуемые пролеты среза балок, разрушившихся от раздробления бетона стенки

Из приведенных рисунков видно, что с увеличением процента поперечного армирования стенки ее относительная прочность стенки имеет тенденцию к росту во всех случаях. В зависимости от пролета среза прочность стенки в целом повышается на 34, 22 и 21% для образцов с вертикальным армированием из АБП и a/h_0 соответственно равным 1,6, 2,5 и 3,2 и на 13, 17 и 21% для образцов с аналогичным наклонным армированием и a/h_0 . В образцах со стальными поперечными стержнями повышение прочности стенки произошло на 14% при $a/h_0=2,5$ и на 15% для $a/h_0=3,2$.

Образцы с наклонным расположением поперечной арматуры в общем по сравнению с аналогичными образцами с вертикальным армированием показали повышение прочности стенки на 10, 16 и 12% для a/h_0 соответственно равного 1,6,

2,5 и 3,2. Только в одном случае прочность стенки оказалось практически одинаковой. Образцы со стальной поперечной арматурой показали большую прочность стенки в сравнении с вертикальной АБП на 32 и 35% для $a/h_0=2,5$ и 3,2 соответственно.

С увеличением пролета среза прочность стенки ожидаемо снижалась. Для балок с вертикальным армированием из АБП снижение составило 31, 25, 42 и 34% для μ_{sw} соответственно равного 0,4, 0,7, 1,0 и 1,3%, с наклонным – 39, 22, 34 и 30% для соответствующего аналогичного армирования. В образцах со стальной поперечной арматурой для испытанных пролетов среза $2,5h_0$ и $3,2h_0$ диапазон снижения для μ_{sw} равного 1,0 и 1,3% составил 7 и 8% соответственно. Рассмотрев эти же пролеты среза для образцов с вертикальным поперечным армированием из АБП мы получили при μ_{sw} равном 1,0 и 1,3% снижение прочности на 24 и 18% соответственно.

Прочность стенок образцов с поперечным армированием из АБП оказалась примерно на 30% ниже, чем у балок со стальным армированием. Большинство норм проектирования рассматривают разрушение сжатого бетона над наклонной трещиной в качестве основной формы разрушения, что объясняется низкой вероятностью разрушения бетона между наклонными трещинами для непереармированных поперечной арматурой железобетонных балок. Исходя из полученных нами результатов, можно сделать вывод о том, что вероятность разрушения стенки двутавровых балок с поперечной АБП примерно в два раза выше.

Список литературы

1. Уманский, А.М. Совершенствование методов расчета конструкций морских гидротехнических сооружений из композитбетона с использованием базальтопластиковой арматуры: дис. ... канд. техн. наук 05.23.07. Владивосток, 2017. 173 с.
2. Степанова В.Ф. Арматура композитная полимерная. М.: Бумажник, 2013. 200 с.
3. Рахмонов А.Д. Прочность, жесткость и трещиностойкость неразрезных бетонных балок с комбинированным армированием: дис. ... канд. техн. наук 05.23.01 Йошкар-Ола, 2014. 160 с.
4. Fico R., Prota A. and Manfredi G., 2008. Assessment of Eurocode-like design equations for the shear capacity of FRP RC members. Composites Part B: Engineering. 2008. V. 39. No. 5. Pp.792-806.
5. ACI 440.1R-15. Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars. American Concrete Institute, 2015. 88 с.
6. ACI 318-19. Building Code Requirements for Structural Concrete. American Concrete Institute, 2019. 628 с.
7. IstructE. Institution of Structural Engineers, Interim guidance on the design of reinforced concrete structures using fibre composite reinforcement. SETO Ltd, 1999. 96 p.
8. BS 8110-1: 1997. Structural Use of Concrete. Code of Practice for Design and Construction, Part 1. British Standard Institution, 1997. 135 p.
9. Kurth M., Hegger J. The 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Italy, 2012, pp. 1-8.
10. Shehata E., Morphy R. and Rizkalla S., 2000. Fibre reinforced polymer shear reinforcement for concrete members: behaviour and design guidelines. Can. J. Civ. Eng., 2000, № 27, pp. 859-872.
11. Ahmed E.A., El-Salakawy E.F. and Benmokrane B., 2010. Shear Performance of RC Bridge Girders Reinforced with Carbon FRP Stirrups. Journal of Bridge Engineering, 2010, Vol. 15, pp. 44-54.
12. Issa M.A., Ovitigala T. and Ibrahim M., 2016. Shear Behavior of Basalt Fiber Reinforced Concrete Beams with and without Basalt FRP Stirrups. J. Compos. Constr., 2016, № 20(4), pp. 1-10.
13. Nagasaka T., Fukuyama H. and Tanigaki M., 1993. Shear performance of concrete beams reinforced with FRP stirrups. In: Nanni A, Dolan C, editors. ACI SP-138. American Concrete Institute, 1993, pp. 789-811.
14. Усанов С.В., Тамов М.М. Трещиностойкость приопорных зон двутавровых балок с поперечным армированием из базальтокомпозитной арматуры // Инженерный вестник Дона. 2022. № 4. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7572>

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА В ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Т.Л. Дмитриева, д.т.н., зав. каф., А.Б. Черняго, аспирант

Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет, Иркутск

Аннотация: Создание информационной модели дороги на основе программного сопровождения САПР и ГИС-систем, а также автоматизации расчётов и связи разделов проектной документации, автоматизированному составлению смет, комплексной проверки транспортно-эксплуатационных показателей разработанным программным модулем, оптимизации сроков работ на этапе строительства, прогнозирования состояния дорожной одежды для оценки вероятности возникновения деформаций и разрушений дороги на период эксплуатации.

Ключевые слова: ТИМ, Жизненный цикл, ИМД, контракт жизненного цикла, математическая модель, автоматизация производства.

Введение

Создание автомобильной дороги - это комплексный процесс, он требует, чтобы все этапы её создания были максимально взаимосвязаны. Отсюда появляется необходимость искать способы управления жизненным циклом (ЖЦ) дороги - периодом, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация.

По сути, ИМ является базой данных, имитирующей реальный объект. Эти данные структурированы определенным образом и имеют строгую иерархию доступа. Таким образом, ИМ обеспечивает взаимодействие, как разработчиков проекта, так и заказчиков, строителей, поставщиков, эксплуатирующей организации и др. Применяя ТИМ, можно организовать коллективную работу на более высоком уровне с отслеживанием изменений.

Чтобы создать информационную модель дороги (ИМД) требуется огромная база цифровых данных, от изыскательской съёмки и данных предпроектного обследования до целого ряда параметров и характеристик местности, где устраивается автомобильная дорога, и проектных данных (включая данные предыдущих жизненных этапов сооружения). Для ИМД выделяют 3 основных и ключевых этапов ЖЦ: 1) проектирование, 2) строительство, и 3) эксплуатация.

Результаты исследования и их обсуждение

Автоматизация для этапа проектирования возможна, например, при использовании прикладных программ для САПР, которые позволили бы связать некоторые элементы и разделы проектной документации для увеличения многомерности и уровня детализации модели дороги с возможностью дальнейшей интеграции с ИМД.

Авторами разработан алгоритм автоматизированного расчёта и составления сводной ведомости объёмов работ (СВОР) (рисунок 1). Помощь в составлении СВОР значительно ускоряет процесс проектирования. Автоматизация в частности возможна за счёт работы с типовыми проектными решениями, представляя их в одной большой базе данных.

На рисунке 1 показан пример расчёта по разделу «Искусственные сооружения». Программа производит расчёты искусственных сооружений (водопропускных труб),

проектируемых при ремонте, капитальном ремонте, реконструкции и строительстве автомобильной дороги.

В качестве типов и вариантов материалов и технологии изготовления труб рассматриваются:

- металлические гофрированные водопропускные трубы;
- железобетонные водопропускные трубы;
- стальные электросварные прямошовные трубы.

Для автоматизированного расчёта используются [1,2,3].

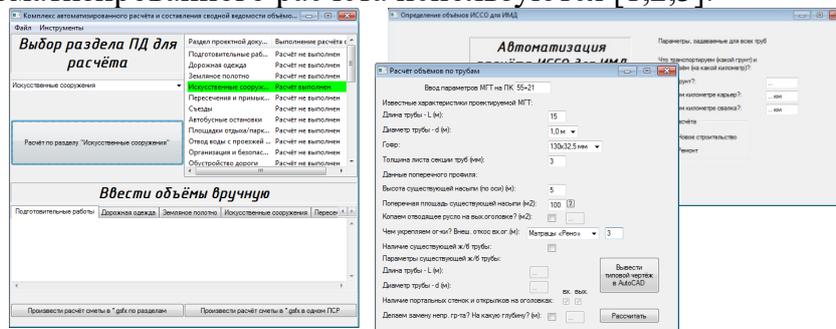


Рисунок 1. Работа в комплексе автоматизированного расчёта и составления сводной ведомости объёмов работ

По всем разделам проектной документации формирование расчёта производится согласно письму от 18 июля 2017 года N 31983-ОГ/03 «О форме ведомости объёмов работ» по форме ведомости объёмов работ на основании требований ГОСТ 21.111-84, а также ведомственных документов.

После составления ведомости объёмов программа предлагает составить смету на все рассчитанные разделы проектной документацию путём сопоставления при помощи технологии ИНС позиций из сводной ведомости объёмов работ (СВОР), с позициями из сборников ГЭСН и ФЕР для автоматического составления смет по каждому виду работ.

Вариант 1	Вариант 2
<p>Вариант 1 Бродильные работы из обычных досок</p> <p>1. Бродильные работы из обычных досок, ширина досок 200 мм, толщина 20 мм, в 1 м² работы по 1000 руб.</p> <p>2. Бродильные работы из обычных досок, ширина досок 200 мм, толщина 20 мм, в 1 м² работы по 1000 руб.</p>	<p>1. 020101-01-01-01 (устройство дорожных настилов) Пикетаж ИМД Расценки от 26.12.2019 ИМД78пр Назначение расценок от ФОТ Сметная прибыль от ФОТ Возврат НДС 1000 руб.</p> <p>2. 020101-01-01-02 (устройство дорожных настилов) Пикетаж ИМД Расценки от 26.12.2019 ИМД78пр Назначение расценок от ФОТ Сметная прибыль от ФОТ Возврат НДС 1000 руб.</p> <p>3. 020101-01-01-02 (устройство дорожных настилов) Пикетаж ИМД Расценки от 26.12.2019 ИМД78пр Назначение расценок от ФОТ Сметная прибыль от ФОТ Возврат НДС 1000 руб.</p> <p>4. 020101-01-01-04 (устройство дорожных настилов) Пикетаж ИМД Расценки от 26.12.2019 ИМД78пр Назначение расценок от ФОТ Сметная прибыль от ФОТ Возврат НДС 1000 руб.</p>

Рисунок 2. Сопоставление разных вариантов написания объёмов работ (слева) с позициями из сборника ФЕР (справа)

На рисунке 2 видно, как при разном написании в СВОР видов работ, обученная на более чем 30 примерах различных ПД, ИНС сопоставила им одинаковые расценки (позиции) из сборника ФЕР. При определённых условиях сопоставления позиций из СВОР, например, когда необходимо сделать добавку к основной позиции или коэффициент к этой позиции, алгоритмом предусматривается это при составлении сметы.

На этапе строительства используется информация этапа проектирования, которая может помочь в обеспечении строительного контроля, контроля за объёмами и финансами, а также оптимизации сроков работ.

В целях построения и дополнения ИМД на этапе строительства авторами был разработан комплекс расчётов, который осуществляет автоматическую проверку, сравнивая с нормативами и проектной документацией параметры строящегося

объекта. По результатам сравнительного анализа составляет отчёт. Реализация такого контроля была достигнута средствами различных программных продуктов, связанных между собой программным сценарием в единый комплекс, где в частности выполняется контроль строительных работ на соответствие расчетным геометрическим параметрам, построение форм КС-2, КС-3, КС-6а, вывод календарного графика выполненных работ, составление графиков потока рабочей силы. Здесь же отслеживаются ресурсные и финансовые поставки. Расчёты производятся на основе существующего проекта, где используются нормы, рекомендации, ведомости технологических и конструктивных решений, а также ПОС и ППР (рисунок 3).

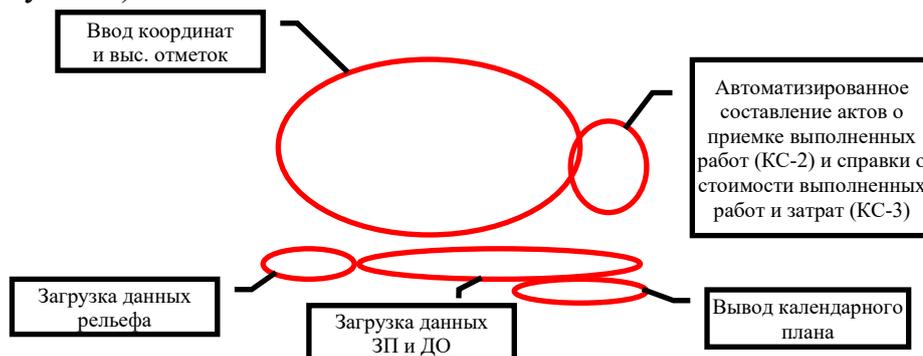


Рисунок 3. Программный модуль по осуществлению надзора на этапе строительства автомобильной дороги

Актуальной задачей процесса строительства автомобильных дорог является анализ существующей ситуации с целью оптимизации и оперативного разрешения образовавшейся нехватки времени, что требует автоматического отслеживания нарушений режима работ, технологического процесса эксплуатации или нарушений сроков работ, поставленных в календарном графике. В программной реализации данного алгоритма [4] предполагается выдача рекомендаций, где анализируется необходимое количество техники и человеческих ресурсов. Данная задача была решена на основе теории массового обслуживания для вычисления оптимального времени работы и количества вспомогательной техники, обеспечивающей либо поставку материалов для ведущей машины, либо помощь в сопутствующей работе. Оптимизация строительного процесса выполняется путём многоканальной (если ведущих машин несколько) или одноканальной (если машина одна) системы массового обслуживания (СМО) с неограниченной длиной очереди, а также многофазных СМО, которые подходят для описания тандемных систем.

При использовании, вместе с ранее описанными методами контроля, интеллектуального поиска данных [5] в проектной документации автомобильной дороги, как наиболее практичным и удобным способом поиска проектных решений, можно обеспечить доступ к данным из ПД в условиях нахождения на строительном участке даже при минимальной мобильной связи [6]. Переводя полученные проектные данные вместе со сметным блоком в среду общих данных (Common Data Environment – CDE - единый источник достоверной информации для всех участников проекта) как и все прочие сопутствующие документы, включая исполнительную документацию в табличный формат, можно производить надзор за объёмами и финансами подрядной организации, выполняющей работы.

Далее перейдем к этапу эксплуатации. Вопрос прогнозирования транспортно-эксплуатационных показателей дороги на долгосрочный период затруднителен из-за отсутствия адекватных моделей, охватывающей поведение всех ее конструктивных

элементов [7]. В настоящее обследование и диагностика состояния автомобильных дорог выполняется с использованием различного инженерного оборудования, включая дорожные лаборатории. Руководствуясь результатами диагностики выявляют участки дорог, не отвечающие нормативным эксплуатационным требованиям, и на основе руководства [8], определяют характер мероприятий по ремонту и реконструкции.

Для оценки ситуации, которая происходит за нескольких лет, не привлекая дополнительные меры по ежесезонному и ежегодному обследованию и диагностики, необходимо максимально подробно и объективно оценить существующую обстановку с выделением всех ключевых параметров на постстроительном этапе, когда собраны все исполнительные документы и акты, сопровождающие сдачу объекта в эксплуатацию, а также произвести обследование дороги (в конце межремонтного срока). В таком случае появляется теоретическая возможность изучить возведённый объект, чтобы предсказать его состояние в будущем.

Авторами предлагается решение расчёта межремонтных сроков с помощью математической модели дорожной одежды, которая может интегрироваться в ИМД на основе исполнительных и исходных данных и параметров, полученных экспресс-диагностикой или при помощи передвижной дорожной лаборатории. С использованием этих данных реализуется алгоритм расчёта межремонтных сроков службы дорожных одежд, путём построения математической модели [9,10,11], включающей расчёты на динамические и статические воздействия от подвижного состава, механику грунтов и комплекс природных факторов на основе актуальных норм и правил и средств мониторинга.

Покажем два основных рабочих окна программы управления такой математической моделью.

В окне ввода (рисунок 4а) требуется ввести данные автомобильной дороги, большинство из которых определяются ещё на этапе проектирования. На основе этих данных формируется актуальная модель (рисунок 4б) со списком рекомендаций по устранению различных эксплуатационных дефектов. Это позволит предпринимать меры (по действующим нормативным документам и методическим рекомендациям), исходя из сложившейся обстановки.

Далее эта модель перестраивается с учетом уже применённых рекомендаций для продолжения ведения оценки состояния данного объекта.

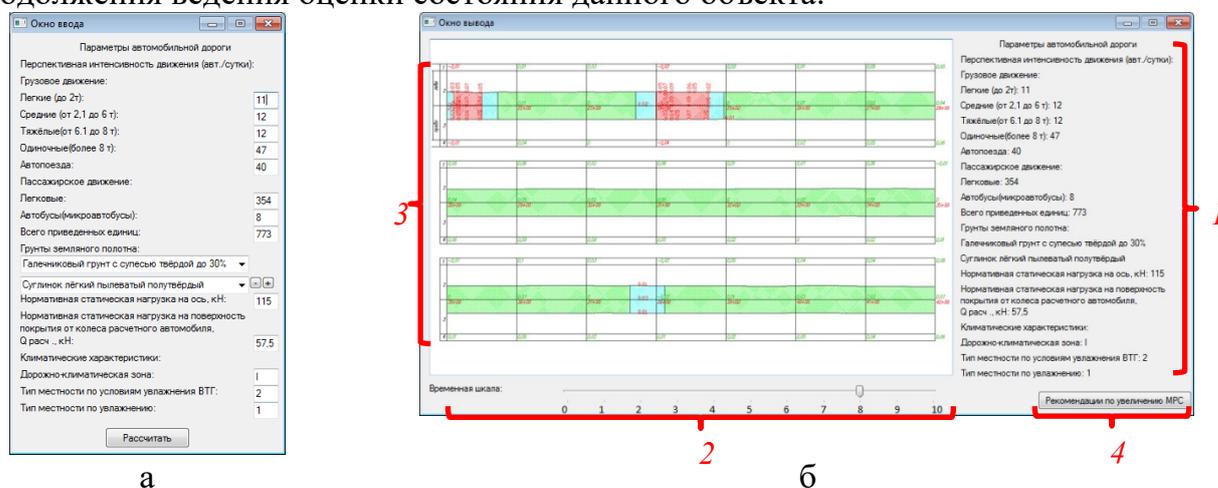


Рисунок 4. а) Окно ввода известных параметров автомобильной дороги. б) Окно вывода состояния автомобильной дороги с отображением проблемных участков
 На рисунке 4б представлено:

1 – Введённые параметры автомобильной дороги, которые напрямую влияют на построение математической модели автомобильной дороги.

2 – Временная шкала. Главной функцией методики на основе моделирования будет являться возможность предсказать состояние автомобильной дороги спустя некоторое время нахождения её в эксплуатационном режиме.

3 – Спрямлённый план участка автомобильной дороги. Этот план будет являться результатом расчёта модели, который будет отображать все проблемные участки, не удовлетворяющие нормативным требованиям.

4 – Кнопка рекомендаций по увеличению межремонтного срока службы. Выявленные участки, не отвечающие нормативным требованиям, будут выделены в красные зоны. После появления этих зон, будет доступна возможность получить рекомендации по устранению таких проблемных участков.

Заключение

ВМ становится непременным атрибутом в новой парадигме государственной контрактной системы, а точнее, при реализации контрактов жизненного цикла (КЖЦ). КЖЦ подразумевают, что дорожная подрядная организация должна не только построить объект, но и обеспечить его долгосрочную эксплуатацию [12].

Информационное моделирование дорог является всё более востребованным. Максимальная цифровизация существующих и будущих проектов один из наиболее актуальных вопросов настоящего времени. И здесь глобальная ИМД может быть получена на базе уже имеющегося программного сопровождения, включая все пакеты документации, она позволит организовать эффективный контроль сроков и стоимости работ на линейных объектах, связать все это с графиком работ, повышая качество проектирования, строительства и эксплуатации этих объектов [13]. Полученная информационная модель станет поставщиком данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами, внутренней ERP-системы и других систем предприятия.

Список литературы

1. Типовой проект серия 3.501.3.-183.01 «Трубы водопропускные круглые из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог» выпуск 0. Материалы для проектирования;
2. Типовой проект шифр 1484 «Трубы водопропускные круглые железобетонные сборные для железных и автомобильных дорог» выпуск 0-2. Трубы для автомобильных дорог. Материалы для проектирования;
3. ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные».
4. Дмитриева Т.Л., Черняго А.Б. Применение теории массового обслуживания для оптимизации строительного процесса автомобильных дорог;
5. T.L. Dmitrieva, S.S. Shaburov and A.B. Chernyago Artificial neural networks as a tool for creating a road information model;
6. Черняго А.Б. Технология реализации интеллектуального поиска данных в проектной документации автомобильной дороги на этапе строительства;
7. Илиополов С. К. Дороги. Инновации в строительстве №70 – М. ТехИнформ, 2018. – 111 с.
8. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог;
9. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Упруго-вязко-пластическая модель структурно-неустойчивого глинистого грунта. – Развитие городов и геотехническое строительство. №9. СПб.: Изд-во «Геореконструкция-Фундаментпроект», 2005. С.221-228;
10. Schanz T., Vermeer P.A., Bonnier P.G. The Hardening Soil Model: Formulation and verification // Beyond 2000 in Computational Geotechnics. Balkema;
11. geoinfo.ru. Еще раз о модели упрочняющегося грунта HS от ее создателей и пользователей / <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/eshche-raz-o-modeli-uprochnyayushchegosya-grunta-ot-ee-sozdatelej-i-polzovatelej-40813.shtml> / М.: Электронный журнал ГеоИнфо, 2019;

12. Изьорова Л. // Поможет ли ВІМ широко применять контракты жизненного цикла? // Транспорт России. Выпуск 27 января – 2 февраля 2020// Москва 2020 // АО "Издательство Дороги" // с. 23;

13. Григорьев Л. // Нам дороги построить поможет ВІМ // Автомобильные дороги. Выпуск февраль 2020// Москва 2020 // АО "Издательство Дороги" // с.124.

МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. А. Коянкин, канд. тех. наук, доцент, Х. Меслемани, Аспирант

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Аннотация: с целью найти наиболее рациональные методы восстановления железобетонных конструкций с локальными повреждениями авторами предложено восстановление железобетонных элементов (балки, плиты) путём изменения их конструктивных схем. Проведённые исследования подтвердили эффективность предложенной методики.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, усиление, восстановление несущих конструкций, разрушение, несущая способность

При рассмотрении вопросов модернизации и восстановления железобетонных конструкций, как зарубежные, так и российские авторы зачастую рассматривают наращивание высоты сечения, оголение арматуры и последующая «приварка» дополнительной арматуры, или полная замена несущего элемента, и т.д. [1...5].

В рамках данной работы предлагается усиление железобетонных элементов (балки, плиты) путем изменения конструктивной схемы. Суть заключается в следующем разделении на этапы (рисунок 1):

- удаление повреждённого участка;
- усиление целых участков композиционным материалом;
- восстановление удалённого участка с изменением конструктивной схемы поврежденного элемента.

Принципиальным моментом в данном случае является то, что до повреждения этот участок существовал как неразрывная жёстко сопрягаемая часть элемента, однако, после восстановления сопряжение восстановленного элемента с цельными элементами является шарнирным.

Проведены экспериментальные исследования железобетонных балок сечением 120x70 мм и длиной 2800 мм (рисунок 2), разделённые на следующие группы:

- первая группа – балка с симметричными повреждениями и процент повреждения длины балки 30%;
- вторая группа – балка с симметричными повреждениями и процент повреждения длины балки 45%;
- третья группа – балка с несимметричными повреждениями и процент повреждения длины балки 30%;
- четвертая группа – цельная часть балки в виде консоли.

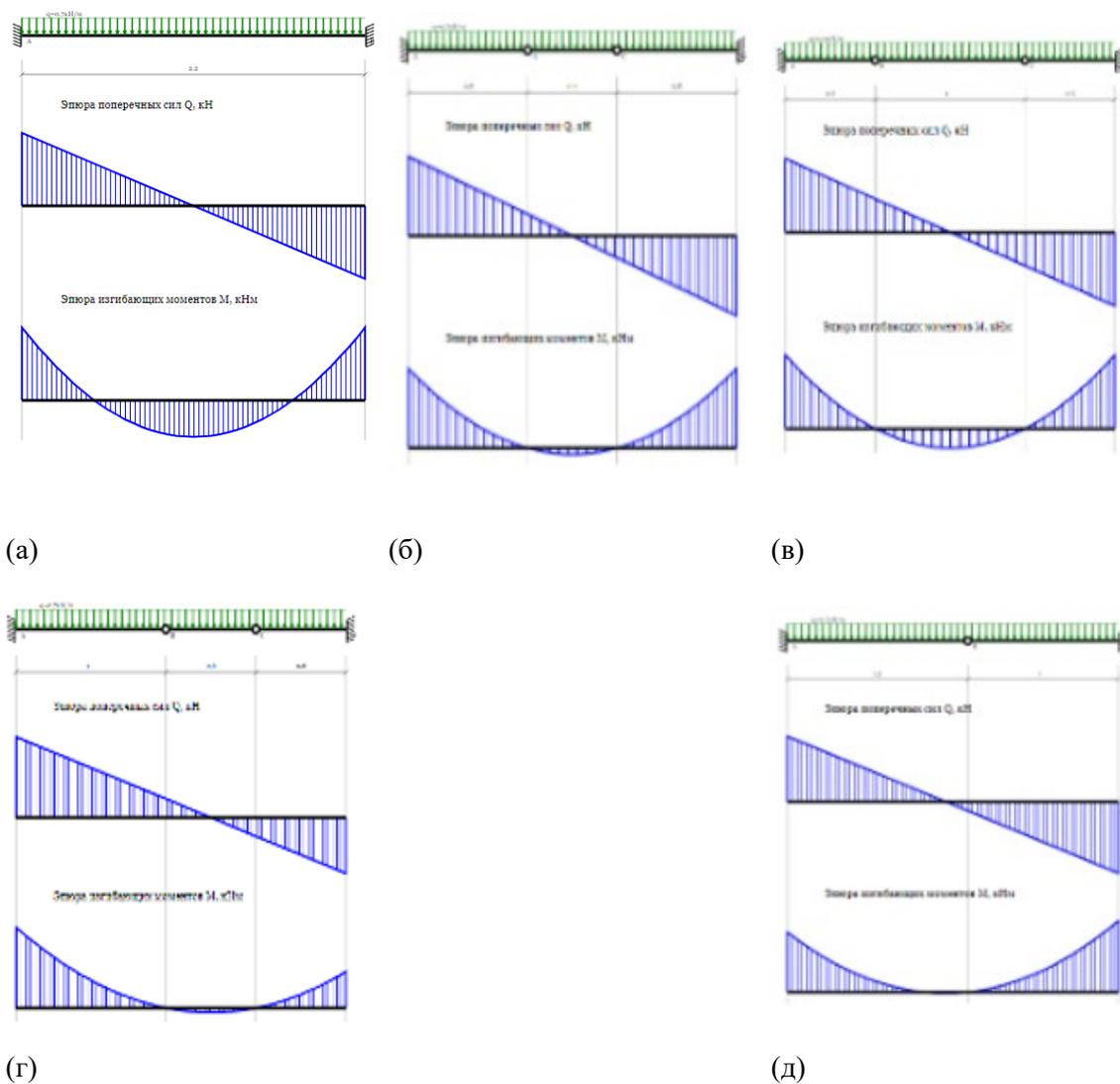


Рисунок 1. Расчетная схема балки и усилия M и Q : а) балка до повреждения б) балка первой группы в) балка второй группы г) балка третьей группы д) балка четвертой группы

Экспериментальные исследования выполнялись в лаборатории ИСК СФУ. Экспериментальные образцы загружались поэтапно. Разрушение происходило в результате достижения предела текучести в продольной арматуре над опорной частью.



(а)



(б)



(В)



(Г)



(Д)

Рисунок 2. Фото экспериментальных образцов

Список литературы

- [1]-Выбор способов усиления конструкции и капитальном ремонте зданий://Леденев В.И.[и др.]. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016.
- [2]-Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений:// учеб.Н. М. Онурьев. – М. - Л.: Стройиздат,1968.
- [3]-Repair, Renovation and Strengthening of Concrete Structures". "Evaluation and Rehabilitation of Concrete Structures". Jay H. Paul, S.E., P.E."Mexico City, September 11-13, 2002.
- [4]-State-of-the Art Review: Strengthening of Reinforced Concrete Structures – Different Strengthening Techniques Khalid Heiza, Ahmed Nabil, Nageh Meleka, and Magdy Tayel
- [5]- Traditional Solutions for Strengthening Reinforced Concrete Slabs. ragos Banu and N. Țaranu. Bulletin of Polytechnic Institute of Iasi, Building & architecture Section, Technical University "Gheorghe Asachi" Iasi Tome LVI (LX), fasciа. 3, Romania, 2010
- [6]- Поврежденное железобетонное здание: виды и аспекты модернизации и восстановления. Меслемани Х., Коянкин А.А., Усманов К.П. ЖУРНАЛА «ПЕРСПЕКТИВЫ НАУКИ» № 6(141).2021

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТОВ И ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНОВ ГРАДИРЕН

Р.Н. Зубов, доцент, канд. техн. наук, А.Н. Домрачева, студент

Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Республика Башкортостан

Аннотация:

Цель исследования. Определение эффективных способов ремонта ж/б фундаментов и бассейнов градирен.

Методы. В ходе работы над темой исследования были привлечены находящиеся в открытом доступе документы. Использовались также материалы обследования действующих градирен ТЭЦ-3 города Уфы

Результаты. Было выявлено, что требования к бетону конструкций градирен необходимо устанавливать дифференцированно по зонам сооружения, при этом, требования к техническим характеристикам бетона должны соответствовать нормативным документам и фактическим условиям работы бетона различных зон и частей сооружений.

Ключевые слова: вентиляторная градирня, водосборный бассейн, фундамент, ремонтные работы, состав бетона, железобетонные конструкции.

Вентиляторная градирня – это водоохлаждающая установка, составляющая часть водооборотного цикла предприятия. Применяется в системах оборотного водоснабжения, где требуется высокий эффект охлаждения при том, что необходимо сократить объемы строительных работ, регулировать температуру охлажденной воды, а также при плотной застройке, если необходимо разместить сооружения достаточно компактно.

Основными элементами вентиляторной градирни являются: оболочка, она состоит из каркаса, обшитого листовым материалом, водораспределительное устройство, ороситель, водоуловитель, водосборный бассейн и вентиляторная установка.

Достоинства вентиляторных градирен: простота в эксплуатации и ремонтпригодность, возможность установки в различных климатических условиях, высокий эффект охлаждения.

Недостатки вентиляторных градирен: значительный расход электроэнергии для вентиляторов, необходимо наличие эксплуатационного персонала, повышенный каплеунос.

Построенные по типовым проектам «мокрые» градирни 60-80х годов прошлого века в сегодняшних условиях требуют реконструкции или демонтажа, так как не отвечают современным нормам и требованиям экологии. Современные градирни имеют полностью обновленную начинку с использованием полимерных материалов, что значительно уменьшило массу и увеличило КПД градирен.

Фундаменты и водосборные бассейны вентиляторных градирен значительной мощности, как правило, изготавливаются из монолитного железобетона. Специфика работы градирен предъявляет к бетону конструкций высокие требования по прочности, плотности, проницаемости и коррозионной стойкости. На сегодняшний день многие из этих сооружений имеют длительный срок эксплуатации и нуждаются

в проведении различных видов ремонта. Сказались и заниженные нормативные требования прошлых лет к бетону конструкций фундаментов и водосборных бассейнов.

Основными проблемами, приводящие к ремонту градирен, является разрушение бетона чаши и каркаса в условиях высокой влажности и знакопеременных температур. При появлении трещин, сколов и отслаиваний бетона, его несущая способность уменьшается. Если говорить о железобетонных элементах каркаса, то его эксплуатация становится опасной, а у железобетонных чаш появляются течи. Вода постоянно уходит из цикла и требуется ее восполнение, что ведет к значительным денежным затратам на подпитку воды.

Рассмотрим различные подходы к разработке решений по ремонту железобетонных конструкций градирен.

С целью восстановления (укрепления) бетона могут быть использованы: цементация, инъектирование бетона полимерными материалами, удаление разрушенного (дефектного) бетона с заменой его новым в локальной части конструкции. Зачастую единственно возможным способом восстановления прочности бетонных и железобетонных конструкций является полное удаление деградированного бетона с последующей заменой его ремонтным составом, класс которого по прочности и марка по водонепроницаемости и морозостойкости в полной мере отвечают условиям эксплуатации сооружения. Одними из таких смесей являются составы МБР производства ЗАО Карьер Гора Хрустальная. Материалы обладают повышенными характеристиками по морозостойкости F400, водонепроницаемости W10-W20, адгезии 1.7 МПа. Широкое применение получили тиксотропные составы МБР 300, МБР 400, МБР 500, и их зимнее исполнение для работ при отрицательных температурах до -10С. Они представляют собой полимерно-минеральную мелкозернистую смесь, полученную путём интенсивного перемешивания фракционированного песка, портландцемента и комплекса модифицирующих добавок.

Кроме того, для инъекционных работ с целью восстановления целостности бетонного массива могут применяться следующие материалы:

1. Составы на цементной основе, в том числе модифицированные полимером, а также микроцементные составы, используемые для жесткого заполнения трещин. При проведении ремонта необходимо учитывать, что для инъекционно-уплотняющих составов на цементной основе важно обеспечить максимально возможную проникающую способность.

2. Эпоксидные смолы, используемые для силового замыкания трещин шириной свыше 0,1 мм, которые представляют собой двухкомпонентные составы, не содержащие растворители и имеющие достаточно низкую вязкость. При нагнетании в трещины со значительным раскрытием, более 0,8 мм, эпоксидные составы имеют большую вязкость и могут нагнетаться в виде паст.

3. Полиуретановые смолы, представляющие собой реактивные полимеры и используемые для жесткого или эластичного заполнения трещин, могут применяться во влажных трещинах и трещинах с активным протеканием воды.

4. Акриловые гели, применяемые для инъекционных работ в неармированных конструкциях в целях снижения переноса воды в тонких, находящихся под постоянным воздействием воды и влаги трещинах и порах.

В зависимости от режима эксплуатации, вида конструкции градирен марку и класс бетона по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости следует принимать по таблице 1.[4].

Для условий республики Башкортостан, необходимо использовать следующие значения: для надземных конструкций второй зоны, для подземных конструкций плит и стен фундамента вентиляторной градирни, при расчетной зимней температуре наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки) ниже минус 30 °С, применяется минимальная марка и класс бетона в проектном возрасте по морозостойкости F₁₃₀₀ по водонепроницаемости W₆, по прочности на сжатие B25. Водоцементное отношение, должно быть не более 0,45.

При приготовлении бетонов следует предусматривать применение химических добавок в соответствии с [5], а также применение тонкодисперсных минеральных добавок, отвечающих требованиям соответствующих нормативных документов. При соответствующем технико-экономическом обосновании для бетонных и железобетонных конструкций градирен допускается применять бетоны на напрягаемом цементе, а для снижения нагрузки от собственного веса конструкции для бетонных и железобетонных конструкций вентиляторных градирен – легкие бетоны.

На строительные конструкции градирни среда эксплуатации оказывает агрессивное воздействие: охлаждаемая вода - имеет переменный состав растворенных солей, зависящий от качества исходной воды, получаемой из природных источников и подвергающейся очистке, и испарения воды в процессе охлаждения. Увеличение концентрации растворенных солей и других соединений в процессе использования в технологическом процессе может достигать 5-7-кратного. Агрессивность охлаждающей воды по отношению к конструкциям из бетона и железобетона оценивается по [6].

На железобетонные элементы, постоянно находящиеся в охлаждаемой воде выше уровня воды в бассейне, оказывается агрессивное воздействие:

– на днище и стенки бассейна ниже уровня воды, выщелачивающее и химическое воздействие охлаждаемой воды, для принципа защиты необходим правильный выбор материалов, стойких при действии охлаждаемой воды и конденсата повышающих стойкость бетона (цементы, заполнители, химические и минеральные добавки), учитывать снижение проницаемости бетона;

– стенки бассейна выше уровня воды, воздействие охлаждаемой воды и наружного воздуха, в холодный период - замораживание и оттаивание, для принципа защиты необходим правильный выбор материалов, стойких при действии охлаждаемой воды и повышающих стойкость бетона (цементы, заполнители, химические добавки), снижение проницаемости бетона для углекислого газа, воды, растворенных в воде солей (хлоридов, сульфатов), повышение морозостойкости бетона введением комплекса пластифицирующих и воздухововлекающих добавок.

Качество ремонта железобетона зависит не только от используемых материалов, но и от особенностей эксплуатации конструкции, а также фактического состояния бетона ремонтируемой конструкции. Помимо требований совместимости системы «бетон-ремонтный состав» по проницаемости, существует ряд обязательных требований, предъявляемых к материалам для локального ремонта. Отсюда следует, что при ремонте бетона ремонтный состав должен обладать низкой усадкой и деформацией ползучести. Также одной из основных характеристик при ремонте бетона является прочность сцепления на границе раздела материалов.

Список литературы

1. ГОСТ 33762–2016. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к инъекционно-уплотняющим составам и уплотнениям трещин, полостей и расщелин.
2. Шилин А.А. Ремонт железобетонных конструкций. – М.: Горная книга, 2010.
3. ГОСТ 32016–2012. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования.
4. СП 340.1325800.2017 «Конструкции железобетонные и бетонные градилен. Правила проектирования».
5. ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов.
6. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УПЛОТНЕНИЕМ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА

А.В. Дорохов, А.А. Дученко, А.В. Скомороха, А.П. Прокопьев

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация. Синтез систем управления является актуальной задачей и часто решается на базе технологий искусственного интеллекта. В работе рассмотрена задача синтеза нейро-нечеткого регулятора на примере системы управления процессом уплотнения дорожных материалов. Получена имитационная модель системы управления в среде программы MATLAB/Simulink. Приведены результаты вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: дорожный материал, процесс уплотнения, автоматизация, математическая модель, нейро-нечеткий регулятор.

Передовой зарубежный опыт характеризуется широким внедрением систем автоматического контроля и систем автоматического управления (САУ) дорожно-строительными процессами, интеллектуализации принятия решений. Примерами могут служить технологии интеллектуального уплотнения (ИС) и непрерывного контроля уплотнения (ССС), применяемые на вибрационных катках. В Российской Федерации асфальтоукладчики, с учетом принятых технологий, могут использоваться для более высокого уплотнения с коэффициентом уплотнения больше 0,96 при оптимальном температурном диапазоне АБ смеси $140^{\circ}\text{C} \div 120^{\circ}\text{C}$, что способствует уменьшению количества и типов дорожных катков. При этом возможно улучшение качества АБ покрытий, снижение затрат на строительство, повышение производительности за счет уменьшения времени уплотнения катками.

В работе рассматривается интеллектуальная система управления на примере САУ уплотнением дорожных материалов укладчиком на базе гибридной нейронной сети. Основные динамические переменные колебаний рабочего органа укладчика, а также материала, необходимые для контроля качества уплотнения – частота, амплитуда, скорость и ускорение. Математические объекты управления, в зависимости от подробности динамической системы, часто получается в форме модели высокого порядка [1]. Решение задач синтеза систем управления с ПИД-регуляторами и моделями ОУ высокого порядка всегда актуально и имеет повышенную сложность [2]. Исследование альтернативных ПИД-регуляторам вариантов применения интеллектуальных регуляторов (на базе искусственных нейронных сетей, гибридных сетей, нечеткой логики, экспертных систем) в САУ технологическими процессами является объектом современных научных дискуссий [3, 4].

Цель работы – исследовать возможность и эффективность применения нейро-нечетких регуляторов в САУ коэффициентом уплотнения дорожных материалов рабочим органом асфальтоукладчика.

Задачи для достижения поставленной в работе цели:

1) получить компьютерную модель процесса уплотнения дорожного материала рабочим органом укладчика;

2) определить коэффициенты ПИД-регулятора для САУ с объектом управления высокого порядка;

3) построить имитационную модель САУ с непрерывным и интеллектуальным регуляторами в программной среде MATLAB/Simulink;

4) получить переходные характеристики моделей САУ с непрерывными и интеллектуальным регуляторами и сравнить их прямые показатели качества.

На основе метода переменных состояния построена передаточная функция (ПФ) объекта управления [1]:

$$W(s) = \frac{0,001115 \cdot s^2 + 0,02509 \cdot s + 153,3}{s^4 + 29,41 \cdot s^3 + 1,553 \cdot 10^5 \cdot s^2 + 7,963 \cdot 10^5 \cdot s + 7,436 \cdot 10^8}.$$

Полученная ПФ соответствует нормальному виду, т. к. порядок числителя модели ПФ меньше порядка знаменателя.

По алгоритму методики [2] определены коэффициенты непрерывного ПИД-регулятора для системы с ОУ четвертого порядка: $K_p = 8,427 \cdot 10^4$; $K_i = 1,379 \cdot 10^7$; $K_d = 1,113 \cdot 10^5$.

В программной среде Simulink построена имитационная модель САУ с непрерывным регулятором, рисунок 1.

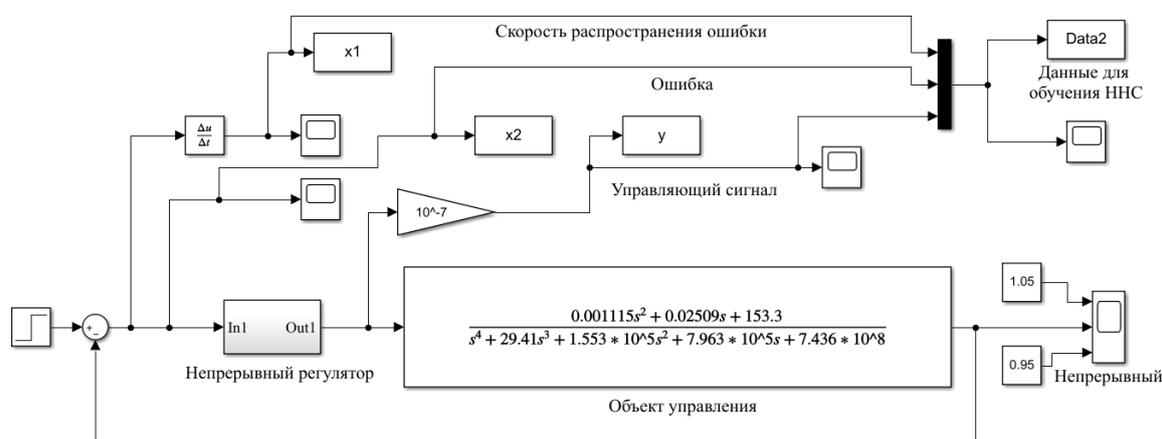


Рисунок 1. Simulink-модель САУ с непрерывным регулятором

Выполнено имитационное моделирование переходной характеристики. Результаты: вид процесса апериодический; время переходного процесса – 1,1 с.; без перерегулирования. Полученные результаты удовлетворяют заданию на синтез САУ.

Синтез модели САУ с интеллектуальным регулятором на базе программной среды MATLAB/Simulink. В качестве интеллектуальной системы для исследования принята «адаптивная нейро-нечеткая система вывода (adaptive network-based fuzzy inference system – ANFIS)». ANFIS использует нечеткий вывод Сугено [4, 5].

В результате предварительного исследования получена обучающая выборка по данным функционирования САУ с непрерывным ПИД-регулятором. Обучающая выборка включает данные ошибки, скорость распространения ошибки и управляющий сигнал.

Для запуска ANFIS-редактора в программе MATLAB используется команда `anfisedit`. Создана структура гибридной сети. Задано количество нечетких термов – по 3 для каждой входной переменной. ANFIS доступны восемь функций принадлежности (ФП), к которым относятся группы треугольных и П-образных функций [6]. В работе использованы два типа ФП для входных переменных: треугольная (`trimf`); П-образная (`pimf`). Для обучения нейронной сети применен

алгоритм гибридного метода оптимизации (hybrid), который представляет собой комбинацию метода обратного распространения ошибки и метода наименьших квадратов.

Для задания типа выхода ФП в системе нейро-нечеткого вывода типа ANFIS из двух поддерживаемых типов принят тип линейной функции [7].

Обученная система проверена и протестирована. Выполнено сохранение разработанной системы на диске в файлы U1 (trimf) и U2 (pimf) (с расширением файла *.fis) для дальнейшего исследования и подключения в имитационную модель САУ.

Построена имитационная модель САУ с гибридным регулятором на языке программной среды блочного моделирования Simulink.

Выполнено компьютерное моделирование. Получен график переходной характеристики, рисунок 3, – процесс апериодический, время переходного процесса равно 1,1 с.

Пунктирной линией показана переходная характеристика $h_1(t)$ непрерывного регулятора, непрерывной линией – $h_2(t)$ интеллектуального регулятора с ФП треугольная (trimf), точечной – $h_3(t)$ интеллектуального регулятора с ФП П-образная (pimf). Полученные переходные характеристики систем без перерегулирования. Время регулирования по полученным зависимостям переходных характеристик – $h_1(t) = 1,017$ с, $h_2(t) = 1,0163$ с, $h_3(t) = 1,011$ с, т. е. отличаются меньше чем на 1 %.

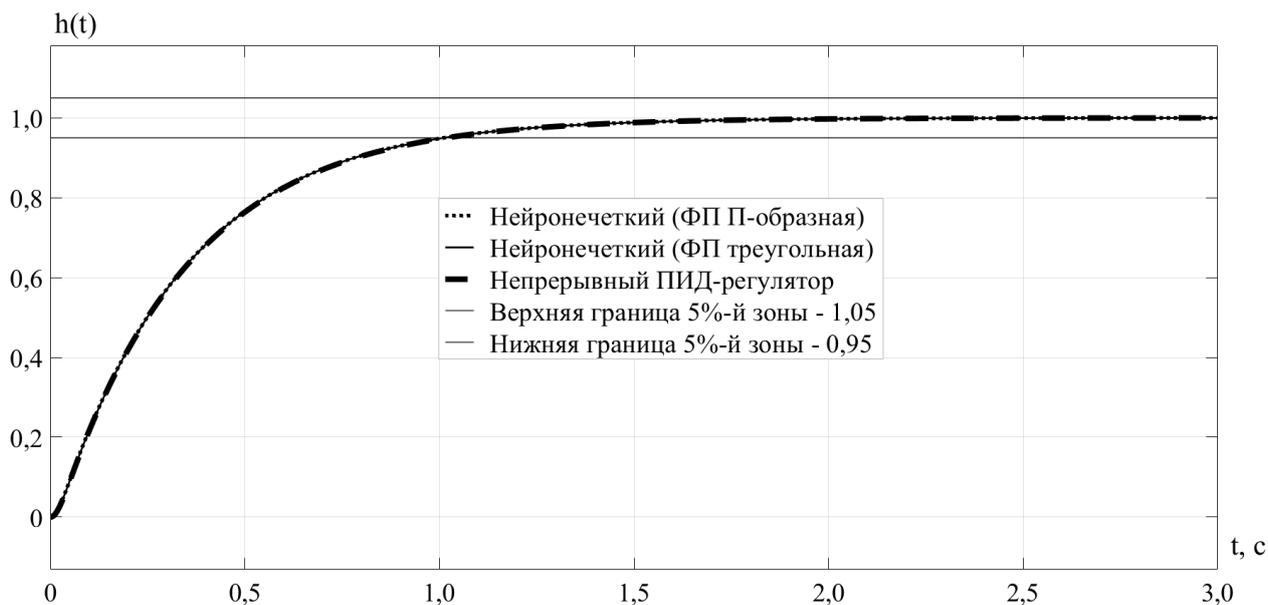


Рисунок 2. Переходные характеристики исследованных систем управления

Выводы

По результатам исследования можно отметить следующие положения:

- нейронечеткие регуляторы могут использоваться в системах управления с объектами высокого порядка, обеспечивая высокую эффективность;
- для проверки адекватности функционирования САУ с гибридным регулятором в направлении продолжения научного исследования необходимо проведение экспериментов с получением опытных данных для обучения нейронечеткой сети.

Список литературы

1. Прокопьев А.П., Огородникова И.Н., Дунаев Д.А., Иванчура В.И. Математическая модель процесса уплотнения смеси рабочим органом асфальтоукладчика в пространстве состояний // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-32. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2019. Том 1. С. 25-30
2. Прокопьев А.П., Набижанов Ж.И., Иванчура В.И., Емельянов Р.Т. Аналитический синтез модели регулятора для систем высокого порядка с учетом расположения комплексных полюсов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-32. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2019. Том 1. С. 7-11.
3. Филимонов А.Б., Филимонов Н.Б. Некоторые проблемные аспекты нечеткого ПИД регулирования // Мехатроника, автоматизация, управление. 2018. Т. 19. № 12. С. 762-769.
4. Бураков М.В., Коновалов А.С. Синтез нечетких логических регуляторов // Информационно-управляющие системы. 2011. № 1. С. 22-27.
5. Jang J.-S.R. ANFIS: adaptive network based fuzzy inference system // IEEE Transaction Systems, Man and Cybernetics. 1993. Vol. 23. 3. P. 665-684. DOI:10.1109/21.256541.
6. Edoras. CentOS server at San Diego State University. URL:<https://edoras.sdsu.edu/doc/matlab/>.
7. Terano T., Asai K., Sugeno M. Applied Fuzzy Systems. Academic Press. 1989. 314.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ: AUTODESK REVIT

Р.Т. Емельянов, д-р. техн. наук, профессор, П.А. Пугачева, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье рассматривается возможность использования новейших достижений в проектировании с использованием программного обеспечения Autodesk Revit. Revit – это комплексная САД-система, обеспечивающая архитектурное проектирование, проектирование инженерных систем и строительных конструкций. Работа на основе BIM Revit обеспечивает высокую точность проектирования в 3D-пространстве и имеет простой контекстно-ориентированный интерфейс (для удобного и простого взаимодействия с 3D-моделью). На основе разработанных моделей специалисты имеют возможность разработать эффективную технологию строительства и точно определить необходимое количество материалов. За последние десять лет использование трехмерных информационных моделей в застроенных средах стало более распространенным явлением.

Ключевые слова: моделирование, Autodesk Revit, проект, 3D модель, технология информационного моделирования, программные комплексы.

Главная тенденция сегодняшнего дня – архитекторы, проектировщики и строители хотят иметь инструмент, позволяющий работать над строительным проектом, как с одним объектом. При этом каждый должен иметь возможность внести свой вклад, свои изменения. Эти изменения должны немедленно стать достоянием всех остальных членов команды проекта. Такой подход значительно снижает трудозатраты, связанные с передачей данных от одного специалиста к другому. Устранены многие проблемы с координацией, исчезли технические ошибки [1]. Эта технология проектирования основана на единой информационной модели здания — Building Information Model (BIM), рисунок 1.

Другими словами, BIM позволяет создать полное информационное описание строящегося объекта. Если архитектор или дизайнер внес какие-либо изменения, все участники проекта сразу узнают об этом. Трехмерная модель наглядно показывает, какие ошибки и неточности были допущены. И самое главное, эти неточности можно очень быстро исправить. В итоге процесс проектирования ускоряется [2].

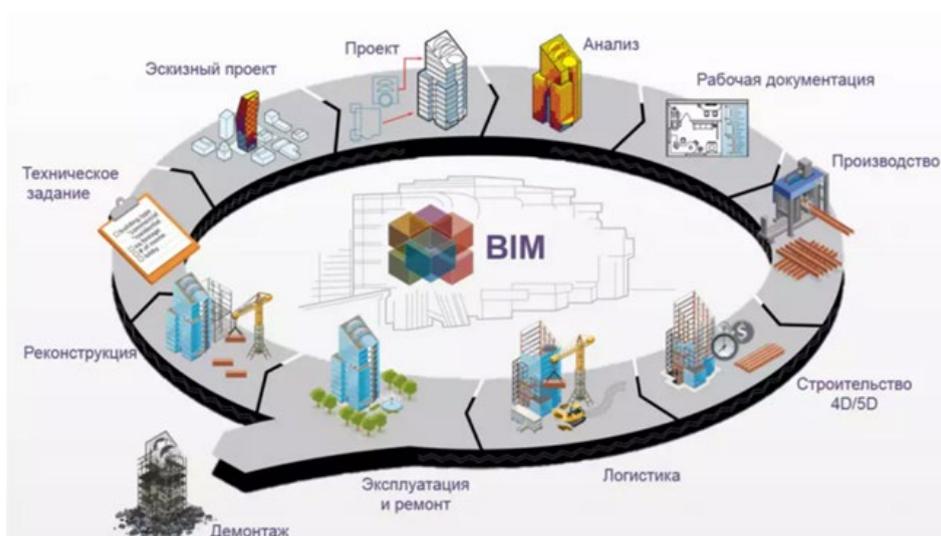


Рисунок 1. Система BIM технологии

Создаем проект на основе шаблона конструирования. Появляется рабочее окно, вверху представлена лента инструментов (рисунок 2). В правой части отображаются свойства активного объекта, если нет никакого активного объекта как в данном случае, то отображаются свойства вида. Далее находится диспетчер проекта – где собраны все элементы проекта: планы этажей, планы потолков, фасады, семейства, листы, ведомости и т.д.

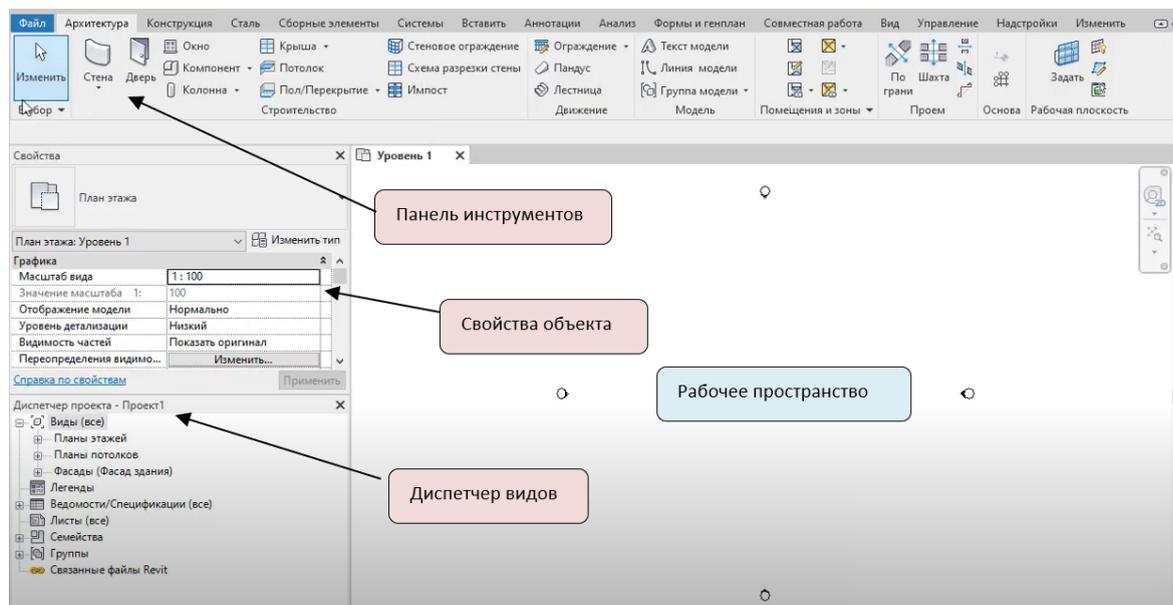


Рисунок 2. Рабочее окно

Для начала работы необходимо перейти в «Диспетчер проекта» и выбрать «Фасады→Восточный» и установить уровни необходимые для проекта. Для удаления уровней, которые нас не устраивает – нужно выделить уровень и нажать delete



Затем выводим и отрисовываем уровень при необходимости мы можем переименовать уровень. Для изменения положения уровня – выделяем требуемый объект (уровень крыши) и изменяем размер смещения.

Для построения самого здания переходим в «План этажей» и выбираем «Уровень 1». Создадим оси – во вкладке «Архитектура» находим «Ось» и отрисовываем первую ось.

Далее выделяем объект, как только мы выделили меняется контекстное меню сверху на ленте инструментов, вкладка «Изменить» стала активна, выбираем «копировать» и включаем галочку «несколько». Задаем базовую точку для копирования, указываем направление и начинаем копировать на необходимое расстояние, нумерация проходит автоматически (рисунок 3).

Аналогично отрисовываем вертикальные оси, чтобы установить буквенное обозначение нужно просто вписать буквы вместо цифр. Оси все связаны – это показывают замочки, при перемещении одной из осей будут перемещаться точно так же остальные оси, если нужно чтобы перемещалась только одна ось следует открыть замочек.

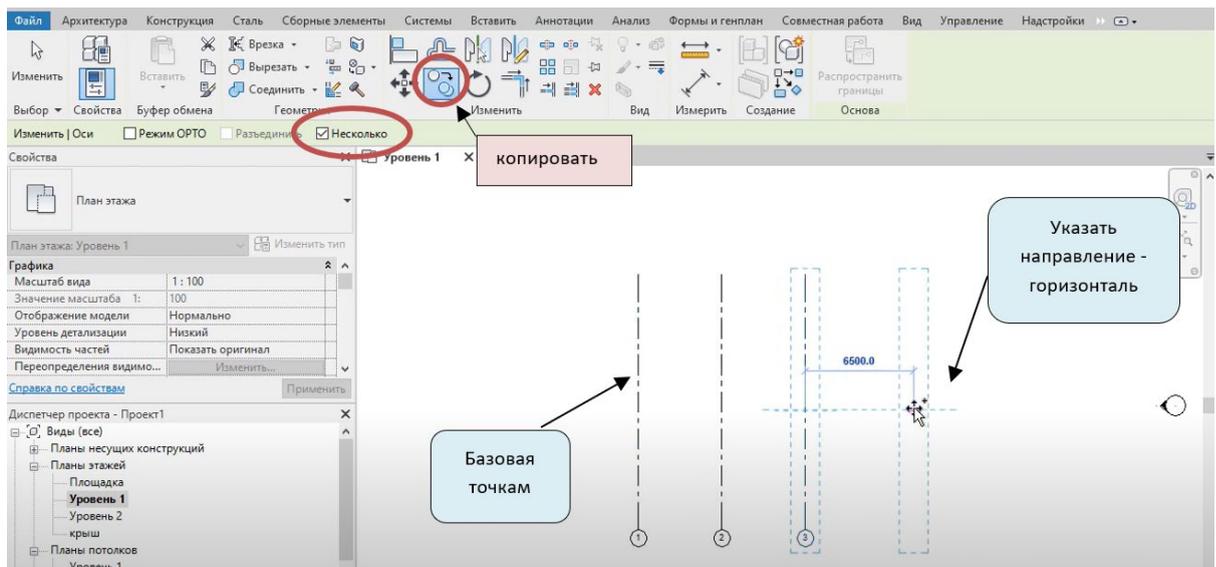


Рисунок 3. Копирование осей

Создание стен. Открываем «Уровень 1», потом переходим на вкладку «Архитектура» пункт «Стена». Выбираем «Стены несущие» - это те стены, которые будут иметь аналитическую модель и в дальнейшем могут быть переданы в любой расчетный комплекс.

В свойствах – указываем тип стены. По умолчанию установлена базовая стена 200 мм, но мы можем выбрать новый элемент с помощью стрелочки справа. Также настраиваем зависимость стены к осям (рисунок 4).

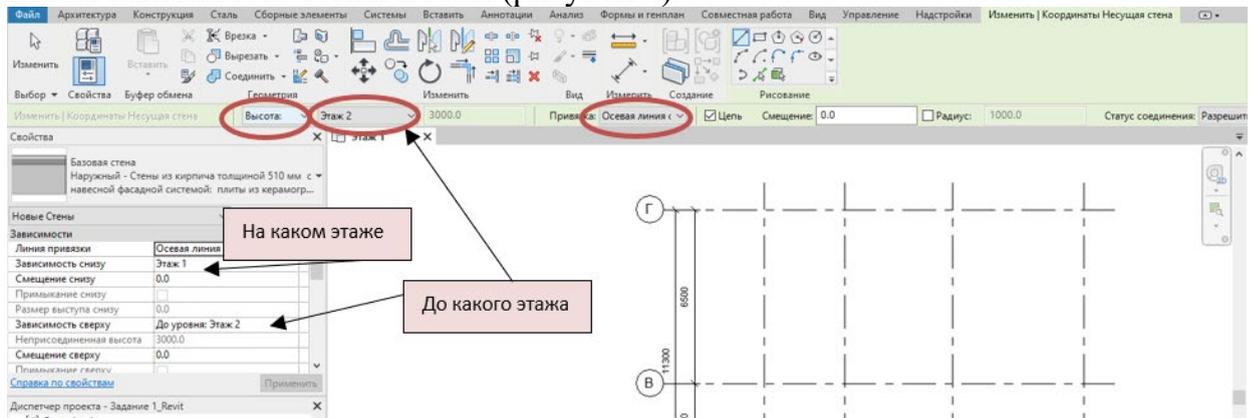


Рисунок 4. Настройка зависимости стены к осям

После этого мы можем сразу начинать отрисовывать требуемые стены, для отображения устанавливаем уровень детализации: высокий.

Для просмотра, того, что получилось создадим 3D вид. Заходим во вкладку «Вид», потом выбираем «3D вид → 3D вид по умолчанию» Для отображения трехмерного вида установим «реалистичное» (рисунок 5).

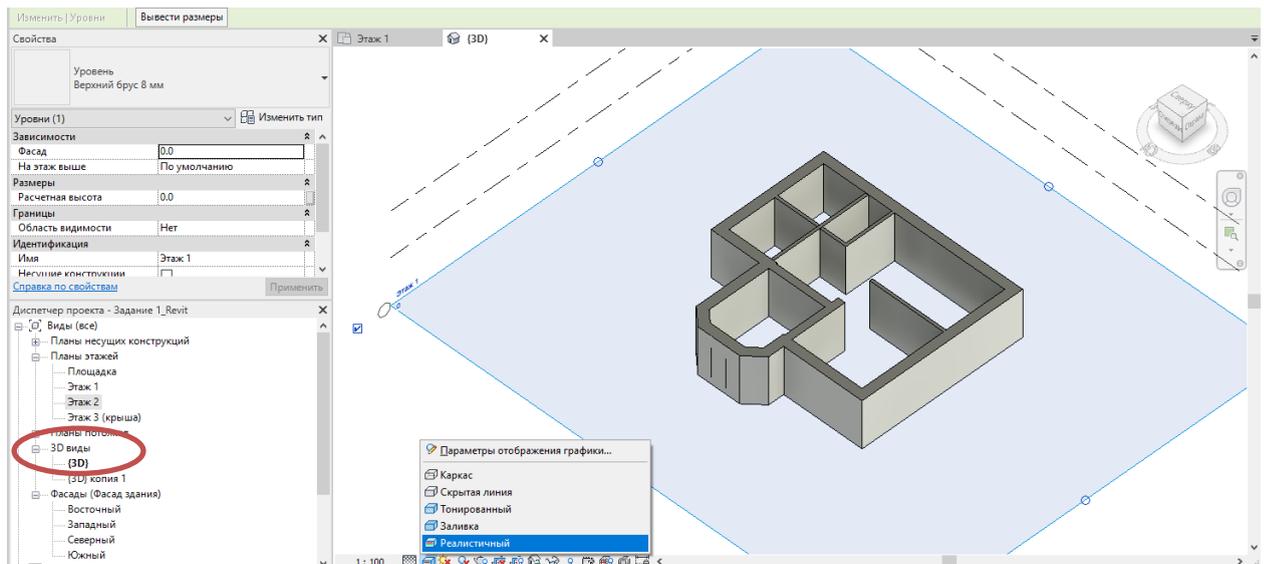


Рисунок 5. 3D вид стен

Для построения дверей и окон, переходим на план «этаж 1» и во вкладке «Архитектура» выбираем пункт «Дверь» и «Окно». Располагаем элементы в нужных местах, при выделении элемента автоматически ставятся размеры до ближайших стен.

Аналогично построим второй этаж по уже существующим осям.

Для создания перекрытия, переходим на план «этаж 2» и во вкладке «Архитектура» выбираем пункт «Пол/перекрытие→Перекрытие несущее». И делаем перекрытие по стенам, и нажимаем обязательно зеленую галочку для подтверждения. Если нужно вставить лестницу, то необходимо выделить созданное перекрытие и выбрать вкладку «Редактировать границу»  далее выбираем «Замкнутый контур»  под лестницу и вырисовываем (рисунок 6).

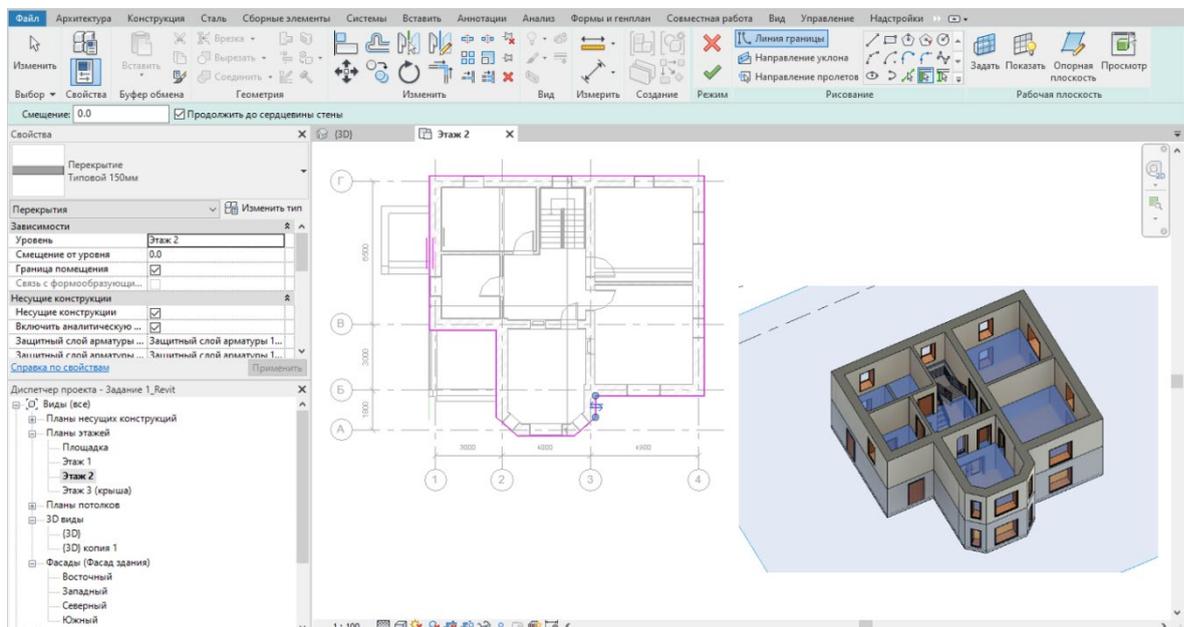


Рисунок 6. Создание перекрытия

Крыша выполняется аналогично перекрытию, но для каждой стороны можно включить (или выключить) галочку скат – угол и установить ската.

Для проставления размеров между элементами нужно зайти на вкладку «Аннотации» и выбрать «Параллельный/Линейный»

Для создания печатных листов заходим во вкладку «Вид» и выбираем «Лист», далее выбираем формат и штамп. Для размещения на листе вида – выбрать «Вид» и перетащить его из «Диспетчера проектов» на лист (рисунок 7).

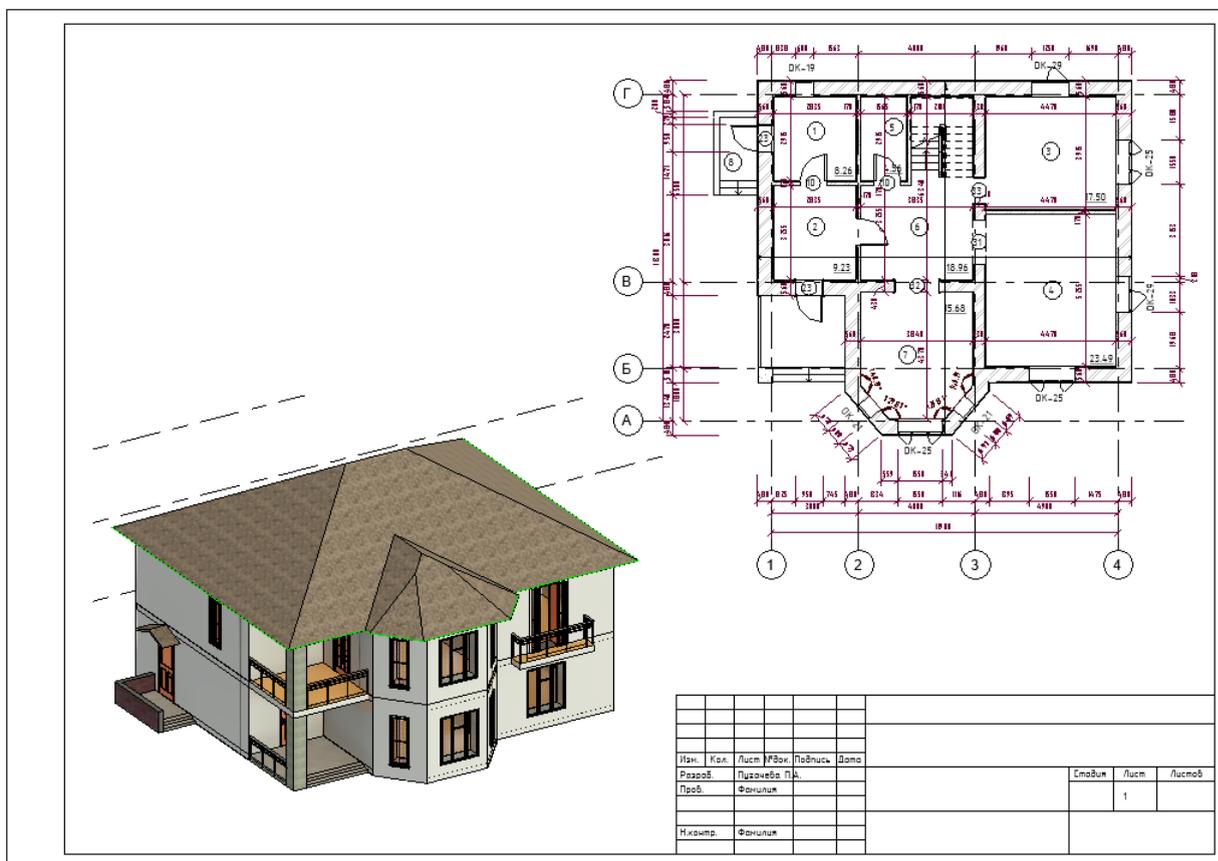


Рисунок 7. Лист AP

Выводы: В результате проведения многократных исследований пришли к выводу, что необходимо создать единую библиотеку данных по BIM-моделированию, которая будет находиться в свободном доступе для проектных и научных организаций, переходу на отечественное программное обеспечение с целью защиты информации о транспортной инфраструктуре, разработке общих пилотных проектов, способствующих всестороннему изучению процессов технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве, совершенствованию существующей и выработке новой нормативной базы в сфере BIM технологий, повышению уровня преподавания теории и практики по BIM в транспортных вузах страны и созданию программ переквалификации специалистов, работающих в сфере проектирования объектов строительной инфраструктуры.

Список литературы

1. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры :материалы III Международной научно-практической конференции; СПбГАСУ. – Санкт-Петербург, 2020 – 446 с.
2. Отчет оценка применения BIM-технологий в строительстве. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf
3. СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. 195 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Л.А. Иванова, канд. техн. наук, доцент, В.П.Киселев, д-р. техн. наук, доцент,
О.А. Иванова, ст.преподаватель

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: показана актуальность рассматриваемой темы, проведены исследования по подбору и дозировке добавок, повышающих стойкость дорожных битумных композитов, обеспечивающих оптимальные характеристики при производстве асфальтобетонных смесей, применяемых при строительстве, реконструкции, ремонте дорожных покрытий, мостов и аэродромов. Приведены свойства полученных полимерных вяжущих в соответствии с нормативными документами.

Ключевые слова: битум, модификатор, полимерные материалы, асфальтобетон, дорожное полотно.

Асфальтобетонные покрытия на автомобильных дорогах, мостах и сооружениях в процессе эксплуатации подвергаются многократным статическим и динамическим воздействиям транспортных средств и значительному воздействию влажностного и температурного режима. Эти воздействия на дорожное полотно приводят к образованию большого количества разнообразных дефектов в виде трещин, сеток, выбоин, колеобразований, шелушения и выкрашивания. В последнее время возрастает скорость движения транспортных средств, увеличивается количество тяжёлых и сверхтяжёлых грузовых автомобилей на магистральных дорогах. Очевидно, что значительная часть покрытий с использованием асфальтобетона на основе битумного вяжущего после этих воздействий характеризуется снижением комплекса основных показателей – физико-механических и эксплуатационных свойств. В связи с этим, возрастают требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам автомобильных дорог. Одним из направлений решения проблемы является модифицирование битума синтетическими полимерными материалами [1].

Для создания на основе битумов композиционных материалов с заданным комплексом свойств могут применяться только те модификаторы, которые не разрушаются при температуре приготовления асфальтобетонной смеси и совместимы с битумом при проведении процесса смешения на обычном оборудовании при температурах приготовления асфальтобетонных смесей [2].

С учётом климатических условий большей части территории страны, особенно Сибирского региона, с продолжительным периодом отрицательных температур, а также особенностей эксплуатации автомобильных дорог, требований к материалам, в работе использовали модификатор «Полиэпор-Р».

Основным компонентом модификатора «Полиэпор-Р» является активный порошок дискретно девулканизированной шинной резины (АПДДР).

Модификатор «Полиэпор-Р» получают методом высокотемпературного сдвигового измельчения шинной крошки в специализированных установках, роторных диспергаторах.

Метод основан на использовании явления множественного растрескивания твердых полимеров и резин в условиях интенсивного сжатия и деформирования сдвигом. Данный модификатор на основе активного порошка шинной резины, улучшает

качество и повышает долговечность асфальтобетонных покрытий в условиях интенсивного движения. По мнению авторов [3] именно модификаторы на основе резиновой крошки позволяют увеличить долговечность асфальтобетонов. Общеизвестно, что стандартные асфальтобетонные покрытия, в основе которых использован немодифицированный битум, не способны обеспечить нормативные сроки эксплуатации на дорогах с интенсивным движением.

В производственной сфере модификатор «Полиэпор-Р» используют по патенту РФ №2612637, приоритет от 9.07.2015, по ГОСТ Р 55419-2013, СТО 11101543-07-2015 и техническим условиям, которые предусматривают возможность оценки эффективности модификатора до этапа приготовления асфальтобетонной смеси.

В мировой практике различают два способа модификации асфальтобетонов: «мокрый», т.е. приготовление модифицированного вяжущего путем смешения горячего битума и модификатора в специальных установках и последующее смешение модифицированного битума с каменным материалом, и «сухой», предусматривает смешение модификатора с каменным материалом до подачи в смеситель битума или одновременно с его подачей. В работе использовали сухой способ модификации асфальтобетонов.

Преимущество «сухой» модификации обусловлено способностью АПДДР к быстрому распаду на микро и нано - фрагменты при контакте с горячим битумом.

В результате проведенных экспериментов установлено, что применение резиновой крошки в асфальтобетоне в два раза повышает коэффициент сцепления на мокром покрытии. На сухом покрытии существенных изменений нет. При использовании резиновой крошки размером от 0 до 1,0 мм трещиностойкость возрастает на 30%. С уменьшением размера резиновых частиц трещиностойкость увеличивается. Особенно эффективно применение частиц крошки от 0,14 мм и меньше. При небольших размерах частиц крошка распределяется по массе асфальтобетонной смеси более равномерно, повышая упругую деформацию при отрицательных температурах [4,5].

Существует ряд рекомендаций по применению и вводу в асфальтобетонную смесь данный модификатор «Полиэпор-Р», а именно его поставляют уже в готовом виде, поэтому не требуется специальной подготовки перед его вводом в асфальтобетонную смесь. Модификатор «Полиэпор-Р» вводят в асфальтобетонную смесь в количестве от 8% до 15% от массы битума [6], а содержание модификатора и битума уточняется по результатам лабораторного подбора оптимального состава асфальтобетонных смесей.

В работе использовали битум Ачинского НПЗ марки БНД 90/130 и БНД 60/90 ГОСТ 22245-90.

Устойчивость к старению оценивали по изменению пенетрации и температуры размягчения после прогрева в условиях испытания по ГОСТ 18180-72, а также по величине сцепления вяжущего к материалу основных и кислых пород.

В составах асфальтобетонных смесей применяли щебень ГОСТ 8267-82, песок ГОСТ 8736-85. Используемый в работе минеральный порошок для асфальтобетона представляет собой мелкодисперсную фракцию. Подбор состава образцов асфальтобетонных смесей осуществляли по ГОСТ 9128-2009, исследование качества по ГОСТ 12801-98.

С целью оценки влияния отдельных компонентов предлагаемого модификатора и совокупного их влияния на свойства битума были изучены физико-механические свойства получаемых композиций вяжущего до и после испытания на

старение. Данные приведены в таблице 1. Как видно из результатов, приведённых в таблице 1, использование модификатора «Полиэпор-Р» улучшает сцепление вяжущего с материалом, существенно понижает температуру хрупкости материала, что позволяет повысить морозостойкость дорожного асфальтобетона.

Таблица 1 - Физико-механические характеристики по результатам испытания полимербитумных композиций

№	Наименование показателя	Битум БНД 90/130	Битум БНД 60/90	Битум БНД 90/130 с модификатором «Полиэпор-Р»	Битум БНД 60/90 с модификатором «Полиэпор-Р»
1	Растяжимость при 25°C, см	65	57	79	81
2	Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	106	73,4	128	88
3	Температура хрупкости, °C	-23,4	-21,2	-31,3	-30,2
4	Температура размягчения по кольцу и шару, °C	46,1	51	54,3	57,5
5	Сцепление с карбонатным щебнем	удовлетворительное	удовлетворительное	хорошее	хорошее
6	Сцепление с гранитным щебнем	удовлетворительное	удовлетворительное	хорошее	хорошее

Выводы: В ходе проведения испытаний битумных вяжущих установлено, что наиболее высокий результат у битума БНД 90/130 с модификатором «Полиэпор-Р», где показатель пенетрации и показатель температуры размягчения по кольцу и шару сравнительно выше, чем те же показатели у битума БНД 90/130 без добавок, что характеризует твёрдость данного материала, а также жёсткость при различных нагрузках. Температура хрупкости битума БНД 90/130 с добавками значительно ниже остальных образцов, что говорит о его устойчивости к перепадам довольно низких температур. Применение изученного в статье модификатора для дорожного нефтебитума существенно повышает устойчивость асфальтобетонных покрытий к старению.

Список литературы

1. Аминов Ш.Х., Струговец И.Б., Теляшев З.Г. и др. Битум, полимер, адгезив // Автомобильные дороги. 2010. №1(938). С. 55-57.
2. Киселев, В.П., Шевченко В.А., Василовская Г.В., Иванова Л.А., Ворончихин В.Д. Модификация свойств нефтяного дорожного битума // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. №5. С.56-61.

3. Киселёв, В.П., Ефремов А.А., Кеменев Н.В., Бугаенко М.Б. Стабилизация свойств нефтебитумных композиций // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 3. С. 207-218.
4. Гохман Л.М. Результаты исследований органических вяжущих материалов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2006. №4. С. 29-30.
5. Гохман Л.М., Бабак О., Старков Т. Применение полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве // Дорожная техника и технологии. 2001. №5. С. 72-76.
6. Галлямова З.О. "Модифицированные битумы для асфальтобетона // издательство Вестник МГСУ. 2010 №3 С.49-51.

МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ФОРМИРОВАНИЕМ ВЕРХОВОДКИ НА ОБЪЕКТАХ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

Д.О. Легоньков¹, студент, И.О. Халимов², директор, О.З. Халимов¹, кандидат технических наук, доцент

¹ ХТИ-филиал СФУ, Абакан

² ООО «Экспертиза недвижимости», Абакан

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы формирования верховодки на искусственно созданном слое погребённого гумуса и его подстилающего глинистого и илистого слоев. В первом примере ведутся наблюдения за динамикой колебаний верховодки и залегающих ниже созданного водоупора грунтовых вод, питание которых происходит от реки Абакан. Представленные графики колебаний этих вод показывают на отсутствие связи между ними. На втором примере показан поучительный случай влияния природного водоупора на подъём полов в подвале в период ливневых осадков при заполнении галечниковой подушки между водоупорным слоем и бетоном пола подвала. Классический пример брака строителей при неуплотнении пазух приводит к обратному уклону отмостки и проникновению воды под отмосткой. Третий пример, показывает, что отсутствие рекомендаций изыскательской организацией о возможности формирования верховодки на склоне при его вырезке приводит к деформациям каркасного здания за счёт касательных сил морозного пучения и поднятию полов, их отрыву от бетонных каналов. Даны рекомендации о необходимости геотехнического сопровождения на всех этапах жизненного цикла (изыскания, проектирование, строительство), которые исключают геотехническое обследование при аварийном состоянии объекта.

Ключевые слова: верховодка, водоупор, геотехническое сопровождение, геотехническое обследование.

Методика исследования

Как известно, верховодки формируются на водоупором слое в период интенсивных атмосферных осадков. Однако в Хакасии атмосферных осадков мало - 320 мм. И тем не менее в Абакане имеется район, в котором повсеместно формируется верховодка. Этот район создан путём намыва земснарядом грунтовой массы из разрабатываемых дренажных каналов. Грунтовая масса (пульпа) по пульпопроводу перемещалась на расстояние до шестисот метров. Послойный (до трёх метров) намыв пульпы привёл к её уплотнению. За сорок лет из илистого грунта под нагрузкой трёхметрового слоя намытого галечникового материала сформировался суглинок полутвердой консистенции. Этот суглинок мощностью слоя полтора метра стал водоупором (рисунок 1). Под слоем этого глинистого грунта подстилается водоносный слой природных галечниковых грунтов аллювиальных отложений реки Абакан. Для мониторинга за динамикой колебаний грунтовых вод в подвале корпуса «Б» ХТИ погружена наблюдательная скважина. Скважина выполнена с заострением и отверстиями у начала заострения, погружена в разработанном котловане, где выбран намывной галечниковый грунт и обнажена верховодка (рисунок 1).

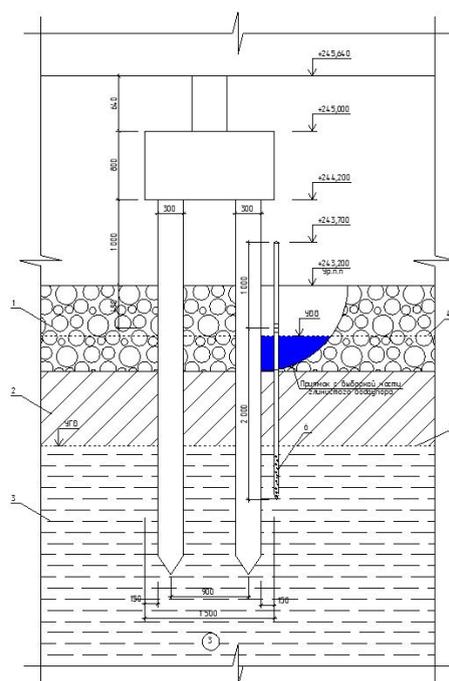


Рисунок 1. Наблюдательная скважина в прямке с верховодкой:

1-намывной галечниковый грунт с глинистым заполнителем; 2- суглинок; 3- природный водоносный галечниковый грунт; 4- верховодка; 5- грунтовые воды; 6- наблюдательная скважина

Запитка воды в наблюдательную трубу через отверстия происходит из грунтовых вод, питание которых обеспечивается рекой Абакан. Ускоренная фильтрация воды в исследуемом районе происходит из дренажных каналов, напрямую связанных с рекой Абакан. Данная гидросистема разработана Ленгидропроектом в 1969 после наводнения, произошедшего в том году в Абакане. Сооруженная система дамб обеспечивает защиту города от наводнения. Переброска воды через дамбы позволяет регулировать уровень грунтовых вод в районах, прилегающих к системе дренажных каналов. Целесообразно отметить, что в других районах Абакана, где подъём планировочной отметки происходил не намывом земснарядом, а засыпкой привозимого грунта, образование верховодки пока не замечено. Анализ процессов при намыве пульпы позволяет сделать вывод, что в процессе фильтрации воды в грунтовые воды через слой погребённого гумуса и ниже расположенных глинистых (илистых) напластований глинистые и илистые частицы, находящиеся в пульпе, тампонируют поры в гумусированном суглинке и подстилающих ниже слоях глинистого (илистого) грунта. Этот грунт в начальном процессе при кальматации инфильтрующейся пульпы в следующие годы получает осадки от нагрузки искусственно намывого слоя, что приводит к созданию водоупорного слоя, на котором формируется верховодка. Питание верховодки обеспечивается атмосферными осадками и утечками сетей водопровода, отопления и водоотведения.

Стабильность грунтовых вод обеспечивается работой насосной станции, перекачивающей воду из дренажных каналов через северную дамбу в Енисей. Эффективность работы дренажной системы в зимний период была проверена в январе 2021 года, когда после стабилизации уровня грунтовых вод (Насосы перестали работать в ноябре 2020) результаты замеров стали показывать скачки на графике динамики грунтовых вод.

Результаты исследований

В результате наблюдений за динамикой колебаний верховодки и залегающих ниже созданного водоупора грунтовых вод, были созданы графики динамики верховодки и грунтовых вод (рисунок 2). Наблюдения представленные в графике коснулись промежутка времени с 05.01.2021 г. по 09.06.2022 г., но в настоящее время также ведутся. Представленные графики колебаний этих вод показывают, что между грунтовыми волами и верховодкой, отсутствует связь.

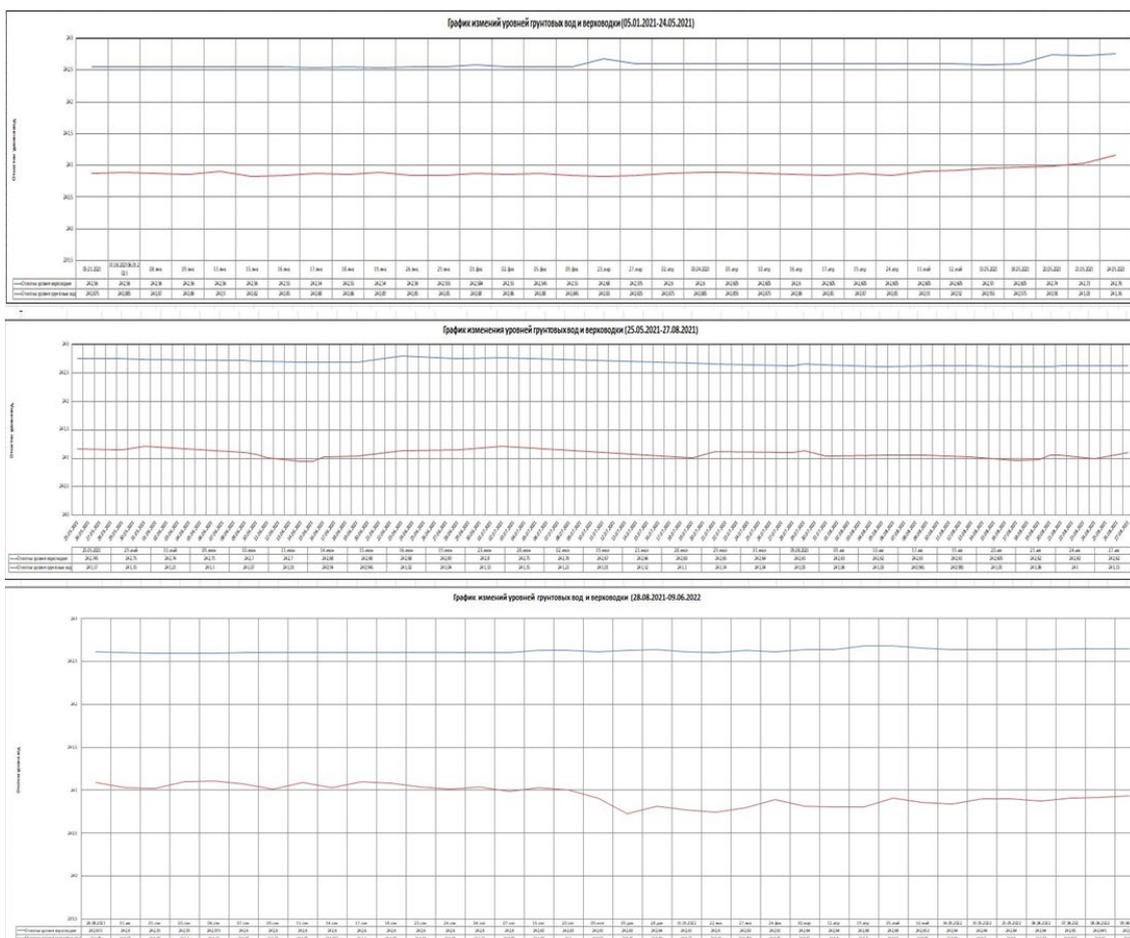


Рисунок 2. Графики динамики верховодки и грунтовых вод (с 05.01.2021 г. по 09.06.2022 г.):

Таким образом, проведённые исследования показали, что трёхметровые толщи намывного галечникового грунта приводят к уплотнению погребённого ниже слоя до состояния непроницаемости поверхностных вод. Тем самым, они не попадают в нижние слои. Анализ источников [1,2,3,4] пока не дал информации для аналогичных случаев. В то же время имеются работы [5], показывающие возможность цементации погребенного грунта.

Пример 1

Аналогичная ситуация формирования верховодки имеет место под пятном здания магазина «Владимирский» на перекрёстке улиц Советская-Некрасова в Абакане. Но если под корпусом «Б» по улице Комарова 15 подъём воды не представляет опасности, то подвал магазина не могут запустить в эксплуатацию вследствие проникновения воды. Однако кроме аварий канализационной сети причины возникновения подтопления лежат на поверхности. Плохое уплотнение грунтов в пазухах приводит к обратному наклону отмотки, образованию под ней

щели (рисунок 3), через которую вода проникает в гравийно-галечниковую подушку, засыпанную на природный глинистый грунт в период строительства для движения транспорта и сваебойного агрегата.

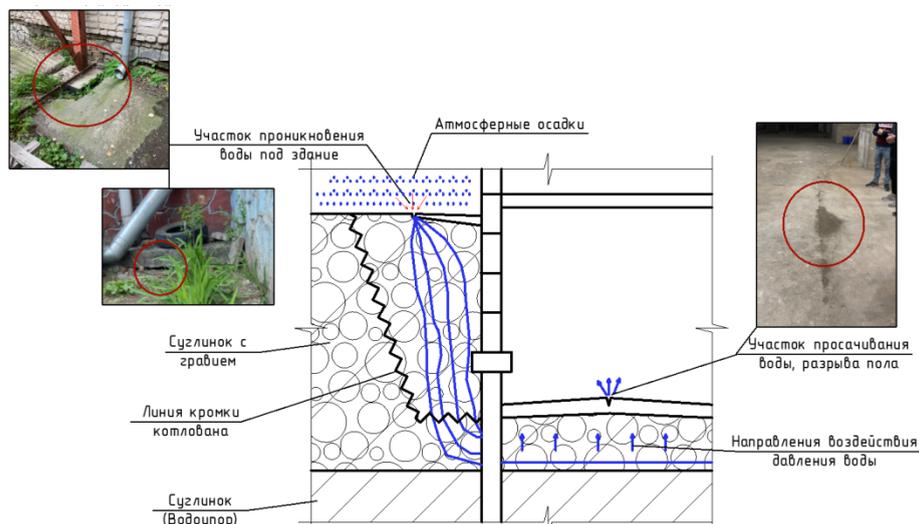


Рисунок 3. Схема подъёма бетонных полов от проникновения атмосферных осадков на водоупоре

Этот дренирующий материал служит ёмкостью для заполнения воды в период интенсивных атмосферных осадков и аварий канализации. Подстилающий слой суглинка является водоупором, исключая проникновение воды в подстилающий водонасыщенный галечниковый грунт.

Пример 2

Негативное воздействие водоупорного грунта на ухудшение его свойств происходит на объекте доразрешения мальков рыб за Белым Яром Республики Хакасия. Легкое каркасное здание для доразрешения только в летний период подвергается воздействию деформаций морозного пучения. Здание построено на склоне горы путём выборки суглинка твёрдой консистенции. Подготовку под бетонные полы выполнили из гравийного грунта. Водоотвод со склона не выполнен - прокопанная канава не обетонирована (рисунок 4).

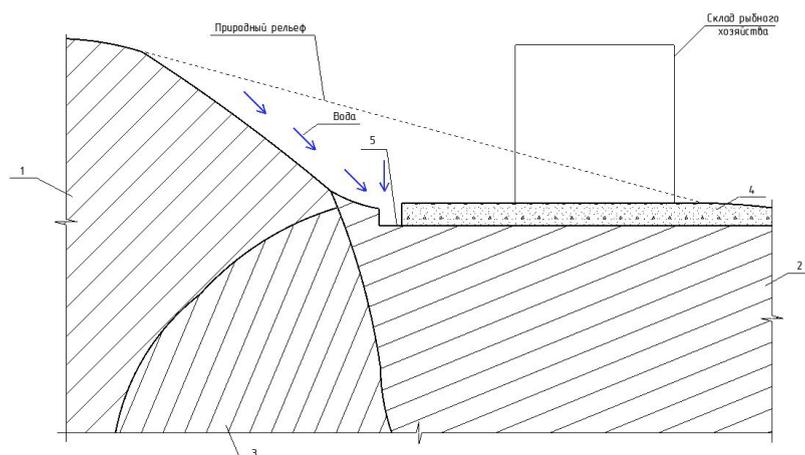


Рисунок 4. Схема расположения объекта на склоне:

1- суглинок твёрдой консистенции; 2- суглинок от тугопластичной до мягкопластичной консистенции (текучести); 3- суглинок полутвердый; 4- насыпной гравийный грунт; 5- незавершённая водоотводная канава

В результате атмосферные осадки скапливаются на суглинистом грунте, заполняя гравийную подушку. В зимний период вода, пропитавшая суглинок и сохранившаяся на нём, увеличиваясь в объёме, поднимает бетонные полы и отрывает их от бетонных лотков, через которые происходит отвод воды в летний период из ванн доращивания мальков. Однако морозное пучение поднимает не только полы, но и буронабивные сваи, на которых смонтированы стальные колонны. В результате касательные силы морозного пучения, аналогично изложенные на объектах Хакассии [6], поднимают колонны и крестовая связь не выдерживает неравномерных деформаций. Болты, связывающие накладку с подкосом, срезает (рисунок 5).



Рисунок 5. Болты, связывающие крестовую связь, срезаны

При откапывании сваи под нижним основанием зафиксирован зазор до 30 мм. Таким образом верховодка представляет серьёзную угрозу для строительства и эксплуатации объектов. В материалах инженерно-геологических изысканий необходимо проводить анализ фильтрационных свойств и предусматривать прогноз образования верховодки. Проектировщик без рекомендаций для недопущения образования верховодки не заложит в проект систему дренажа, исключая такую возможность.

Список литературы

1. Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика Л. «Недра» 1977.
2. Молоков Л. А. Взаимодействие инженерных сооружений с геологической средой М. «Недра» 1988.-222с.
3. Rashchenko A., Dyptan T., Malyshev O. The Main Features of Hydraulic Fill Soils and River Dnieper Alluvial Deposits in the Kyiv Region //Civil and Environmental Engineering Reports. – 2020. – Т. 30. – №. 4.
4. Sanz de Ojeda J. et al. Simulation of Groundwater Flow in an Aquiclude for Designing a Drainage System during Urban Construction: A Case Study in Madrid, Spain //Sustainability. – 2021. – Т. 13. – №. 3. – С. 1526.
5. Schokking F. Overconsolidated, Early-Pleistocene Clays in Relation to Foundation Design and Construction of HSLSouth, Province of Brabant, The Netherlands //Engineering Geology for Infrastructure Planning in Europe. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. – С. 555-564.
6. Khalimov O., Bozykova V. Long-term experience of construction and maintenance of buildings on extremely upheaval soils in the conditions of Minusinsk Hollow //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1967. – №. 1. – С. 012019.

ОТВАЛЬНЫЙ ГИПС КАК СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

О.И. Павлов, аспирант, Р.А. Назиров, д-р техн. наук., профессор

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Целью данной работы является установление пригодности использования гипса, получаемого путём нейтрализации серной кислоты известняковым молоком на предприятии ПАО «ГМК «Норильский никель» в рамках «серной программы», в качестве конструкционного строительного материала с соответствующими свойствами.

В ходе работы были применены рентгенофазовый и дифференциально-термический анализы гипса, получаемого при нейтрализации серной кислоты, а также метод определения прочности на сжатие гипсового камня на прессе.

Ключевые слова: гипс, пульпа, известняк, диоксид серы, серная кислота.

В настоящее время особой актуальностью пользуется применение материалов, способствующих снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Как и многие современные, развитые компании, вносящие вклад в обеспечение стабильного будущего с экологическим производством, ПАО «ГМК «Норильский никель» перестраивает имеющиеся технологические линии, в результате которых получают медь и другие металлы, модернизируя и дополняя оборудование, тем самым снижая в регионе выбросы диоксида серы, относящегося к третьему классу опасности.

Помимо влияния высокой токсичности на человека, двуокись серы способствует образованию кислотных дождей, которые в свою очередь приводят к деструкции строительных материалов, конструкций и сооружений.

Процесс улавливания сернистого ангидрида и нейтрализации серной кислоты известняком не является новшеством на предприятиях горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов [1,2].

Диоксид серы на предприятии будут улавливать с помощью электрофильтров мокрой очистки, как и на 90% установок в мире, что приведёт к увеличению КПД очистки до 95...98% [3].

Для нужд производства добыча известняка будет производиться на Мокулаевском месторождении и выйдет на годовую добычу в объёме 6,5 млн. м³, которая запланирована при вводе в эксплуатацию в 2026 г. Такой объём материала будет покрывать потребность в 1 млн. м³ для внутреннего использования при изготовлении цемента и в оставшемся объёме для нейтрализации серной кислоты в рамках «серной программы» [4].

Полученная после нейтрализации гипсовая пульпа была высушена до постоянной массы при температуре 105°C. Затем высушенный двухводный гипс был просеян через сито $d=0,2\text{мм}$ и высушен при температуре 135°C, т.к. термограмма на рисунке 1 указывает на наибольшую потерю массы при этой температуре, что сопровождается освобождением из кристаллической решётки 1,5 молекул воды с одновременным переходом из двухводного гипса в полуводный.

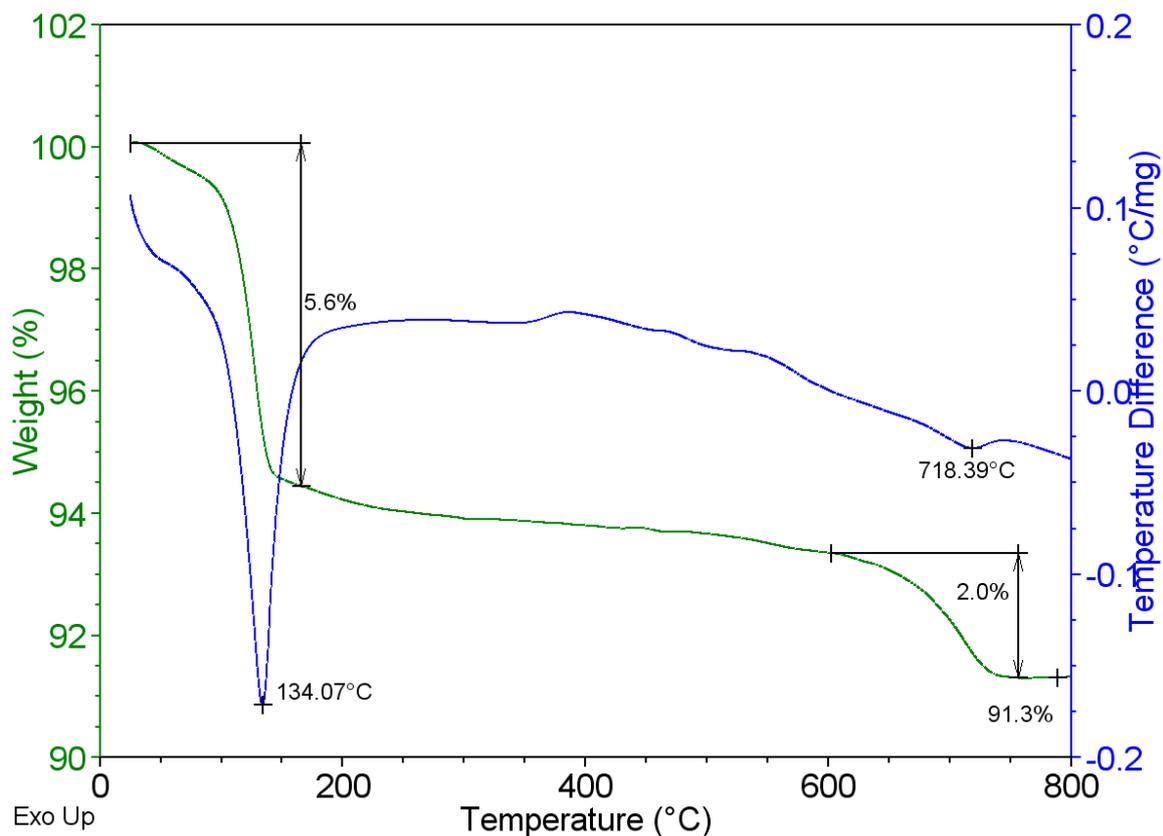


Рисунок 1. Термограмма гипса

Свидетельством этому является проведённый рентгенофазовый анализ гипсовой пульпы, на дифрактограмме которого пики указывают наличие двуводного гипса. Сама дифрактограмма представлена на рисунке 2.

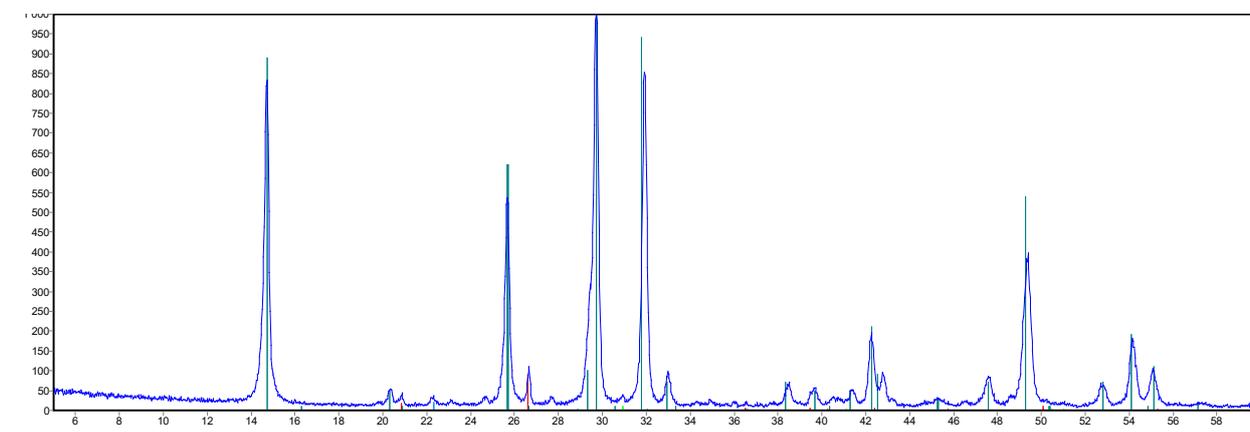


Рисунок 2. Рентгенограмма гипсовой пульпы

Высушенный при 135°C гипс был заформован в кубики со сторонами 20 мм при разном водогипсовом отношении равном 1 и 0,7 для дальнейшего определения прочностных характеристик. В результате испытаний на прессе образцы показали довольно неплохие результаты на 11 сутки твердения при водогипсовом отношении равном 0,7. Наибольшая прочность образца составила 115 кг/см², что по прочностным характеристикам условно можно отнести к гипсу марки Г-10. Гипсовый куб после испытания представлен на рисунке 3.

В данной работе не учитывались такие свойства гипса по ГОСТ как сроки схватывания и нормальная плотность.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики гипса

№	В/Г	Масса через 1 сутки после затворения водой, г	Масса через 11 суток при естественном твердении, г	Прочность, кг/см ²	Нагрузка, Н
1	1	8,0	-	12	480
2	1	8,5	-	12	480
3	1	8,5	-	10	400
4	1	-	6,8	38	1520
5	1	-	6,7	41	1640
6	1	-	7,2	44	1760
7	0,7	9,3	-	43	1720
8	0,7	9,6	-	35	1400
9	0,7	9,9	-	45	1800
10	0,7	-	8,6	100	4000
11	0,7	-	8,9	108	4320
12	0,7	-	8,9	115	4600

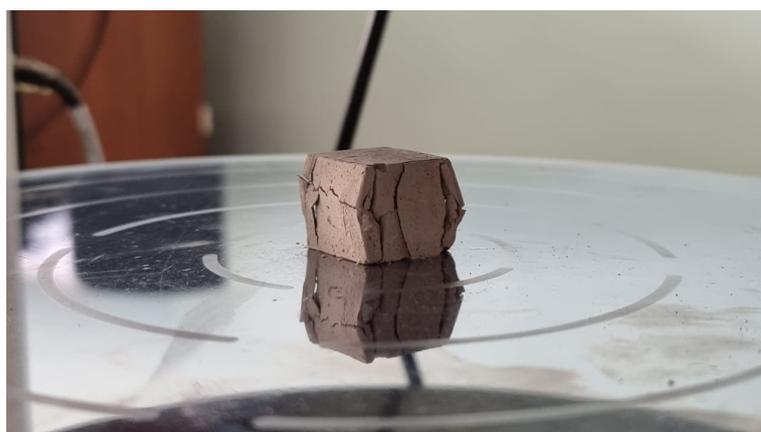


Рисунок 3. Гипсовый камень после испытания на прессе

Безусловная выгода полученного продукта – это то, что использование данного продукта освободит от целенаправленного производства гипса.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на увеличение прочностных характеристик и изменение физико-механических свойств гипса путём добавления поверхностно-активных веществ как к чистому гипсу, так и к гипсу с добавлением цемента.

Список литературы

1. Прокудина Е.В., Тропников Д.Л., Каратаева А.В., Шукшина О.В. Нейтрализация технической серной кислоты природным известняком на ОАО «Святогор» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. №8. С. 340-345.
2. Заболотская Е.В., Цыганкова Т.С., Михеев В.Н. Новый способ переработки диоксида серы, содержащегося в отходящих обжиговых газах металлургических производств [Электронный ресурс] // Энергетика: эффективность, надёжность, безопасность: материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции. 2011. С. 280-283.

3. «Норникель» запустил очередной гринфилд-проект – Мокулаевское месторождение. URL: <https://www.ttelegraf.ru/news/nornikel-zapustil-ocherednoj-grinfild-proekt-mokulaevskoe-mestorozhdenie/> (Дата обращения: 06.10.2022).

4. На площадке «Серной программы» «Норникеля» строят сеть трубопроводов. URL: <https://sgnorilsk.ru/news/na-ploshadke-sernoj-programmy-nornikelya-stroyat-set-truboprovodov> (Дата обращения: 07.10.2022).

СИНТЕЗ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ФОРСТЕРИТОВОЙ ФАЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

В.В. Шеховцов, к.т.н, доцент, Н.К. Скрипникова, д.т.н., профессор,
А.Б. Улмасов, магистрант, О.А. Кунц, магистрант

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

Аннотация: в работе представлены результаты экспериментальных исследований по получению стеклокристаллической керамики на основе форстеритовой фазы Mg_2SiO_4 с использованием низкотемпературной плазмы. Использовались материалы: карбонат магния $MgCO_3$ и кварцевый песок SiO_2 в стехиометрическом соотношении $MgO / SiO_2 \sim 1.28$. Установлено, что оптимальным режимом синтеза керамического образца является: сила тока 100 А, напряжение 120 В, расход плазмообразующего газа – воздух 12 л/мин, время плавления 30 с. Проведены исследования, из которых установлено, что морфология поверхности представлена плотной упаковкой ромбодекаэдрических кристаллов Mg_2SiO_4 (отсутствует открытая пористость).

Ключевые слова: форстерит, стеклокерамика, морфология, плазма, энергодисперсионный спектр.

Развитие в производстве новых керамических материалов формируются такими науками как фундаментальные и прикладные, также к внедрению готовой промышленности, что на сегодня особенно актуально в современном материаловедении, так как отвечает тенденциям конструирования материалов в соответствии с требованием новой техники [1-3]. Керамика из форстерита входит в класс керамических изделий для электрического оборудования. К такой керамике предъявляют требования по качеству функциональных свойств и стабильности по выходу готовой качественной продукции: диэлектрические характеристики, коэффициент термического расширения, механическая прочность, способность к спаиванию с металлами [4-6].

Форстерит широко используется в качестве огнеупорных материалов в регенераторах стекловаренных печей, при плавки цветных металлов и т. д., благодаря его высокой температуры плавления, низкого теплового расширения и хорошей термической стабильности.

Существуют различные методы получения форстеритовой керамики, такие как соосаждение, золь-гель, твердофазная реакция, традиционный (печной) метод и плазменный, все методы имеют некоторые ограничения по плотности и механической прочности, которые существенны для материалов, эксплуатируемых в высокотемпературных условиях [7-8]. Наиболее предпочтительный метод для получения форстеритовой керамики является плазменный.

Целью исследования является синтез стеклокристаллической керамики на основе форстеритовой фазы из природных материалов с использованием низкотемпературной плазмы.

В работе использовались следующие материалы: карбонат магния $MgCO_3$ и кварцевый песок SiO_2 . Материалы проходили помол до фракции менее 60-70 мкм и смешивали в соотношении 1.28, ($MgO - 56.2\%$, $SiO_2 - 43.8\%$) согласно двухкомпонентной диаграмме состояний Mg_2SiO_4 .

Полученную смесь гранулировали через сито размером ячейки 2 мм, чтобы при динамическом напоре плазмы исключить выдувание шихты. Готовая смесь

помещалась в графитовый тигель для последующего плавления. Эксперименты проводились при следующих режимах сила тока 100 А, напряжение 120 В, расход плазмообразующего газа – воздух 12 л/мин, время плавления 30 с. Во время эксперимента зафиксирована температура внешней стенки графитового тигля в течение 30 секунд, температура достигла до 2320 К.

Для проведения экспериментальных исследований использовался оригинальный стенд по плавлению тугоплавких материалов, которые использовались ранее в работе [9].

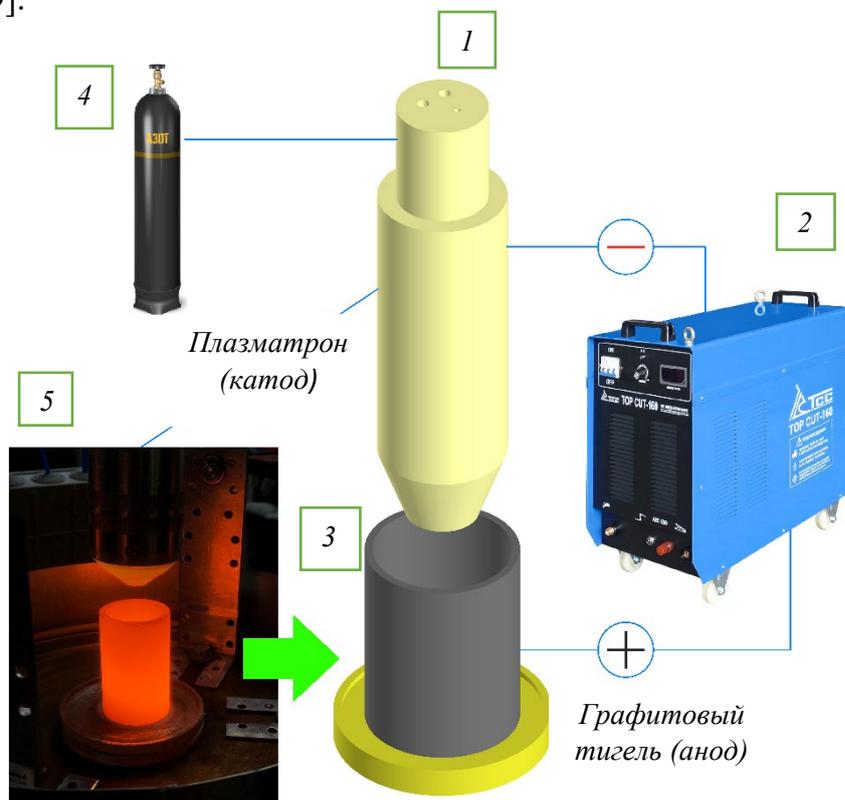


Рисунок 1. Схема процесса получения керамических образцов на основе форстерита Mg_2SiO_4 методом плазменной плавки

В состав стенда входит: электродуговой плазматрон, катод (марка ВПР-410) (1); источник питания (инвертор CUT 160 В) (2); графитовый тигель (высота 55 мм, диаметр 34 мм, толщина стенки 3 мм) выступающий анодом (3); система подачи плазмообразующего газа (азот – 15 Нл/мин) (4). Нагретый тигель при 30 секундах воздействия плазмообразующего газа (5).

Полученные образцы исследовались на микроскопию с энергодисперсионным анализом (Quanta 200 3D, США).

Морфология частиц исходного магнезита и кварцевого песка, представленного на рисунке 2–а, где видно слоистую структуру плотно-структурированных призматических агломератов.

По результатам энергодисперсионного анализа (область спектра 130×100 мкм), в составе магнезита и кварцевого песка преобладают О, Mg и Si, соответственно, также присутствуют в количестве долей и единиц массовых процентов Al, Ca, Fe.

По данным сканирующей электронной микроскопии, поверхность синтезируемого керамического образца представлена на рисунке 2–б, плотной упаковкой ромбо-додекаэдрических [10] кристаллов размером $a=237 \pm 13$, $b=179.2 \pm 15.5$ мкм. Согласно данным энергодисперсионного спектра с поверхности кристалла (область спектра 80×75 мкм), элементный состав соответствует О ~ 38.28, Mg ~ 32.49, Si ~ 29.23 масс. %, что характерно для фазы Mg_2SiO_4 .

На рисунке 2–в, полученные электронные снимки поверхности скола синтезированного образца свидетельствуют о формировании плотного каркаса с четким линейным расположением сферических включений, в центре которых расположены скопления наночастиц.

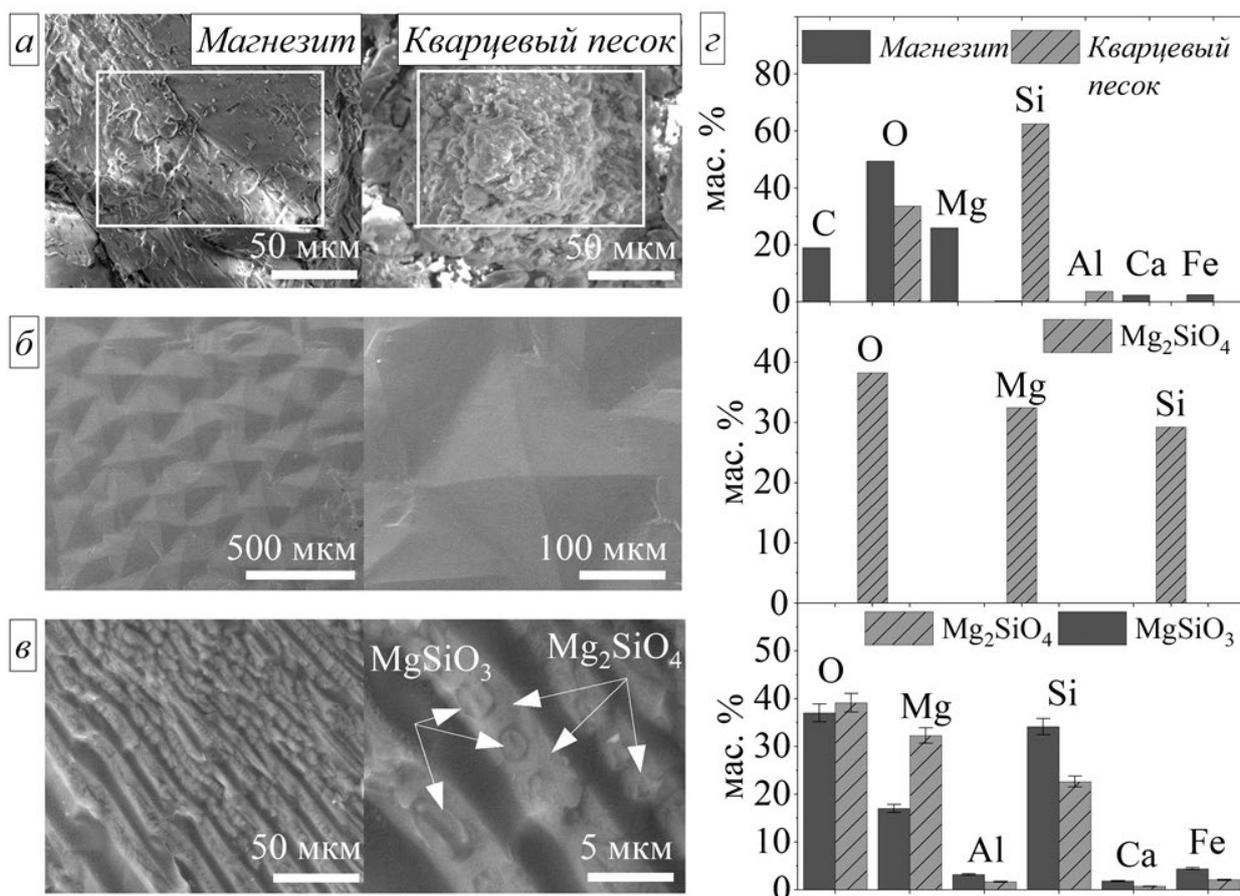


Рисунок 2. Результаты сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа.

а – снимок поверхности частиц исходных материалов; б – снимок поверхности синтезированного керамического образца; в – снимок поверхности скола синтезированного керамического образца; г – энергодисперсионные спектры соответственно

Снятый энергодисперсионный спектр на рисунке 2–г, с поверхности сферических включений свидетельствует о преобладании Si ~ 34,19 масс. % по отношению к Mg ~ 17,04 масс. %, что характерно для состава MgSiO₄. Элементный состав фазы, равномерно обтекающей данные включения, соответствует Si ~ 22,68, Mg ~ 32,29 масс. %, что типично для Mg₂SiO₄. В двух случаях присутствуют примеси Al, Ca, Fe, концентрация которых не превышает 2 масс. %, что обусловлено исходным содержанием используемых материалов.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлена возможность получения форстеритовой керамики из природных материалов с использованием низкотемпературной плазмы. Проведены исследования, из которых установлена морфология поверхности плотной упаковки ромбо-додекаэдрических кристаллов Mg₂SiO₄ (отсутствует открытая пористость). При этом матрица характеризуется наличием плотного каркаса с четким линейным расположением сферических включений, соответствующих фазе MgSiO₄.

Список литературы

1. Толкачева А.С., Павлова И.А. – Технология керамики для материалов электронной промышленности: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 124 с.
2. Бакунов В. С, Лукин Е. С, Сысоев Э. П. Длительная прочность плотной поликристаллической керамики на основе оксида магния при температурах до 1600 °С // Стекло и керамика. 2013. С. 16–19.
3. Воробьева Л.Б., Зонова А.Д., Степанова С.А. Влияние способа получения оксида магния на микроструктуру форстеритовой керамики // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 5. № 2. С. 115-120.
4. Suminar P., Wahyu D. H., Upik N., Mashuri. Synthesis and characterization of high-density B₂O₃-added forsterite ceramics. *Ceramics International* Volume 43, Issue 9, 15 June 2017, Pages 7172-7176.
5. Martin N., Radomír S. Influence of different raw material mixtures with olivines on synthesis and properties of forsterite ceramics. *AIP Conference Proceedings* 2170, 020012 (2019).
6. Козару Т.В. Форстеритовая керамика на основе природных кальциймагниевого силикатов: дис. канд. тех. наук: 05.16.06. - Сыктывкар, 2007. - 134 с.: ил. РГБ ОД, 61 07-5/3775.
7. Nguyen M., Sokolar R. The influence of the raw materials mixture on the properties of forsterite ceramics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 385, Construmat 2018 13–15 June 2018, Herlany, Slovakia.
8. Hao Liu, Chuang Jie, Yan Ma, Zhoufu Wang & Xitang Wang. Synthesis and Processing Effects on Microstructure and Mechanical Properties of Forsterite Ceramics. *Transactions of the Indian Ceramic Society* Volume 79(2), Pages. 83-87, Accepted 23 Jan 2020, Published online: 16 Jun 2020.
9. Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б. Синтез алюмомагнезиальной керамики MgAl₂O₃ в среде термической плазмы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 3. С. 138-146.
10. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г. П., Загальская Ю. Г. Е 30 Кристаллография; Учебник/Под ред. проф. В. С. Урусова. – М. Изд-БО МГУ, 1992. — 288 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В.С. Хоменко, студент, В.А. Литвинова, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Мелентьев, канд. техн. наук, доцент, С.А. Глотов, ст. преподаватель

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

Аннотация: керамические изделия широко используются в качестве строительного материала с глубокой древности. В частности, широкое распространение имеет керамический кирпич. Многообразие технологий производства и вариантов исполнения делает кирпич привлекательным выбором для мелкого и крупного строительства. В связи с этим, модернизация сырьевой базы для производства кирпича является перспективной в современном мире, например, применение отходов металлургического производства в качестве добавки в исходное сырье.

Ключевые слова: строительные материалы, керамика, глинистое сырье, отходы, металлургия.

Керамический кирпич применяют в качестве как отделочного, так и основного строительного материала. Особенностью относительно других видов материалов является его долговечность, огнестойкость и простота монтажа.

Запасы сырья для производства керамического кирпича практически неограниченны. В то же время металлургические производства генерируют большое количество отходов, единственным способом утилизации которых является захоронение. Использование таких отходов может сократить расход базового сырья до 20%. Отходы металлургии содержат в себе целый спектр элементов, использующихся в качестве добавок для улучшения характеристик глинистого сырья [1-3]. Таким образом получится снизить затраты для глинистого сырья, а также на само глинистое сырье благодаря освоению ранее не используемых сортов глин.

Металлургическая промышленность является крупнейшим источником сырья техногенного происхождения, что представляет интерес для промышленности, производящей строительные материалы. Главным является то, что многотоннажное сырье уже подверглось высокотемпературной обработке, органические примеси уже отсутствуют и сырье имеет подходящую кристаллическую структуру. Практический интерес представляют отходы металлургии, содержащие до 20% углеродных соединений и компоненты минерального происхождения. Применение таких отходов мало изучены и поэтому представляют большой интерес [4].

В рамках данного исследования были проведены физико-механические испытания образцов, полученных полусухим способом формования. Образцы, получаемые полусухим способом, сформированы из шихты с низкой влажностью 10% при давлении пресса в 15 МПа.

Исходная шихта представляет из себя порошок, получаемый при пропуске через сито и имеющий в составе частицы менее 1 мм, а также более крупные, размером от 1 до 3 мм. Соотношение частиц 50% менее 1 мм и 50% от 1 до 3 мм. Содержание добавок в образцах 20%.

Подготовка сырьевых материалов проводилась следующим образом: сырье подсушивали и измельчали в шаровой мельнице до получения фракции менее 40-60 мкм. Сырьевые компоненты перемешивались в сухом состоянии с заданными весовыми пропорциями. Затем добавлялась вода до необходимой влажности, и смесь повторно перемешивалась до однородной массы. Из полученной смеси формовались

образцы размером 60x30x10 мм. Образцы, полученные данным способом, изображены на рисунке 1. Формование осуществлялось на гидравлическом прессе в разъемной металлической форме. Усилие прикладывалось с одной стороны.

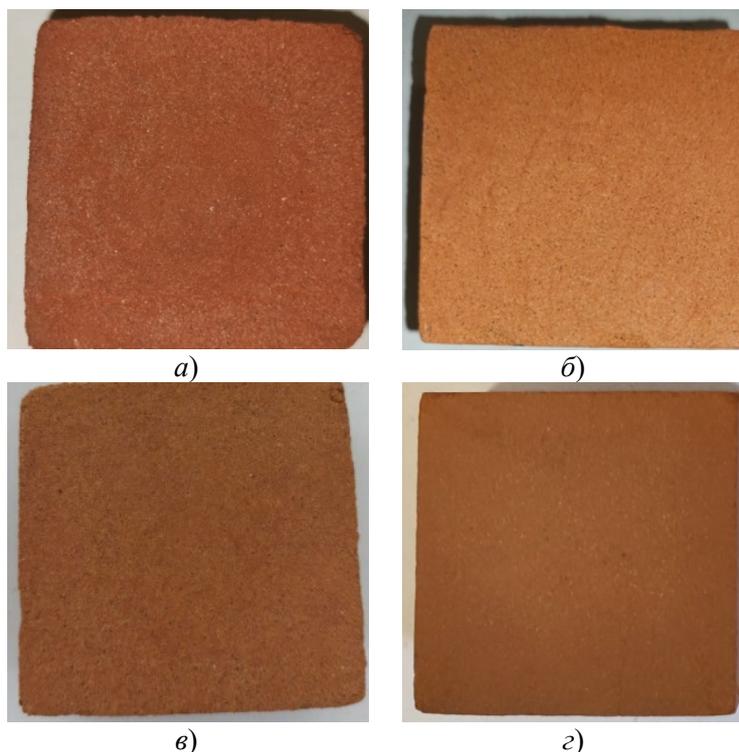


Рисунок 1. Микрофотографии исследуемых лабораторных образцов: а) глина 90%, шлак конверторный 5% и шлак доменный 5%; б) глина 80%, шлак конверторный 10% и шлак доменный 10%; в) глина 90%, шлак конверторный 2,5% и шлак доменный 7,5%; г) глина 80%, шлак конверторный 5% и шлак доменный 15%

Компонентный состав исследуемых лабораторных образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентный состав исследуемых лабораторных образцов

№ п/п	Содержание, масс. %		
	Глина	Шлак конверторный	Шлак доменный
1	90	5	5
2	80	10	10
3	90	2,5	7,5
4	80	5	15

Полученные образцы подвергались физико-механическим испытаниям, результаты которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики лабораторных образцов

№ п/п	Содержание отходов	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Водопоглощение, %	Морозостойкость, цикл
1	Смесь № 1 10%	1669	31,1	11,6	более 60
2	Смесь № 2 20%	1607	10,2	10,9	более 60
3	Смесь № 3 10%	2174	41,9	3,3	более 60
4	Смесь № 4 20%	2097	39,6	7,1	более 60

Таким образом, при сравнении физико-механических характеристик, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что смесь № 3, содержащая глину, шлак конверторный 2,5% и шлак доменный 7,5% является наилучшим вариантом для производства керамических изделий. Полученная смесь соответствует ГОСТам [5-6] (таблица 3).

Таблица 3 – Соответствие полученных результатов с ГОСТ

№ п/п	Испытание	ГОСТ	Соответствующее значение	Полученное значение
1	Прочность, МПа	ГОСТ 8462-85	40	41,9
2	Плотность, кг/м ³	ГОСТ 7025-91	2000	2174
3	Водопоглощение, %	ГОСТ 7025-91	не менее 6,0	3,3
4	Морозостойкость, цикл	ГОСТ 7025-91	50	более 60

Из испытания на морозостойкость можно сделать вывод, что при введении в состав металлургических отходов практически все образцы удовлетворяют требованиям, имеют приемлемое водопоглощение и позволяют получить керамические материалы с морозостойкостью более 60 циклов.

Исходя из проведённых экспериментов, установлена пригодность металлургических отходов для промышленного производства керамического кирпича соответствующего маркам от М200 до марки М400.

Список литературы

1. Купряхин А.Н. Получение теплоизоляционно-конструкционных материалов с добавлением техногенных отходов / Огнеупоры и техническая керамика / А.Н. Купряхин. – 2005. – № 1. – С. 21–22.
2. Кобзев Д.О. Применение отходов металлургии в промышленности строительных материалов / Кобзев Д.О. – Вестник научных конференций. Строительство. – 2017. – № 9-3 (25). – С. 95–96.
3. Абдрахимов В.З. Физико-химические исследования отходов цветной металлургии восточного Казахстана - глинистой части "хвостов" гравитации циркон-ильменитовой руды / Абдрахимов В.З. – Экологическая химия. Цветная металлургия. – 2020. – № 1. – С. 49–58.
4. Кулифеев В.К. Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций / В.К. Кулифеев, В.П. Тарасов, А.Н. Кропачев; под ред. В.В. Миклушевского. – Москва: Изд-во дом МИСиС, 2009. – 90 с.
5. Государственные стандарты РФ. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
6. Государственные стандарты РФ. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 2001.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДРЕВЕСНОЙ ПАНЕЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ

И.В. Храмов^{1,2}, аспирант, А.П. Мохирев¹, д-р техн. наук, профессор,
С.П. Амельчугов¹, д-р техн. наук, профессор, К.Р. Храмова¹ аспирант

*Сибирский федеральный университет, Красноярск,¹
Лаборатория «Гибридные методы моделирования и оптимизация в сложных системах»²*

Аннотация: Для повышения уровня комфортности и качества жизни необходимо снижать воздействия шума на человека. Проектирование эффективных звукопоглощающих материалов в настоящее время является актуальным направлением в области строительства.

Перспективным направлением в конструировании звукопоглощающих материалов является создание композитной звукопоглощающей CLT-панели с учетом модульного проектирования.

В работе представлены результаты исследования звукопоглощающих свойств строительных конструкций – деревянных панелей, изготовленных по CLT-технологии. Звукоизоляция и звукопоглощение CLT-панелей основаны на звуковом сопротивлении.

Ключевые слова: звукопоглощение, звукоизоляция, CLT-панель, деревянная панель, оптимизация.

Проблемам создания и внедрения звукопоглощающих материалов посвящены многие научные труды и исследования [1-5]. В настоящее время предложено и запатентовано значительное количество звукопоглощающих конструкций и материалов, которые применяются в различных областях промышленности при эксплуатации разнообразных машин, механизмов и систем, однако они не рассчитаны для применения в строительных конструкциях при использовании CLT-панелей.

Существующая классификация по эффективности, форме жесткости, структуре и возгораемости отражает основные особенности звукопоглощающих акустических материалов [6, 7, 8]. Наиболее важным на наш взгляд является структурный признак (пористо-волокнистые, пористо-ячеистые и пористо-губчатые материалы), так как характер и объем пористости может оказывать значительное влияние на уровень и характер шума.

В отечественной строительной индустрии установлены санитарные нормы, реализация которых обеспечивается строительно-акустическими мероприятиями по защите от шума. Порядок выбора и применения различных методов и средств для снижения расчетных или фактических уровней шума производится в соответствии СП 51.13330.2011 «Защита от шума». В основе стандарта лежит эмпирическое деление звука на воздушный и ударный звук, которые характеризуются акустическим давлением. Принято, что для различных конструкций и узлов достаточность звукоизоляции, зачастую зависит от толщины конструкции, свойств композитных материалов. Характеристики звукоизоляции принимаются по результатам натурных исследований на данную конструкцию. Однако, несовершенство расчетных методов оценки звука значительно снижает качество принимаемых проектных решений и приводит либо к перерасходу строительных материалов, либо некачественной звукоизоляции.

Отсутствие описания физики распространения шума в здании, на наш взгляд, является основным препятствием для создания детерминированных подходов к оценке звукового комфорта проживания в зданиях.

Перспективным направлением в конструировании звукопоглощающих материалов является древесина, т.к. древесина сама по своим физико-механическим свойствам пористый материал. Достигнуть более хорошего звукопоглощения можно применяя не только сборные конструкции, слоистые и др., а также за счет формы и размеров пор, угла расположения пор. CLT-панели – композитный материал, изготовленный из деревянных панелей, сложенных крест-накрест относительно друг друга в ряды, склеенных и спрессованных между собой.

В настоящее время CLT-панели широко используются в мировой строительной индустрии, так как обладают значительными преимуществами для домостроения: экологичность, прочность и высокая огнестойкость, долговечность и быстрый монтаж, низкая теплопроводность и высокая теплоемкость, низкий вес и отсутствие усадки. Кроме того, CLT-панели универсальны: их можно использовать для стен, перекрытий, крыш, легко можно сочетать со всеми видами наружной и внутренней отделки. К недостаткам можно отнести стоимость материала по сравнению с традиционными такими как: бетон, кирпич, а также необходимость дополнительного утепления на территориях крайнего севера. В Европе в последнее время этот материал произвел настоящую революцию в строительстве, заменяя многие традиционные технологии.

Таким образом, целью работы является разработка CLT панели с улучшенными звукопоглощающими характеристиками.

Конструкции изготовленные из CLT панелей с внутренними параболическими полостями, т.е. со звукопоглощением основанном на новых физических принципах, существенно снижают уровень шума. В связи с этим появилась необходимость в описании физического смысла звукопоглощения.

Внутренняя полость резонатора CLT панели «звукового кармана» образована сферической выемкой и плоскостью ламели древесины (рисунок 1).

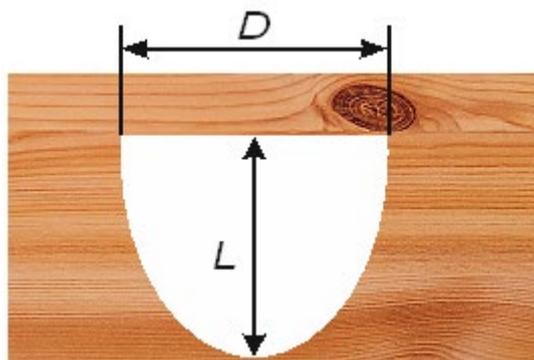


Рисунок 1. Схема «звукового кармана» CLT панели

Поэтому единичную полость резонатора CLT-панели «звукового кармана», образованного сферической выемкой и плоскостью ламели древесины, можно рассматривать как элемент звукопоглощения. Это позволит производить планирование эксперимента и расчет звукозащиты из CLT-панелей с учетом модульного проектирования и снизить шум до допустимых норм.

Общее решение состоит в том, что средняя, наиболее ненагруженная плита (ламель) панели имеет симметричные полости, выполненные фрезой параболической формы. Вид звукопоглощающей панели представлен на рисунок 2.

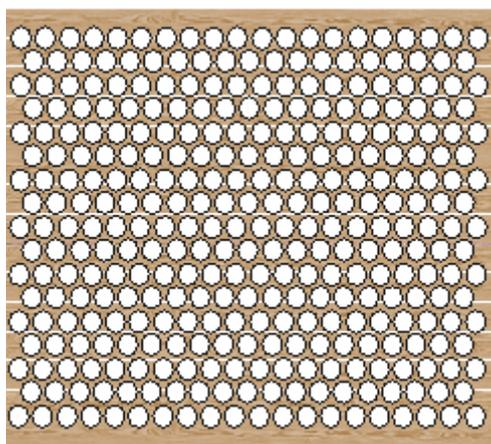


Рисунок 2. Типовая конструкция звукопоглощающей CLT панели нового поколения

В результате проделанной работы изготовлена CLT панель с применением сферических полостей, у которой звукопоглощение выше, чем у панели CLT из массива, что подтверждается лабораторными исследованиями. Также отличается звуковое сопротивление при противоположном направлении прохождения звука относительно параболических полостей.

При поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Грант № 075-15-2022-1121).

Список литературы

1. I. Inzhutov, P. Melnikov, S. Amelchugov et al. Investigation of Acoustic Impedance of a New Floor Panel / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : XIII International Scientific Conference Architecture and Construction 2020, Novosibirsk, 22–24 сентября 2020 года. – BRISTOL: IOP Publishing Ltd, 2020. – P. 012002. – DOI: 10.1088/1757-899X/953/1/012002. – EDN OTMVGI.
2. Madrigal-Melchor, J., Enciso-Muñoz, A., Contreras-Solorio, D., Saldaña-Saldaña, X. and Reyes-Villagrana, R. (2017) A New Alternative Method for the Generation of Acoustic Filters, Modulating Acoustic Impedance: Theoretical Model. Open Journal of Acoustics, 7, 39-51. DOI: 10.4236/oja.2017.73005.
3. N. Suardana, I. Sugita, I. Wardana Hybrid acoustic panel: the effect of fiber volume fraction and panel thickness / Materials Physics and Mechanics. – 2020. – Vol. 44. – No 1. – P. 77-82. – DOI: 10.18720/MPM.4412020_9. – EDN TGKQGH
4. A. H. Abdulaziz, M. Hedaya, A. Elsabbagh et al. Acoustic emission source location in composite-honeycomb sandwich panel / International Journal of Renewable Energy Research. – 2021. – Vol. 11. – No 2. – P. 851-860. – EDN OCYGNW.
5. A. Bykov, A. Komkin, V. Moskalenko Measurements of acoustic flow parameters in the orifice on non-linear regimes / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Moscow, 16 мая 2019 года. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012015. – DOI: 10.1088/1757-899X/589/1/012015. – EDN TXOCOY.
6. Захаров А.Г., Аношкин А.Н., Паньков А.А., Писарев П.В. Акустические резонансные характеристики двух- и трехслойных сотовых звукопоглощающих панелей / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2016. – № 46. – С. 144-159. – DOI: 10.15593/2224-9982/2016.46.08. – EDN WTRPSD.

7. Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н., Степанова М.Н. Современные звукопоглощающие материалы и конструкции / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 6. – С. 76-79. – EDN VWZDJJ.

8. Храмов И.В., Мохирев А.П., Амельчугов С.П. CLT панель с повышенной звукоизоляцией / Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева". – 2022. – С. 96-98. - EDN: AAVXQH.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Черемных, аспирант, Г.Г. Волокитин, д. т.н., профессор, А.А. Клопотов, д.ф.-м.н., профессор, Н.К. Скрипникова, д. т.н., профессор

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

Аннотация: В работе представлена информация о развитии плазменных технологий на кафедре Прикладной механики и материаловедения Томского государственного архитектурно-строительного университета в области строительных материалов.

Ключевые слова: низкотемпературная плазма, силикатный кирпич, древесина, минеральные волокна, защитно-декоративное покрытие.

Введение

Использование низкотемпературной плазмы в качестве источника теплового воздействия, за счет значительной температуры и высокой концентрации удельных тепловых потоков, открывает новые возможности в области создания и модификации строительных материалов.

Плазменные технологии в Томском государственном архитектурно-строительном университете

Значительный объем исследований применения энергии плазмы в области строительных материалов проводится на кафедре «Прикладной механики и материаловедения» Томского государственного архитектурно-строительного университета.

В 1979 году, основываясь на рекомендациях заместителя директора Института теплофизики, академика РАН Жукова М.Ф., запущен процесс формирования лаборатории плазменных технологий строительных материалов.

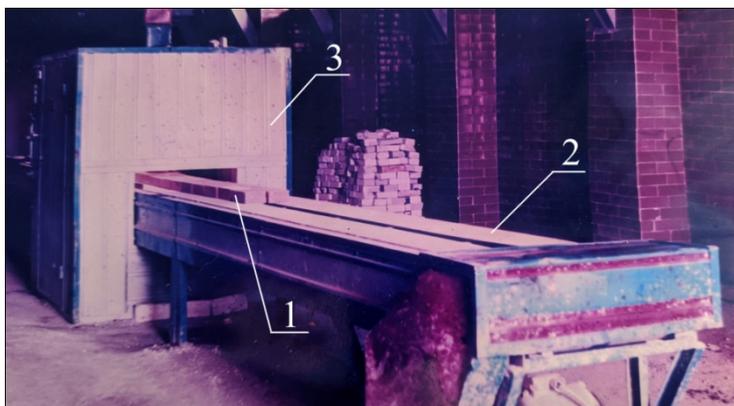


Рисунок 1. Плазменная установка для обработки кирпича: 1 - обрабатываемое изделие; 2 - конвейер подачи обрабатываемых изделий; 3 - рабочая зона, огороженная защитным корпусом с подведенной системой вентиляции, внутри которой расположен плазменный генератор

Характеристика покрытий:

Прочность сцепления с основой изделия, МПа	2,5-3,2
Морозостойкость, цикл	>65
Водопоглощение, %	5-7
Химическая стойкость по отношению к кислотам	96,6-99,6

Первые исследования возможности применения энергии плазмы в области строительных материалов проводились на силикатных материалах. В результате проведенных экспериментальных исследований разработана технология получения защитно-декоративного покрытия на поверхности силикатного кирпича посредством оплавления высококонцентрированными потоками плазмы. Покрытие отличается высокой химической стойкостью, морозостойкостью и долговечностью [1].

В ходе визита в 80-х годах в Томск, и ознакомления с результатами обработки силикатного кирпича, министр промышленности строительных материалов РСФСР Военушкин С. Ф. поручил внедрить данную технологию на предприятиях стройиндустрии. В результате выполнения поручения С. Ф. Военушкина, сотрудниками кафедры созданы и внедрены установки для плазменной обработки на предприятиях по производству силикатного кирпича в разных регионах СССР. На рисунке 1 представлена фотография плазменной установки, работающей на Туганском заводе силикатных стеновых материалов. Также С.Ф. Военушкин принял решение об открытии на базе ТГАСУ отраслевой лаборатории Министерства промышленности строительных материалов, которую возглавил профессор Г.Г. Волокитин.

Следующим этапом стало исследование влияния энергии низкотемпературной плазмы на свойства бетонной поверхности. Коллективу лаборатории ТГАСУ, при участии профессора Н.К. Скрипниковой, удалось разработать технологию, позволяющую получить защитно-декоративное покрытие на поверхности бетонных изделий [2]. Важным этапом этой работы было создание установок, при помощи которых проводили обработку бетонных панелей в промышленном масштабе. Фотография процесса обработки бетонного изделия потоком низкотемпературной плазмы представлена на рисунке 2.

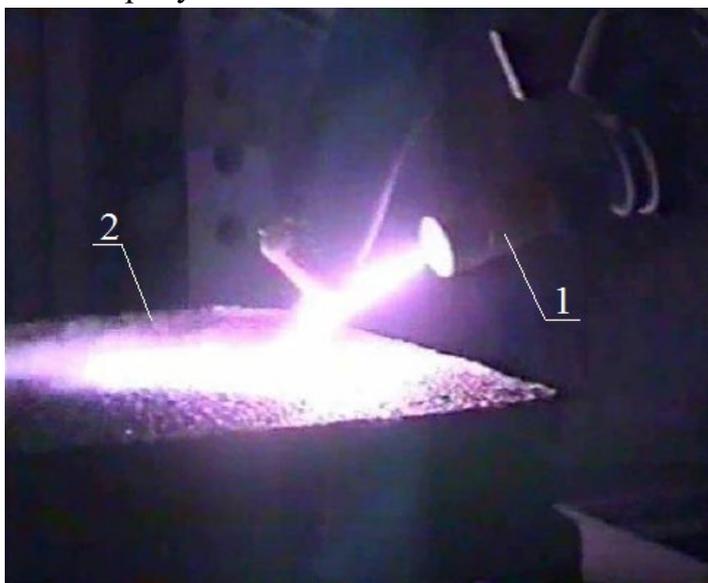


Рисунок 2. Плазменная обработка бетонных изделий малых размеров: 1 - плазменный генератор; 2 - обрабатываемое изделие

Был разработан и создан теплогенератор, в котором для розжига и поддержания процесса горения, вместо твердого топлива, использовался специальный модуль – плазменный генератор. Теплогенератор имеет широкий спектр применения, как например сушка стружки на заводах по производству ДСП.

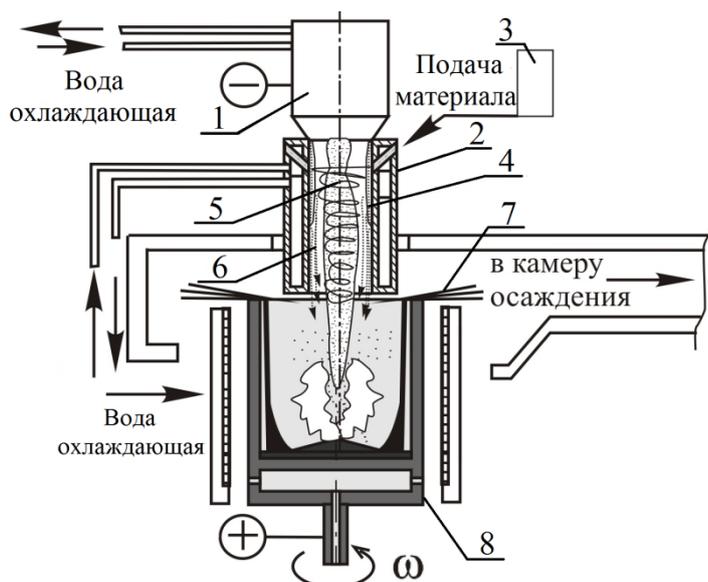
Еще одно из направлений – получение цементного клинкера с использованием плазменной печи. Эффективность заключается в сокращении процесса клинкерообразования за счет температуры плазменной печи (более 3500°C) [3]. Это ускоряет все реакции, т. к. они проходят в жидкой фазе.

Одной из проблем, решением которой занимались специалисты лаборатории, являлась утилизация техногенных отходов ТЭЦ. Результатом стала разработка одностадийной технологии получения минеральных волокон, использующихся в роли звуко- и теплоизоляционных материалов. Схема плазмохимического реактора для получения минеральных волокон представлена на рисунке 3. В качестве сырья для полу-

Техническая характеристика установки:

Мощность, кВт	60
Производительность, м ² /ч	40-60
Ширина обрабатываемой полосы за один проход плазмоторна, м	>0,5
Плазмообразующий газ	воздух

чения минеральных волокон возможно использовать отходы ТЭЦ (золу, шлаки), а так же отходы горнодобывающей промышленности и их сочетания [4].



Физико-химические свойства минерального волокна, полученного из зол ТЭЦ:

Водостойкость, %	2,1
Средняя толщина волокон, мкм	2,8
Удельный объем, куб.м/кг	0,010
Кислотостойкость, %	98,5
Средн. длина волокна, мм	100,6
Температуростойкость, К	1800
Прочность на разрыв, мПа	14-16

Рисунок 3. Схема экспериментальной установки с комбинированным источником тепла для получения минерального волокна: 1 – плазмотрон; 2 – концентратор тепловой энергии; 3 – дозирующее устройство для подачи сырья; 4 – слой гарнисажный; 5 – дуга плазменная; 6 – расплав; 7 – минеральные волокна; 8 – вращающийся реактор

Новейшими разработками лаборатории плазменных технологий являются технология получения нанопорошка диоксида кремния из природного высококремнеземистого сырья, который, к примеру, используется в качестве добавки в цементный раствор, увеличивающей прочность при сжатии и на изгиб [5], а так же технология получения микросфер на основе агломерированных тугоплавких оксидов. Полученные микросферы в строительной индустрии нашли применение в качестве модифицирующей добавки в строительные смеси различного назначения, а так же мастики и краски [6].

Еще одним направлением является модификация свойств древесины с помощью энергии низкотемпературной плазмы. Актуальность развития направления определяется объемами заготовки, производства и спросом на древесные материалы, а так же особенностями древесины. При повышенной влажности древесина имеет склонность к загниванию, образованию плесени. Также влажность оказывает влияние на механические свойства древесины. Все это говорит о необходимости предусмотреть меры по защите древесины.

В рамках исследований разработано оборудование для плазменной обработки древесины [7]. Фотография процесса плазменной обработки древесины на разработанном оборудовании представлена на рисунке 4.

Обнаружено, что после обработки высококонцентрированными потоками плазмы, на поверхности древесины образуется защитно-декоративный слой. Снижается пористость поверхности, шероховатость [8], уменьшается водопроницаемость [9], повышается стойкость к воспламенению и стойкость к истиранию [10]. Определено, что на глубине до 5мм происходит уничтожение грибковых заболеваний [11].

В настоящее время проводятся исследования, целью которых является определение влияния плазменной обработки на физические и механические свойства древесины, например такие как: предел прочности при сжатии, предел прочности при изгибе, твердость, адгезия и т.п.

Установлено, что обработка древесины породы сосна энергией плазмы позволяет создать на поверхности образцов защитно-декоративный слой, без понижения предела прочности при сжатии [12].

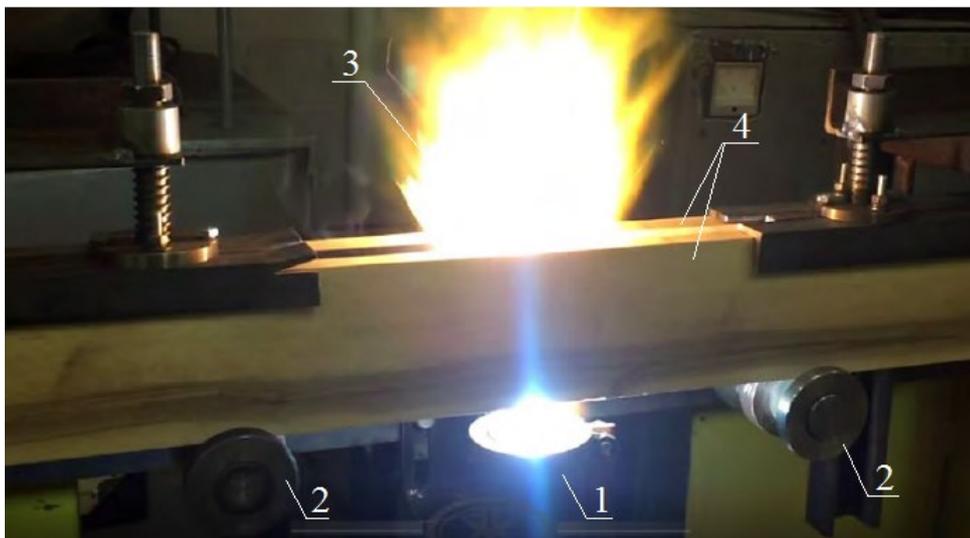


Рисунок 4. Фотография процесса плазменной обработки древесины: 1 – плазмотрон; 2 – ролики системы подачи обрабатываемых изделий; 3 – плазменный поток; 4 – обрабатываемые изделия

Значительным этапом развития плазменных технологий в стенах ТГАСУ стало создание научной школы подготовки специалистов по теме: «Взаимодействие низкотемпературной плазмы с твердым телом». На сегодняшний день подготовлено 20 кандидатов и 4 доктора технических наук, а так же 4 аспиранта работают по данной тематике.

Заключение

Таким образом, на основе многолетнего опыта применения плазменных технологий на кафедре Прикладной механики и материаловедения Томского государственного архитектурно-строительного университета в области строительных материалов, можно сделать вывод о том, что область применения энергии низкотемпературной плазмы не ограничивается каким-либо одним материалом. Применение энергии низкотемпературной плазмы имеет огромный потенциал не только в области создания и обработки строительных материалов но и в других областях.

Список литературы

1. Авторское свидетельство № 1040754 А1 СССР, МПК С04В 41/45. Способ получения защитно-декоративного покрытия на силикатных изделиях : № 3380291 : заявл. 14.01.1982 : опубл. 07.07.1993 / Г. Г. Волокитин, Т. Ф. Романюк, Н. К. Скрипникова [и др.] ; заявитель ТОМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ.
2. Авторское свидетельство № 707134 А1 СССР, МПК С04В 41/45. Способ получения декоративного покрытия : № 2670311 : заявл. 26.09.1978 : опубл. 07.07.1993 / Г. Г. Волокитин, А. В. Петров, Н. Г. Ласковенко [и др.] ; заявитель ТОМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ.
3. Волокитин Г. Г. Высокотемпературные способы производства цементного клинкера с использованием низкотемпературной плазмы и электродугового прогрева (джоулев нагрев) / Г. Г. Во-

локитин, Н. К. Скрипникова, Н. А. Позднякова [и др.] // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2008. – № 4(21). – С. 106-112.

4. Патент № 2060977 С1 Российская Федерация, МПК С03В 37/04. Способ получения минерального волокна плазменным нагревом : № 93057718/33 : заявл. 29.12.1993 : опубл. 27.05.1996 / Г. Г. Волокитин, В. Э. Борзых, А. М. Шилияев [и др.] ; заявитель Томская государственная архитектурно-строительная академия.

5. Патент № 2588208 С1 Российская Федерация, МПК С01В 33/18, В82В 3/00. Способ получения нанопорошка диоксида кремния : № 2015115440/05 : заявл. 23.04.2015 : опубл. 27.06.2016 / В. А. Власов, П. В. Космачев, Н. К. Скрипникова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Томский государственный архитектурно-строительный университет" (ТГАСУ).

6. Шеховцов В. В. Технология получения микросфер различной плотности на основе тугоплавких оксидов и силикатов с использованием энергии плазмы / В. В. Шеховцов, О. Г. Волокитин, Р. Е. Гафаров // Избранные доклады 63-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых учёных, Томск, 20 апреля 2017 года. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 336-337.

7. Патент на полезную модель № 212821 U1 Российская Федерация, МПК В27К 5/00. Устройство для обработки поверхности изделий из древесины низкотемпературными потоками плазмы : № 2021139632 : заявл. 29.12.2021 : опубл. 10.08.2022 / Г. Г. Волокитин, В. В. Шеховцов, К. А. Безухов, В. А. Черемных ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Томский государственный архитектурно-строительный университет".

8. Кунц О. А. Модификация поверхности древесины при помощи плазменной обработки / О. А. Кунц, Г. Г. Волокитин, В. В. Шеховцов [и др.] // Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения : Материалы XI Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Томск, 02–04 марта 2021 года / Под редакцией Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 359-365.

9. Черемных В. А. Особенности воздействия низкотемпературной плазмы на поверхность древесины породы сосна / В. А. Черемных, Г. Г. Волокитин, А. А. Клопотов [и др.] // Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения : Материалы XII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Томск, 01–04 марта 2022 года / Под редакцией Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2022.

10. Волокитин Г.Г. Плазменная обработка древесины / Г.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова, Сеницын В.А. и др. // Теплофизика и аэромеханика. 2016. Т. 23. №1(97). С. 125–130.

11. Волокитин Г. Г. Распределение температурных полей при плазменной обработке поверхности древесины / Г. Г. Волокитин, О. Г. Волокитин, В. В. Шеховцов [и др.] // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 3(40). – С. 220-227.

12. Черемных В.А. Влияние термической обработки на механические свойства разных сортов древесины / В.А. Черемных, Г.Г. Волокитин, А.А. Клопотов [и др.] // Новые материалы и технологии: сборник научных статей IX Российско-Казахстанской молодежной научно-технической конференции. Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2021. 110 с.

ВИДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРИНТЕРОВ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.С. Турышева, канд. техн. наук, доцент, Н.А. Черепанов, магистрант

*Сибирский федеральный университет, Красноярск
Инженерно-строительный институт, Красноярск*

Аннотация: Данная статья посвящена разновидностям 3D принтеров для печати различных конструкций. Выделены четыре основных типа принтеров. Приведены примеры конкретных принтеров различных компаний с иллюстрациями. Рассмотрены основные факторы развития аддитивных технологий в строительстве.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D печать, роботы-манипуляторы, многослойная печать.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, аддитивные технологии, которые прошли большой путь от 3D-печати макетов до изготовления готовой продукции для различных сфер строительства, привлекают большой интерес людей для использования и инвестиций. Такой интерес вызван следующими факторами: высокий уровень механизации и автоматизации строительства, повышение качества продукции, ускоренный процесс реализации продукции, уменьшение отходов производства.

На данный момент технология 3D-печати активно развивается. За последние несколько лет аддитивные технологии стали примером наиболее динамично развивающихся отраслей. Уникальность аддитивных технологий заключается в том, что использование 3D-принтера позволяет печатать объект практически любых размеров в различных отраслях промышленности.

Использование всего потенциала 3D-печати экономит вам деньги, время и производительность.

Аддитивные технологии все больше проникают в повседневную жизнь людей. Они также использовались в строительстве, где технология 3D-печати может значительно облегчить ряд производственных операций. Развитие технологий 3D-печати открывает новые возможности в различных областях человеческой деятельности, в том числе и в строительстве. В связи с этим разрабатываются различные программы для автоматизации и ускорения строительных процессов с использованием 3D-принтеров. Основной проблемой на данный момент является подбор составов смесей для полиграфических материалов.

1 Виды 3D принтеров в строительстве

Разберем основные виды строительных 3D принтеров.

Принтеры типа XYZ (портальные)

Конструкция состоит из рамы, в которой перемещается печатающая головка по осям X и Y. Чтобы закрепить головку, используют 3 так называемых портала. Режим работы порталов производится за счет шагового двигателя с наивысшей точностью. Предназначением порталных принтеров является печать корпусов завода, цеха, а также внутренних стен здания.

Пример — принтеры Winsun (Китай) и ООО «Спецавиа» (АМТ — резидент Сколково, Россия).

3D-принтер компании «Спецавиа» показан на рисунке 1.



Рисунок 1. Строительный портал 3D принтера АМТ

Дельта

Разновидность порталных принтеров с так называемым головным приводом Delta. Идея нашла широкое применение в пластиковых 3D-принтерах по технологии FDM. Примером могут служить принтеры WASP (Италия).

Пример строительного принтера дельта-типа показан на рисунке 2.

Принтеры типа дельта, могут печатать более сложные формы по сравнению с порталными. В них печатающая головка закреплена на тонких рычагах, расположенных на вертикальных направляющих.

Принтеры Delta созданы для быстрой печати с мощными двигателями и экструдерами, установленными по бокам и сверху. Печатающая головка остается очень легкой и минималистичной, поэтому принтер может поддерживать высокую точность на высоких скоростях.

Место для печати принтеров дельта чаще всего круглой формы, и не имеет свойства перемещаться. Несмотря на то что, площадь печати достаточно невелика, зато высота может достигать значительных размеров, по сравнению с порталными принтерами. Следовательно, область печати принтера типа дельта похожа на форму цилиндра.



Рисунок 2. Конструкция 3D принтера типа «Дельта» фирмы WASP

Роботы

Роботы манипуляторы — робот или несколько роботов, которые оснащены экструдерами и специальным блоком управления. Одним из видов таких роботов является 3D принтер с полярной системой печати. Такой робот размещается в основном внутри здания в самом центре. Примерами таких роботов являются гусеничная машина от MIT и робот от российской компании Aris Cor.

Робот-принтер Aris Cor показан на рисунке 3.



Рисунок 3. Строительный 3D-принтер Aris Cor

D форма

D-Shape — это большой 3D-принтер, в котором используется связующий слой для струйной печати. Многослойная печать для склеивания песка с неорганической морской водой и связующим на основе магния для создания объектов, похожих на камень.

Принтеры типа D-Shape можно выделить в отдельный вид строительных принтеров, так как главное отличие его в том, что он печатает не готовым

раствором, а специальным порошковым материалом, который послойно укладывается на определенную толщину и уплотняется, и далее пропитывается связующим материалом из выходного отверстия принтеров.

Пример 3D-принтера D-Shape показан на рисунке 4.



Рисунок 4. Строительный 3D-принтер D-Shape

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав все типы строительных 3D принтеров, можно сделать вывод о том, что для возведения любого строительного объекта нужна подготовленная строительная площадка, необходимые материалы и готовая 3D-модель. Практически все строительные 3D принтеры печатают методом послойного заливания бетона, выходящего из отверстия экструдера. Но принтеры такого типа, как D-Shape печатают с помощью послойного нанесения порошкового материала, и далее скрепления его по всей ширине механизма. Существует много видов строительных 3D принтеров, такие как вращающиеся, принтеры типа дельта, и принтеры, работающие на роботах-манипуляторах. Различные бетонные смеси для экструзии позволяют напечатать конструкции любой сложности и размера, например, столы, стулья и заборы, а также более крупные – целые здания и мосты.

Список литературы

1. Журнал «Аддитивные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://additiv-tech.ru>.
2. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017.
3. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении: Учебн. пособие. СПб.: СПбГУ, 2013. 221 с.
4. Пермяков М. Б, Пермяков А. Ф, Давыдова А. М. Аддитивные технологии в строительстве // Сборник научных трудов Sworld «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития». Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. Т. 50. № 3. С. 38-43.
5. Загороднюк Л.Х, Лесовик В.С, Беликов Д.А. Аддитивные технологии и современные технологии строительства // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112-119.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ОГНЕ- И БИОПОВРЕЖДЕНИЙ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Е.А. Чудиновских, аспирант, Ю.В. Юркин, канд. техн. наук, доцент

Вятский государственный университет, Киров

Аннотация:

Целью работы является исследование по обеспечению эффективной защиты деревянных конструкций от огне- и биоповреждений для строительства многоквартирных зданий. Проведён физико-химический анализ процессов горения и биоповреждения древесины. Исследованы пожароопасные свойства древесины: распространение пламени, воспламеняемость, тепловыделение, дымообразование и токсичность продуктов. Проведен сравнительный анализ огнебиозащитных средств и выбран лучший состав для покрытия древесины в многоквартирных зданиях. Сделанные в работе обобщения позволяют более эффективно использовать древесину как природный строительный материал.

Ключевые слова: древесина; горение; огнезащита; биозащита.

Введение

Строительство зданий и сооружения является одной из ведущих отраслей национальной экономики. Лесопромышленный комплекс России в строительной индустрии имеет огромные перспективы для роста. Это связано с тем, что по площади лесов Россия занимает первое место в мире (около 20 % от мировых запасов лесных ресурсов). Территория страны на 46,6 % покрыта лесами. При возведении домов, древесина зарекомендовала себя как высокопрочный, экологически чистый, с хорошими теплоизоляционными свойствами и удобным при обработке материал. Древесина возобновляемый материал, может применяться повторно, безотходная переработка дерева может являться сырьем для создания других материалов.

При всех своих достоинствах, нельзя не отметить существенные недостатки древесины – это высокая пожарная опасность и подверженность биологическим повреждениям. В силу этого, нормативные документы и требования определяют древесину как недолговечный строительный материал.

На протяжении многих лет разрабатываются составы, способные защитить древесину от негативных биологических последствий, а самое главное от пожарной опасности, так как именно этот фактор влияет на жизнь и здоровье людей. Поэтому тема эффективной огнебиозащиты древесины до сих пор сохраняет свою актуальность. Изучение, проведение сравнительного анализа и выбор тех или иных составов для защиты невозможно без учета всего цикла деревообработки, начиная с выбора породы дерева, его тепловых характеристик, произрастания на тех или иных территориях, исследования физико-химических свойств древесины при горении, изучения факторов, влияющих на биоповреждения, механизмы действия огне- и биозащитных материалов.

Изложение основного материала

Физико-химические процессы, происходящие при горении древесины изображены на рисунке 1. Под воздействием высоких температур начинается процесс терморазложения древесины, при этом выделяющиеся газы смешиваются с парами

воздуха и происходит воспламенение, пламя распространяется по поверхности древесины [4].

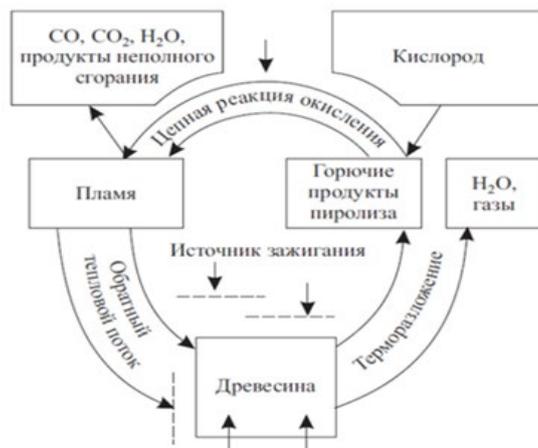


Рисунок 1. Физико-химические процессы горения древесины

Тепловые характеристики зависят от породы дерева, а именно от плотности, влажности, направлении волокон древесины, химического состава, количества смол и анатомического строения. Все это влияет на такие процессы как время воспламенения, скорость распространения пламени и тепловыделения, дымообразования и токсичности. Результаты опытов показывают, что у деревьев хвойных пород более высокий тепловой поток, это обеспечивает более высокую температуру воспламенения. У лиственных пород выше плотность и содержание влаги в древесине, соответственно, выше теплопроводность. У каждого вида дерева есть свой индекс распространения пламени, чем выше индекс, тем выше скорость распространения пламени. В основном хвойные породы дерева обладают меньшей скоростью распространения пламени чем лиственные. Самые низкие значения общего тепловыделения наблюдаются в случае горения древесины хвойной породы. Показатель дымообразования и токсичности продуктов горения древесины зависит от относительного содержания основных компонентов в её анатомическом строении, независимо от породы [1,3]. Следовательно, строительство деревянных многоквартирных жилых зданий необходимо производить из хвойных пород. Пиломатериалы из лиственных пород используют для временных построек в качестве элементов каркаса, таких как навесы, сараи, мастерские, в качестве креплений, заборов, защитных козырьков, опалубки и т.п.

Биоповреждение также характеризует древесину как уязвимый и недолговечный материал [6]. Основные факторы, влияющие на биологические процессы представлены на рисунок 2.



Рисунок 2. Факторы, влияющие на процессы биоповреждения

Средства для защиты древесины подразделяются на два вида – это антипирены (огнезащитная химическая смесь) и антисептики (химическое соединение, защищающее от биологического разрушения). Антипирены подразделяются на огнезащитные покрытия, такие как: лаки, краски, пасты, обмазки и огнезащитные пропитки [2]. Антисептики же классифицируются по составу, а именно: на водной основе, масляной основе и органической основе.

Механизм действия огнезащитных покрытий: при нанесении состава образуется специальный слой, который при нагревании древесины образует пленку и ограничивает доступ кислорода к поверхности. В результате воспламенение обработанной древесины происходит при более высоких температурах, так как часть тепла расходуется на плавление антипиренов.

Механизм действия биозащитных покрытий на водной и органической основе идентичен механизму антисептиков, которые используют люди для обработки кожных ран от микробов. При использовании таких средств начинаются химические реакции, при которых микроорганизмы погибают. В состав антисептиков на масляной основе входят специальные масла, которые способны отталкивать воду [6].

На рисунке 3, наглядно представлен механизм действия защитных составов. Древесина без покрытия сразу же воспламеняется и горит. При нанесении огнезащитного состава и нагреве древесины, образуется угольный слой (кокс), который не дает дальше распространяться огню. На последнем фото видно, как нанесенный антисептик отталкивает воду и не дает ей попасть внутрь древесины.

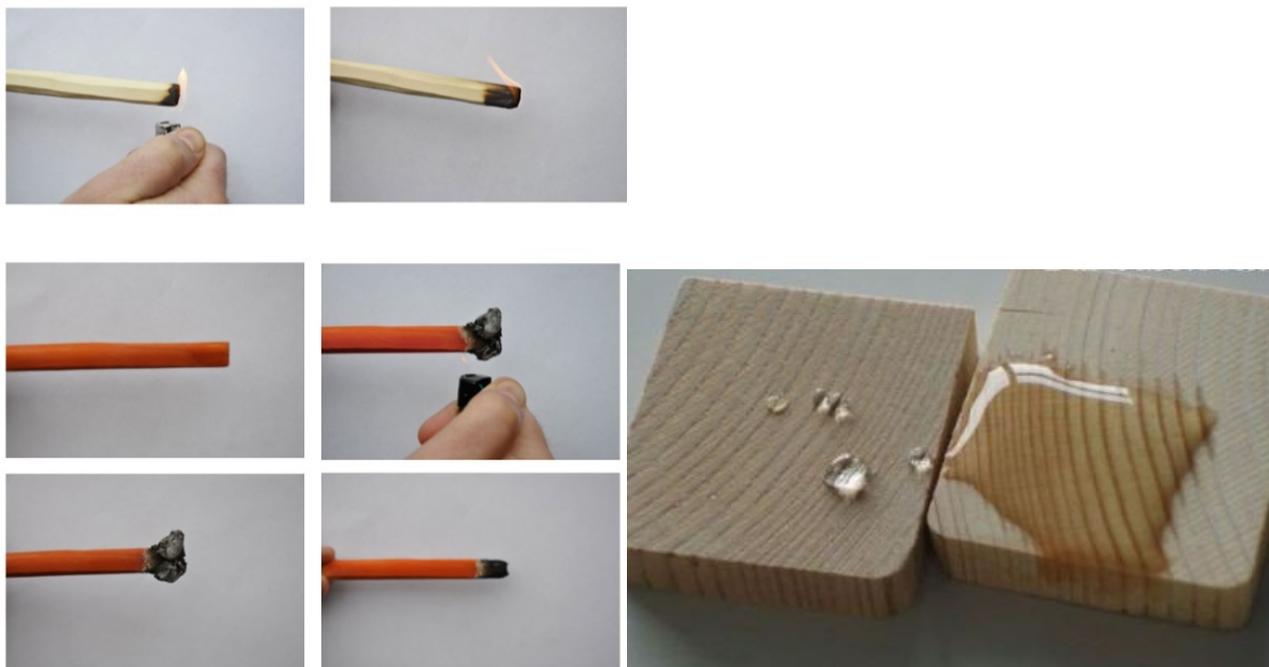


Рисунок 3. Механизм действия защитных составов

Наносят защитные составы следующими методами: поверхностный – с помощью кисточки или валика, метод холодно-горячих ванн и в автоклаве под давлением. Последний метод является самым надежным, но дорогим, при такой обработке огнезащитный состав проникает глубоко в поры древесины и заполняет их.

Нормативные документы устанавливают показатели основных свойств защитных средств таких как: кислотность, эффективность по отношению к грибам, скорость коррозии, устойчивость к вымыванию, потеря массы при горении, предел прочности древесины, токсичность, запах, водопоглощение. Огнезащитная эффективность конструкций многоквартирных жилых зданий должна соответствовать I группе (потеря общей массы древесины должна составлять не более 9%, сопротивляемость к горению может длиться до 150 минут). Допустимая высота здания для I степени огнестойкости – 75 м.

На современном рынке представлено огромное количество антисептиков и антипиренов для древесины выбор которых осуществляется по следующим показателям: время высыхания, огнезащитная группа/эффективность от биоразрушений, срок службы, расход, оптимальное количество слоев, температура воздуха при обработке защитным составом, цена. Проанализировав существующие огнезащитные средства, наиболее эффективными оказались: лак «Вудпротек», краска «Пенолюкс», пропитка «Пирилакс», паста «Айсберг». Из биозащитных средств на водной основе можно выделить антисептик «Биоколон», на масляной основе «Неомид», на органической основе «Мастер фарбе». Все представленные составы принадлежат компаниям из России.

Особой популярностью пользуются огнебиозащитные средства, в составы которых одновременно входят как антипирены, так и антисептики. При выборе комплексного метода древесина сразу пропитывается огнебиозащитным составом, имеющим комбинированное воздействие, что позволяет качественно и эффективно обработать материал и при этом сократить время на технологические процессы [5]. Время высыхания такой древесины в разы меньше, так как наносить состав достаточно 1-2 раза, соответственно и расход будет гораздо ниже. Цена комбинированных составов ниже огнезащитных и биозащитных с послойным применением.

Проанализировав существующие огнебиозащитные составы, самым эффективным оказался «Pirilax®»-Classic российского производства. Согласно требованиям пожарной безопасности, средство обеспечивает I группу огнезащитной эффективности, является высокоэффективным против биоповреждений, не является токсичным, можно использовать при отрицательной температуре, обладает большим сроком службы как огне, так и биозащиты, расход материала, по сравнению с аналогами, один из самых минимальных.

Выводы

Из проведенного комплексного анализа физико-химических свойств древесины, можно сделать вывод, что для строительства многоквартирных деревянных зданий следует применять хвойные породы древесины. По своим показателям они имеют более высокий тепловой поток, который обеспечивает более высокую температуру воспламенения, обладают меньшей скоростью распространения пламени, у них ниже теплопроводность.

Применение грамотно подобранного защитного состава, а также своевременный уход, может гарантировать долгий срок службы деревянных зданий и конструкций. Применяя огнебиозащитный состав «Pirilax®»-Classic возможно решить задачи повышения пожарной безопасности объектов, профилактики пожаров,

снижения риска их возникновения за счет повышения огнестойкости, а также эффективно защитить древесину от био- и влагоразрушений.

Список литературы

1. Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Физико–химические основы горения и пожарная опасность древесины // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – №1. – С.1.
2. Горовых О. Г. Механизмы процессов, реализующихся при защите древесины огнезащитными составами // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2017. – № 1(41). – С. 47–57.
3. Кузнецова М.С. Пожароопасные свойства древесины / М.С. Кузнецова // Аллея науки. – 2018. - №7 – С. 704-707.
4. Леонович А.А. Огнезащита древесины и древесных материалов /А.А. Леонович – Спб.: СПбГЛТА, 1994. – С.148.
5. Мельников Н.О., Кинин Н.И., Максименко С.А. Комплексная огнебиозащита деревянных строительных конструкций // Успехи в химии и химической технологии. – 2008. – №4. – С.52-56.
6. Строганов В.Ф., Бойчук В.А., Сагдеев Е.В. Биоповреждение древесных материалов и конструкций // Известия КГАСУ. – 2014. – №2. – С.185-192.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД БЕТОНУКЛАДЧИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРБОЛИТА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО

Д.С. Шулюшенков, студент

Научный руководитель Е.С. Турышева, кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрен пример стенда для производства арболита и изделий из него с автоматизированной системой контроля, а также предложена методика исследования качества смеси. Проанализированы конструктивно-эксплуатационные характеристики экспериментального стенда, выявлены предпосылки, обосновывающие необходимость в создании автоматизированной системы контроля арболитовых смесей, предложена схема такой системы. Целью работы является создание экспериментального стенда бетоноукладчика и методики автоматизированного контроля для экспериментальных исследований арболитовых смесей в лабораторных условиях.

Ключевые слова: арболит, стенд, бетоноукладчик, автоматизированный контроль, микроконтроллер Arduino.

Введение. Сегодня комплексная автоматизация технологических процессов производства является актуальным вопросом в более функциональной работе любого предприятия, поскольку автоматика выполняет процессы намного быстрее человека. Замена человеческого труда на автоматику даёт большое преимущество владельцу предприятия, поскольку за счёт применения машин, не понадобятся люди для выполнения определённой работы.

Использование автоматизированных технологий и процессов, даёт человеку сократить количество рабочего персонала на производствах, повысить количество изготавливаемых материалов, улучшить результативность производственного процесса и качество изделий, уменьшить расходы сырьевых материалов, а также увеличить безвредность, экологию и экономику производства [1].

Ниже перечислены различные основания, используемые для обосновывания применения автоматизации:

- Увеличение производительности труда
- Снижение трудоемкости и трудозатрат
- Устранение нехватки рабочих по различным специальностям
- Повышение качества выпускаемой продукции
- Уменьшение времени затрачиваемого на производство продукции

Таким образом, отраслевая автоматизация даёт приобретать продукт высокого качества, усовершенствовать безопасность сотрудников и обслуживающего персонала, уменьшать финансовые затраты, значительно повышает преимущество перед другими товарами за счет высокого качества.

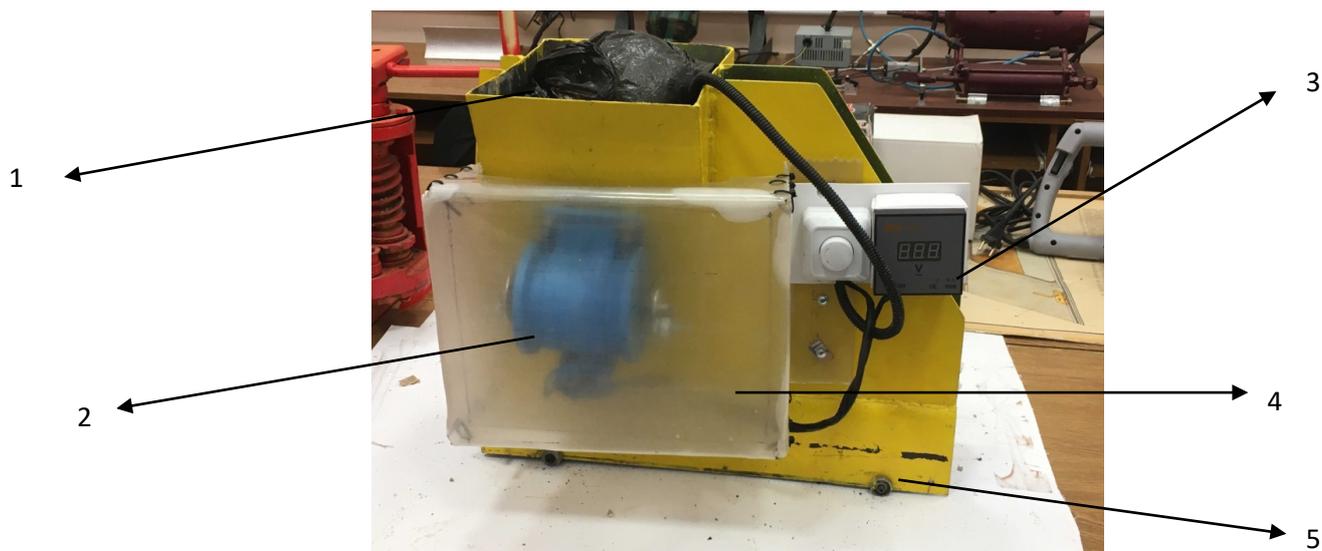
Целью работы является создание стенда бетоноукладчика арболитовых смесей, оборудованного автоматизированной системой контроля динамических переменных на базе микроконтроллера Arduino.

Задача данной статьи является установление зависимости динамических переменных рабочего процесса бетоноукладчика и арболитовой смеси, а также разработка программного обеспечения для проведения измерений и обработки результатов экспериментальных исследований.

Описание исследуемого стенда. Изучаемым оборудованием является бетоноукладчик необходимый для укладки, распределения, уплотнения и выравнивания бетонной смеси с целью формирования монолитных дорожных и аэродромных покрытий, разделительных стенок и бортов, водоотводных каналов и иных элементов.

Используется, чаще всего, для строительства и ремонта посадочных и взлетных полос аэродромов, автомобильных дорог, заливке фундаментов зданий и сооружений, а также при изготовлении железобетонных конструкций и изделий, преимущественно для возведения домов и производственных помещений [2].

Устройство нашего бетоноукладчика непрерывного действия состоит из основных компонентов, таких как: приемный бункер, профилировщик основания, колесная база, бухта с армирующей проволокой, электродвигатель с дебалансом, защитный кожух, пульт управления, микроконтроллер с датчиками. Внешний вид исследуемого бетоноукладчика показан на рисунке 1.



1-загрузочное устройство; 2-электродвигатель с дебалансом; 3-пульт управления с микроконтроллером; 4-защитный кожух; 5- основание с подвижными роликами

Рисунок 1. Бетоноукладчик для арболитовых изделий

Автоматизированная система. Необходимость внедрения автоматизированной системы на бетоноукладчик состоит в том, чтобы можно было считать частоту колебаний при вибропрессовании смеси, замерить скорость движения укладчика, и на основании полученных данных, вывести зависимость качества готового арболитового изделия от частоты колебаний и скорости движения, а также полностью автоматизировать процесс укладки готовой смеси [3].

После подключения всех необходимых контактов датчиков, готовая автоматизированная система монтируется на исследуемую установку с помощью крепежных элементов, затем можем перейти к написанию кода программирования, посредством которого, наша система будет управляться, и считывать нужные нам показания частоты виброуплотнения смеси, а также скорости движения укладчика.

В качестве автоматизированного оборудования примем: автоматизированную систему на основе микроконтроллера Arduino «Nodemcu V3», датчик акселерометр, датчик энкодер, плазменный экран для вывода информации. Перечисленные компоненты устанавливаются на экспериментальный бетоноукладчик после чего в него загружается готовая арболитовая смесь, включается электродвигатель с дебалансом, а затем с помощью пульта управления регулируется частота вибропрессования смеси, увеличивая, либо уменьшая количество оборотов электродвигателя.

Визуальная схема подключения вышеперечисленных устройств, представлена на рисунке 2.

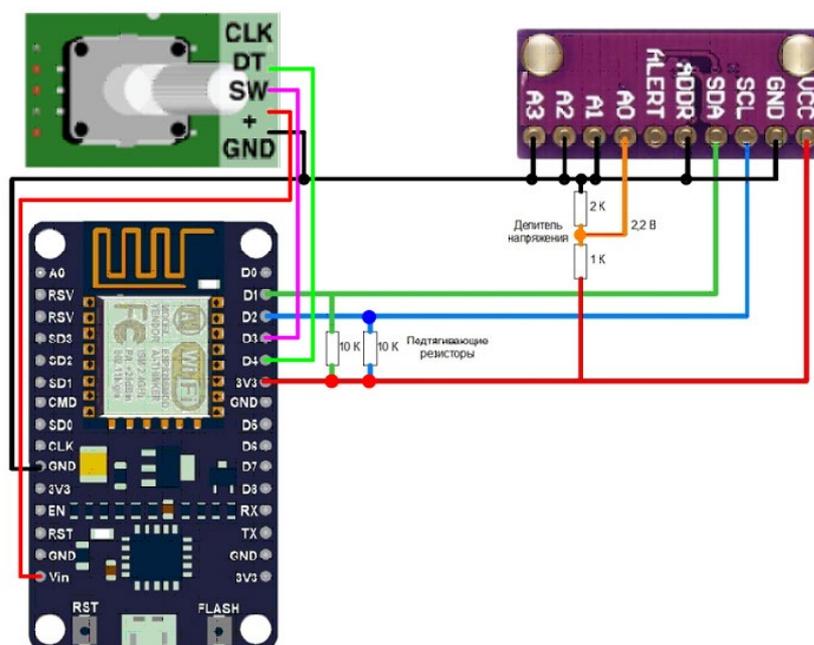


Рисунок 2. Схема подключения энкодера и акселерометра к микроконтроллеру

Для корректной и стабильной работы микроконтроллера и датчиков был написан специальный скетч.

Методика исследования. Методика проведения исследований взаимодействия рабочего органа с уплотняемым материалом состоит из следующих шагов: 1 – предварительная подготовка стенда и проверка готовности; 2 – подключение стенда к электросети 220 вольт; 3 – тестирование работоспособности; 4 – подготовка рабочей смеси и перемещение ёмкости с ней в рабочую зону; 5 – размещение арболитовой смеси в загрузочное устройство; 6 – установка необходимой частоты вибропрессования; 7 – проведение замеров и получение данных; 8 – испытание образцов на прочность; 9 – анализ полученных данных. При необходимости эксплуатация и процесс исследования могут меняться

для получения различных зависимостей взаимодействия частоты вибропрессования с уплотняемой средой.

Выводы. В результате проведенной работы разработана методика экспериментального исследования динамических переменных рабочего процесса бетоноукладчика арболитовой смеси.

Разработан и изготовлен лабораторный стенд бетоноукладчика арболитовой смеси.

Выполнен подбор технических средств автоматизации экспериментальных работ (микроконтроллер, энкодер, акселерометр) и разработано программное обеспечение для проведения измерений и обработки результатов экспериментальных исследований.

Список литературы

1) Дастин, Э. Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. — М.: Лори, 2016. — 567 с.

2) Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. — М.: Форум, 2016. — 224 с.

3) Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. — М.: Абрис, 2016. — 565 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

Н.А. Челночков, А.П. Прокопьев, Е.С. Турышева

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация. Проведен анализ рабочего процесса башенного крана как объекта управления. Обосновано использование система безопасности типа ОНК. Разработана структурная схема модели автоматизации процесса управления блоком системы безопасности. Выполнена имитационная модель системы фиксации обратного удара при обрыве груза для стрелы башенного крана. Разработаны имитационные модели системы управления в среде MATLAB/Simulink. Выполнено компьютерное моделирование основных конструктивных элементов башенного крана. Проведен сравнительный анализ результатов моделирования системы управления блока безопасности с цифровым регулятором.

Ключевые слова: магистерская диссертация, башенный кран, система безопасности, имитационная модель, компьютерное моделирование.

Для предотвращения и минимизации последствий аварий, инцидентов на опасных производственных объектах (ОПО), с учетом возможной потери жизни и здоровья людей введенные в действие Приказом Ростехнадзора от 12 ноября 2013 г. № 533 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения (ПС)» требуют обязательного соблюдения соответствия оснащённости ПС регистраторами, ограничителями и указателями, указанными в паспорте ПС, а также требованиям обеспечения безопасности технологического процесса, обслуживаемого ПС.

Важнейшим требованием при проведении работ на грузоподъемных кранах является их безаварийная работа. Это подразумевает, в первую очередь, обеспечение устойчивости грузоподъемных кранов, что достигается снижением опрокидывающего момента и повышением восстанавливающего момента. Поэтому одно из направлений развития грузоподъемных кранов и их систем безопасности направлено на обеспечение устойчивости кранов. Основные методы по обеспечению устойчивости грузоподъемных кранов приведены на рисунке 1.



Рисунок 1. Методы обеспечения устойчивости грузоподъемных кранов

Одним из способов обеспечения устойчивости грузоподъемных кранов является применение специальных приборов безопасности, позволяющих обеспечить безопасную и безаварийную работу.

В магистерской диссертации рассматривается возможность модернизации систем безопасности грузоподъемных кранов путем доработки заводских систем безопасности типа ОНК новейшими технологиями с помощью датчиков на основе Arduino.

Широко используемая на стреловых грузоподъемных кранах система безопасности типа ОНК-160С производства Арзамасского электромеханического завода (ООО «АЭМЗ») осуществляет функции защиты кранов от разрушения и опрокидывания, от перегрузки в реальном масштабе времени, координатной защиты, защиты от приближения к проводам ЛЭП, позволяет ограничивать рабочие зоны и производить световую и звуковую сигнализацию, индикацию и регистрацию рабочих параметров крана. Кроме того, помимо функций безопасности система может выполнять ряд вспомогательных задач, например, контролировать параметры силовой установки, гидропривода и т. д.

Объектом исследования в магистерской диссертационной работе являются системы безопасности грузоподъемных кранов, которые являются ограничителями грузоподъемности кранов.

Актуальность задачи определяется необходимостью улучшения системы безопасности грузоподъемных кранов. При этом достигается снижение опасности для машиниста-оператора при выполнении монтажных работ и, в целом, безаварийность работ.

Целью магистерской диссертационной работы является повышение эффективности системы безопасности грузоподъемных кранов, повышение безаварийности работ.

Основные задачи для достижения цели работы:

- анализ технологического процесса строительства зданий и сооружений, и рабочего процесса башенного крана;
- анализ научных публикаций по теории и практике использования систем безопасности грузоподъемных кранов;
- разработка структурной схемы автоматизации процесса безаварийной работы;
- проектирование и написание программы для фиксации обратного удара при обрыве груза для стрелы башенного крана;
- разработка имитационной модели рабочего процесса башенного крана в программной среде MATLAB/Simulink;
- моделирование и сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования системы с цифровым регулятором.

Методы исследований. Для решения поставленных задач использовались методы математического моделирования и методы искусственного интеллекта.

Публикации. Основные положения магистерской диссертационной работы представлены в 4-х публикациях [1 - 4]. В процессе выполнения работы получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Автоматизированный модуль учета колебаний стрелы башенного крана при обрыве груза».

Структура и объем работы. Выпускная работа состоит из 4 разделов, списка использованной литературы и приложений. Основная часть работы изложена на 28 страницах, содержит 18 рисунков, 3 таблицы.

В первом разделе работы описан объект исследования. Рассмотрен технологический процесс строительства зданий и сооружений, устройство башенного крана, описан принцип работы системы безопасности грузоподъемных кранов.

Во втором разделе магистерской диссертации изложена информация о теоретических основах искусственного интеллекта, выполнен анализ методов искусственного интеллекта, основные понятия, классификация.

Третий раздел посвящен разработке математической модели башенного крана. Разработана математическая модель в среде программирования MATLAB/Simulink. Решена задача моделирования с использованием описания в виде передаточных функций.

В четвертом разделе описывается система безопасности грузоподъемных кранов. Определены лучшие показатели для систем ограничителя грузоподъемности.

В результате выполнения магистерской диссертационной работы проведен анализ технологии процесса строительства зданий и сооружений. Получена математическая модель объекта управления, передаточная функция объекта при системах безопасности. Выполнена оценка динамических характеристик переходного процесса модели объекта управления. Разработана имитационная модель цифровой САУ с обратной связью колебаний стрелы крана. Обоснована и спроектирована система безопасности и безаварийности работы крана. Разработана имитационная модель башенного крана в среде MATLAB/Simulink. С учетом сформулированного задания для управляющей системы полученные имитационные модели можно считать адекватными, так как параметры переходного процесса по результатам моделирования практически соответствуют реальным процессам. В результате разработана модель системы безопасности и безаварийной работы. Регулятор

обеспечивает безопасную работу машиниста крана, при этом ограничивая грузоподъемность крана регулятором-ограничителем.

Список литературы

1. Соколов Г. К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций: Учебное пособие/ М.: МГСУ, 2002. – 180 с.
2. Строй – кран: [Электронный ресурс]. М.; 2010. URL: <https://строй-кран.рф/kb/kb-503A>. (Дата обращения: 13.11.2021).
3. Кравцов К.С. /[Повышение работоспособности гидрофицированных машин: научное издание](#) [статья из журнала] //Кравцов К. С., Сабинин В. Л, Емельянов Р. Т. 2021, Школа Науки.
4. [Improving the efficiency of a hydraulic drive with a closed-loop hydraulic circuit](#) [доклад, тезисы доклада, статья из сборника материалов конференций] [Emelyanov R. T.](#), [Klimov A. S.](#), [Kravtsov K. S.](#), [Olenev I. B.](#), [Turysheva E. S.](#) 2020, Journal of Physics: Conference Series

ВЫБОР ТИПА ФУНДАМЕНТА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Р.Н.Зубов, канд. техн. наук, доцент, Д.М. Ямгулов, студент

Башкирский Государственный Аграрный Уфимский университет, Уфа

Аннотация: исследование и разработка конструктивных решений для фундаментов зданий со сборно-монолитного каркасом.

Ключевые слова: Сборно-монолитные конструкции, фундамент, нагрузки, конструктивные решения, здания, основания.

Современные тенденции в строительной отрасли таковы, что при разработке проектов запланированных к возведению зданий, становятся целесообразным использование именно сборно-монолитных конструкций. Они давно снискали себе славу конструкций исключительной надёжности, а сравнивая с классическими железобетонными конструкциями сборного типа, имеют ряд конкурентных преимуществ.

Ключевое достоинство сборно-монолитных конструкций состоит в том, что на строительную площадку они поступают в уже готовом виде. Элементы конструкций – это железобетонные составляющие, стальная арматура, дополнительные секции и балки, которые достаточно просто соединяются между собой. [1]

Востребованность их обусловлена множеством неоспоримых преимуществ. Что касается основных причин, почему при проектировании многоэтажных объектов выбирают именно их, то:

- представленные конструкции очень долговечны и демонстрируют исключительную стабильность во время эксплуатации при самых разнообразных климатических условиях;
- имеют высокую сопротивляемость к экстремально высоким температурам;
- устойчивы к высокой влажности, не подвержены развитию коррозии и ржавчины;
- исключительные показатели к нагрузкам динамического и статического типа;
- доступная цена производства сборно-монолитных конструкций и элементов.

Как правило, такие конструкции активно применяются в одно- и многоэтажном строительстве жилых и коммерческих объектов. Многочисленные экспериментальные исследования доказали, что современные конструктивные строительные решения перспективны, в силу своей долговечности. [2]

Основной любого жилого или коммерческого объекта является именно фундамент. Технология его заливки, соблюдение всех обязательных нормативов и правил является своеобразной гарантией того, что запланированный к возведению объект будет обладать заявленными эксплуатационными характеристиками. Если речь идёт о строительстве объектов многоэтажного типа, следует ещё на этапе проектирования фундамента брать во внимание данные по повышенным сосредоточенным нагрузкам, которые в отдельных случаях могут превышать показатели 1500, 2000 Т и более.

Говоря о современной строительной практике по работе с фундаментами,

обратим внимание на такие типы фундаментов, которые применяются при строительстве каркасных объектов, как фундаменты на основе свайных опор. Здесь используются набивные сваи традиционной квадратной или прямоугольной формы. Также, не редко можно встретить фундаменты ленточного типа. Здесь может идти речь как о пересекающихся, так и не пересекающихся лентах.

Анализируя содержание свода правил № 356.1325800.2017 можно обнаружить, что в запланированных к возведению строительных объектов сборно-монолитного типа, рекомендуется выбирать один из ниже представленных видов бетонных оснований:

- столбчатые на естественном основании;
- ленточные на естественном основании;
- сплошные (плитные) на естественном основании;
- свайные.

При определении наиболее рационального варианта основания строительного объекта, обязательно следует брать во внимание специфику грунта, на котором планируется возводить строительный объект. Специалисты рекомендуют учитывать значения по номинальным и эталонным нагрузкам, видам земляных работ, которые планируется проводить на местности, а также учитывать иные факторы.

Если речь идёт о фундаментах ленточного типа, то необходимо, при проведении расчётов, использовать способ Винклера, а также методики упругого слоя и полупространства. Представленные выше методы надёжны и дают возможность получить точные значения без погрешности.

Говоря о методе коэффициента постели, его целесообразно применять на тех местностях, которые граничат со скалистыми грунтами, а само бетонное основание будет закладываться на не большую глубину. [3]

Что касается метода Винклера, то у него есть определённые несовершенства. В частности, не всегда представляется возможным определить точный показатель постели. Данное значение достаточно переменчиво. Вместе с тем, его применение обосновано при проектировании гибких оснований. В частности, при проведении вычислений берутся во внимание показатели или предельные значения, идентичные реальной работе конструктивных элементов. Условно говоря, от проектировщиков оснований по такому принципу требуется не просто исключительное понимание специфики работы, но и практический опыт, а также в некотором роде интуиция для проведения максимально точных расчётов.

Когда на практике планируется ориентироваться на метод упругого полупространства, то здесь важное значение играет именно сам грунт. В частности, он должен быть однородным, упругим. Только таким образом, нагрузки от бетонного основания возводимого объекта на грунт будут распределяться предельно равномерно.

Но, анализируя масштабные отраслевые исследования, учитывая методологическую базу, представленная модель линейно-деформируемого полупространства преувеличивает воздействие давления у основания фундамента, а также при его последующей усадке. А это, в свою очередь, вступает в серьёзное противоречие с процессом сцепления и внутреннего трения почвы в процессе реактивного воздействия на основание фундамента и его последующую усадку. На практике, описанные нагрузки на грунт и сам фундамент оказываются несколько большими, чем это было заявлено в расчётах. Что провоцирует, рост значения изгибающих моментов при укладке бетонного основания.

Современная практика проведения строительных работ показывает, что все чаще проектировщики предпочитают при укладке фундаментов использовать именно модель упругого слоя. Суть данного метода заключается в том, что для основания будущего фундамента подготавливается полностью однородная поверхность органического происхождения. Для определения оптимальных значений котлована для фундамента, берутся во внимание показатели подошвы фундамента, его подошвы, с учётом предельно низких границ сжимаемой толщи. При этом, многие проектировщики единогласно говорят, что использование модели упругого слоя практически не даёт погрешности на практике, а номинальные расчётные значения идентичны фактическим.

Чтобы убедиться в истинности представленного выше тезиса, был проведён практический эксперимент. По его результатам удалось понять, что значения осадок во время строительства многоэтажного объекта варьируются в таких значениях:

– осадки фундаментной плиты строящегося здания гостиницы «Интурист» на Смоленской площади при среднем давлении на основание 1 кГ/см^2 составляют 3—7 мм.;

– здания гостиницы «Националь» при давлении на основание 2 кГ/см^2 — в пределах 7—13 мм.

Предельные показатели по процессу осадки в центре бетонного основания постепенно сокращаются к его краям. При этом, эпюра осадки плиты, при плановом увеличении нагрузок, синхронно идут вниз, достигая в некоторых местах тех значений, которые ранее были получены в процессе проведения расчётов оптимальной толщины основания фундамента.

Представленные значения по исследуемой теме наглядно демонстрируют, что именно при выборе модели упругого слоя, представляется получить результаты, которые при расчёте и на практике практически не имеют различий. Об этом же свидетельствуют и многочисленные исследования, проводимые профильными научно-исследовательскими институтами. Многие эксперты и практикующие специалисты отмечают исключительную надёжность именно этого метода расчётов, при проектировании бетонных оснований ленточного или плитного типа.

Обобщая всё сказанное выше отметим, что при строительстве объектов повышенной этажности, целесообразно выбирать фундаменты из набивных свай или фундаментных плит, безбалочного типа.

Когда же строительство планируется на почвах, которые имеют умеренную несущую способность (суглинистый грунт, с примесью глины и т.д.), рациональнее отдавать предпочтение фундаментам свайного типа.

Если же строительные работы запланированы на грунтах, которые имеют достаточно низкий несущий коэффициент, обладают скалистым основанием, эксперты рекомендуют выбирать для строительства фундамента свайный способ, с их последующей набивкой в грунт.

Что касается почвы, которая имеет высокий коэффициент несущей способности, а это преимущественно, относится к грунтам с высоким содержанием песчаных минералов, то здесь оптимальное сопротивление будет варьироваться в пределах 3—3,5 кГ/см^2 . При возведении многоэтажных объектов на таких грунтах, целесообразно укладывать фундамент ленточного типа, учитывая фактические нагрузки.

Чтобы оптимизировать качество запланированных проектировочных мероприятий, в том числе для анализа совместных работ фундамента и стен возводимого объекта с

применением сборно-монолитных элементов, разумно пересмотреть и усовершенствовать существующие рекомендации, которые касаются выбора оптимального основания возводимого объекта, взяв во внимание этажность зданий. Такой подход позволит оптимизировать фактические расходы на всех этапах строительства, без ущерба качества и надёжности зданий и сооружений. [4]

Список литературы

1. Родина А. Ю., Домарова Е. В. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажного здания // Раздаточный материал для курсового проектирования по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство по профилю «Промышленное и гражданское строительство» / Москва, 2017. С. 32- 35.
2. СП 337.1325800.2017 Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2017 г. N 1662/пр и введен в действие с 14 июня 2018 г.
3. СП 356.1325800.2017 Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2017 г. N 1661/пр и введен в действие с 14 июня 2018 г.
4. Дыховичный Ю. А. // Конструирование и расчет жилых и общественных зданий повышенной этажности // Опыт Московского строительства / Москва 1970.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ

В.И. Белиловец, ассистент, А.В. Жуйков, канд. техн. наук, доцент, М.В. Колосов, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: проведен анализ теплопотребляющего объекта г. Красноярска, показавший недостаточность установки только регулятора температуры для соответствия заданным параметрам теплопотребления и обеспечению оптимальной температуры внутреннего воздуха. Отмечена необходимость совершенствования цифровых технологий в сфере автоматического регулирования энергопотребления зданий как перспективный путь в энергосбережении.

Ключевые слова: теплоснабжение, теплопотери, температурный график, тепловая энергия, теплопотребление, энергоэффективность.

Жилые здания потребляют существенную часть тепловой энергии, поэтому совершенствование и оптимизация систем управления теплопотреблением является, на сегодняшний день, актуальной задачей. Оптимальное потребление тепловой энергии, при сохранении требуемого уровня комфорта в помещениях, является основой энергосбережения. Тренд, прослеживаемый за рубежом, показывает, что для создания комфортной среды в помещениях зданий, зачастую идут по пути чрезмерной автоматизации. Регулируют максимальное количество параметров: температуру, уровень инфильтрации, вентиляционные поступления и т.д. Все это обеспечивает комфортные условия, вкуче с экономией энергии, но усложняет жизнь потребителю, которому приходится разбираться в управлении данными системами автоматизации.

В России для управления теплопотреблением зданий используют преимущественно системы погодозависимого регулирования для точек теплового ввода[1]. С точки зрения погодозависимого регулирования количество тепловой энергии, требуемой для создания комфортных условий в помещении, пропорционально значению температуры окружающей среды. Исходя из этого, при неизменной температуре воздуха внутри помещения, зависимость потока тепла от температуры уличного воздуха представляется в виде некоторого линейного уравнения. Таким образом, для понимания режима работы отопительной системы можно воспользоваться температурными графиками. Эти графики являются инструментом для корректного установления соответствия температурных значений теплоносителя в подаче и обратке, среднесуточным температурным показателям наружного воздуха. Регулирование подачи теплоносителя осуществляется различными способами. Для балансировки системы, рабочие измеряют температуру воды в подаче и обратке. Затем, согласно полученным результатам измерений, выполняется непосредственно регулировка.

В качестве показателя тепловой нагрузки в РФ применяется значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию[2]. Иными словами это расход количества тепла на 1 м^3 отапливаемого объема в единицу времени при температурном перепаде в 1 К . Значение данной характеристики определяется с учетом климатических особенностей выбранного района строительства, назначения здания, а также его объемно-планировочных решений.

В системы индивидуальных тепловых пунктов устанавливаются специальные

регулирующие клапаны. Сигнал на эти клапаны подается с контроллеров, производящих требуемые вычисления. При этом данная автоматизация тепловых пунктов не гарантирует соблюдения постоянного уровня удельных показателей.

Рассмотрим в качестве примера теплотребляющий объект г. Красноярска с закрытой системой теплоснабжения. Данный объект имеет удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию $0,52 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$. На рисунке 1 приведена графическая зависимость для расхода тепла на отопление и вентиляцию в сутки от значения температуры уличного воздуха. На рисунке 2 представлена графическая зависимость расхода горячей воды в подаче в сутки от значения температуры уличного воздуха. Измерения расходов и температур на рассматриваемом объекте были проведены в период с 1.10.2019 г. по 30.04.2021 г.

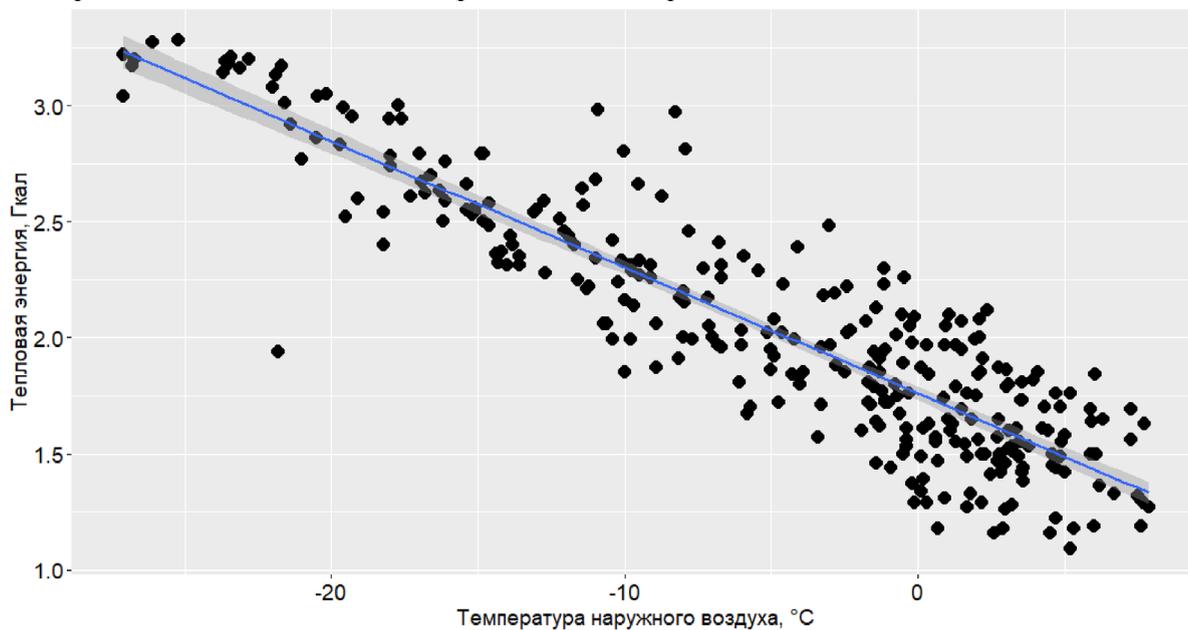


Рисунок 1. Зависимость расхода тепла от температуры уличного воздуха

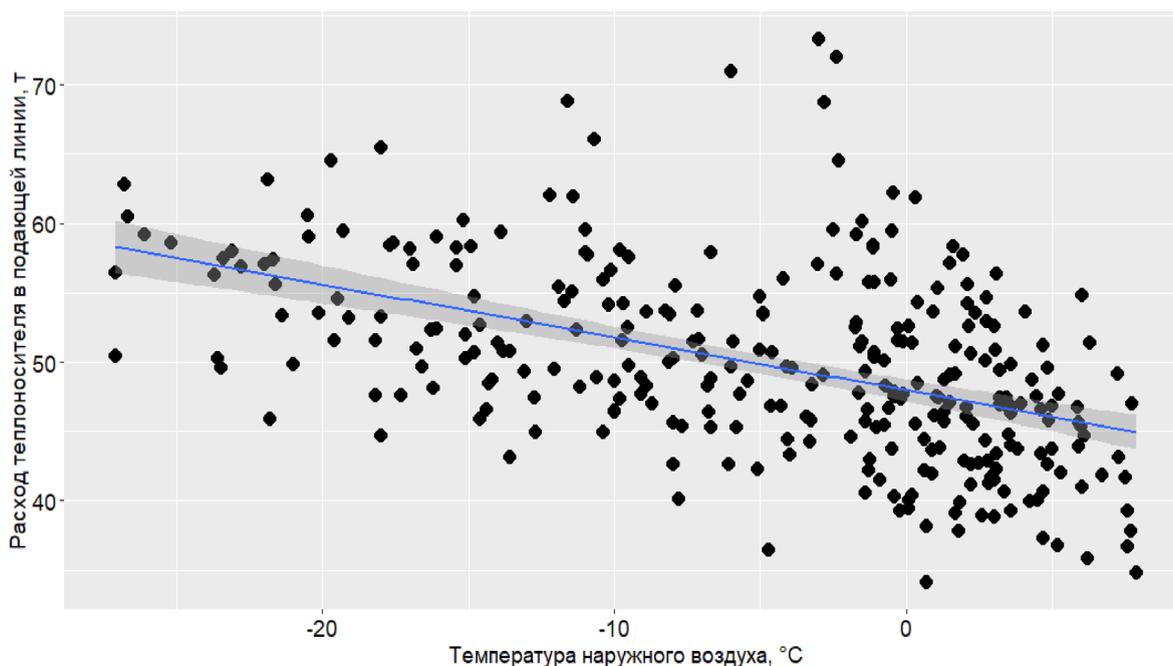


Рисунок 2. Зависимость расхода теплоносителя в подаче от температуры уличного воздуха

Как видно из вышеприведенных графиков, отклонение для расхода тепла на отопление и вентиляцию составило значение 0,53 Гкал/сут. Аналогичное отклонение для расхода воды в подаче дает значение 6,90 т/сут. Значительный разброс в показаниях говорит о некачественном уровне управления тепловой нагрузкой.

Рассмотрим, на рисунке 3, графики сравнения фактических значений средних за месяц температур в подаче и обратке с требуемыми значениями температурного графика.

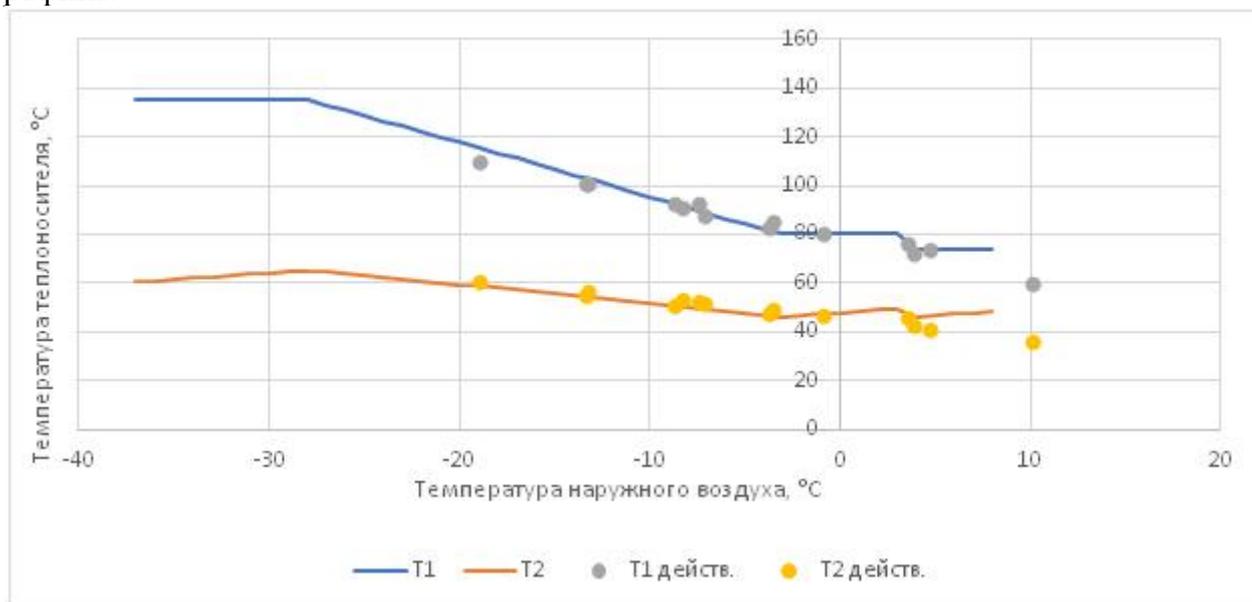


Рисунок 3. Сравнение фактических температур с температурным графиком

Анализ сравнения фактических и требуемых температур на графиках рисунка 3 говорит о корректной работе самих систем автоматизированного регулирования. Однако необходимо учитывать то, что существующие системы автоматического регулирования параметров не могут поддерживать стабильное значение удельной характеристики расхода тепла на отопление и вентиляцию даже при полном соответствии температурному графику. Если значение температуры уличного воздуха повысится, то вышеописанная ситуация будет только ухудшаться.

Таким образом, применение автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов является необходимым, но недостаточным условием для обеспечения комфортных температурных условий в помещениях. Развитие технологий автоматического управления на цифровом уровне может способствовать созданию инструментов, которые позволят повысить энергоэффективность и качество регулирования.

Список литературы

1. Колосов М. В., Липовка Ю. Л. Использование компьютерного мониторинга энергоэффективности теплопотребления зданий // Энергосбережение и водоподготовка. 2021. № 1 (129). С. 30–38.
2. Чичерин С. В., Жуйков А. В. Проверка состава оборудования ИТП на соответствие требований заказчика, нормативно-технического регулирования и целесообразности // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2020. № 6. С. 30–34.

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ НА АЛЮМИНИЕВОМ ТОПЛИВЕ ДЛЯ ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ

В.И. Белиловец, ассистент, Е.Е. Шишкова, аспирант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в статье рассмотрены существующие пути решения проблемы тепло- и электроснабжения Северных территорий России, их преимущества и недостатки. Предложена концепция решения поставленной проблемы при помощи использования алюминиевого топлива в качестве источника электрической и тепловой энергии для локализованных энергоузлов. Рассмотрена принципиальная схема работы электрохимического генератора на основе воздушно-алюминиевой батареи.

Ключевые слова: электрохимический генератор, воздушно-алюминиевая батарея, генератор с алюминиевыми анодами, тепло- и электроснабжение Северных территорий, освоение Арктики.

На сегодняшний день в России в связи с активным освоением районов Крайнего Севера, Арктики и Дальнего Востока актуальна проблема энергоснабжения данных территорий. Населенные пункты и промышленные объекты в этих районах получают тепло и электричество преимущественно децентрализованным путем: по локальным сетям при помощи отдельных энергоузлов. Факторы, способствующие уходу потребителей от централизованного электроснабжения, рассмотрены в работе [1]. Объекты тепло- и электроснабжения в Арктике и других Северных территориях существенно изношены. Как отмечают эксперты, ускоренной модернизации энергетической инфраструктуры регионов и территорий с суровыми климатическими условиями и транспортной малодоступностью мешает высокий рост цен, отсутствие должных инвестиционных программ и субсидий.

Основным источником работы тепло- и электрогенерирующих установок локальных энергоузлов является дизельное топливо, альтернативы которому зачастую не наблюдается. При этом дизель обладает существенными недостатками: дорогостоящая доставка к месту использования, нанесение вреда окружающей среде Северных территорий при сжигании данного топлива. Из этого следует высокая себестоимость получаемой электроэнергии. Например, для Ненецкого округа, согласно сведениям Корпорации развития Дальнего Востока и Арктики, себестоимость получаемого электричества, за 1 кВт*ч, составляет 32 рубля, для Мурманской области – около 31 рубля, для населенных пунктов Поморья – около 19 рублей.

Для решения проблемы высокой стоимости дизельного топлива и его экологических рисков предлагаются различные пути. Например, использование возобновляемых источников энергии, т.е. энергии ветра и солнца. Однако ветряные и солнечные установки не обладают стабильностью при генерации энергии, что является их существенным недостатком. Свой вклад вносят суровые климатические условия Северных территорий: если солнечные электропанели занесет снегом, они прекратят вырабатывать электричество, если ветрогенераторы останутся в сильный мороз, то необходимо будет предусматривать систему их обогрева. Таким образом, установки, работающие на основе возобновляемых источников энергии, в настоящее время могут только дополнить работу дизельных или угольных станций. В этом заключается идея автономных гибридных энергокомплексов, т.е. дизельная станция работает совместно с солнечными панелями и ветрогенераторами, которые снижают

расход дизельного топлива. Синхронность работы обеспечивается специальной автоматизированной системой управления.

Другим вариантом решения проблемы энергообеспечения Северных территорий является создание плавучих атомных электростанций. По словам специалистов госкорпорации «Росатом», данные проекты прорабатываются для восточного сектора Арктической зоны. Для западного сектора прорабатывается проект по модернизации существующей АЭС в Мурманской области, снабжающей электроэнергией территории Заполярья и Карелии. Недостатками использования атомной энергии являются очень большие инвестиции для постройки АЭС и достаточно высокие риски возможных экологических проблем.

Следующим перспективным направлением развития энергетического комплекса Северных территорий является использование технологий по генерации водорода. Минэнерго РФ разработана стратегия развития водородной энергетики до 2024 года. Согласно стратегии, к 2024 году «Газпром» и «Росатом» должны стать первыми в стране производителями водорода и выпустить водородные установки, в том числе и для АЭС [2]. Предполагается создание Арктического водородного кластера, куда войдут Мурманская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Камчатский край. Согласно планам Минэнерго РФ, Северным территориям России отводится роль полигона по внедрению и отработке инновационных экологически чистых и безопасных технологий на безуглеродной основе с использованием водородного топлива, возобновляемых и других источников энергии. Недостатком использования водородных технологий является небезопасное хранение и транспортировка водородного топлива. Более того, на сегодняшний день отсутствует технология простого и относительно недорогого способа получения водорода в больших объемах из возобновляемых ресурсов.

В настоящей статье предлагается решение проблемы тепло- и электроснабжения Северных территорий России путем использования алюминиевого топлива в качестве источника электрической и тепловой энергии. Алюминий близок по своему энергетическому потенциалу к водородному топливу, но лишен недостатков: высокая степень взрывоопасности и малая плотность. По своей распространенности среди металлов в природе алюминий стоит на первом месте, его массовое содержание в земной коре составляет около 9%. Сегодня 13% всего производимого в мире алюминия используется в энергетике. При обычных условиях алюминий обладает химической инертностью, при взаимодействии с кислородом покрываясь оксидной пленкой толщиной около 10 нм. Продукты окисления алюминия, наработанные оксиды и гидроксиды, можно использовать в цикле вторичного производства металла на алюминиевом заводе.

Процесс получения энергии из алюминиевого топлива основывается на его химическом окислении. Различают 2 способа получения электрической и тепловой энергии из алюминия: через сжигание водорода, вырабатываемого в процессе химического окисления металла, и путем прямого преобразования химического окисления металла (анодного окисления алюминия) в электрическую энергию. На способе прямого преобразования основана работа воздушно-алюминиевых электрохимических генераторов. Данные генераторы отличаются только составом электролита и окислительно-восстановительными реакциями на электродах. Генератор включает в себя непосредственно саму воздушно-алюминиевую батарею и вспомогательное оборудование. Срок хранения батареи до приведения ее в действие составляет более 20 лет. Перезарядка такой батареи осуществляется путем замены

блока алюминиевых анодов и электролита. Исследование алюминиевых катодов представлено в работе [3]. На рисунке 1 представлена принципиальная схема электрохимического генератора на основе воздушно-алюминиевой батареи с уравнением суммарной электрохимической реакции.

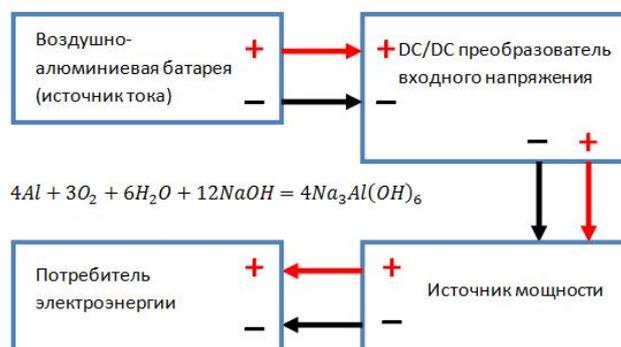


Рисунок 1. Принципиальная схема электрохимического генератора на основе воздушно-алюминиевой батареи с уравнением суммарной электрохимической реакции

На сегодняшний день научные изыскания по созданию установок для преобразования алюминиевого топлива в электрическую и тепловую энергию проводят различные научные организации, среди которых: ОИВТ РАН, ГосНИТИ, ИНЭПХФ РАН, МАИ, МГУ [4]. Разрабатываются стационарные установки широкого диапазона мощностей, от 10 кВт до 10 МВт, а также мобильные и резервные генераторы с окислением алюминия в щелочных и солевых электролитах мощностью от 5 до 50 кВт. Разрабатываются портативные генераторы мощностью от 1 до 1000 Вт.

Таким образом, применение энергетических установок на основе алюминиевого топлива различной мощности и конструктивного исполнения решает проблему тепло- и электроснабжения Северных территорий России. Преимущества электрохимического генератора на основе воздушно-алюминиевой батареи: 1) Дешевизна алюминия для перезарядки генератора. Устройство не требует частой смены деталей, а алюминиевые аноды относительно легко и дешево производить; 2) Долговечность генератора, невозможность его разрядки в нерабочем состоянии. Генератор с алюминиевыми анодами может находиться в нерабочем состоянии десятки лет без потери своих заявленных качеств; 3) Использование генератора в населенных пунктах с суровыми климатическими условиями. В районах Крайнего Севера населенные пункты и промышленные объекты подключены к локальным электрическим сетям. Резервный генератор на основе воздушно-алюминиевой батареи способен дать нужную мощность потребителям электроэнергии; 4) Экологичность генератора и его безопасность для окружающей среды. Химические реакции на алюминиевых анодах, происходящие в генераторе во время его непосредственной работы, не производят вредных выбросов в атмосферу и губительных продуктов горения, как при сжигании углеродного топлива.

В качестве недостатка генератора с алюминиевыми анодами можно отметить отсутствие производства данных генераторов в промышленных масштабах.

Список литературы

1. Кузьмин П.С. Активные потребители электроэнергии: обзор инновационных моделей взаимодействия субъектов электроэнергетики и конечных потребителей // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2021. № 12. С. 277 – 368.

2. Жук А.З. Водородные и алюмоводородные накопители в электроэнергетике // Энергетическая политика. 2021. №5. С. 65 – 79.
3. Киселева Е.А. Разработка и исследование газодиффузионных катодов в составе цилиндрических элементов воздушно-алюминиевого электрохимического генератора // Журнал прикладной химии. 2018. №1. С. 65 – 69.
4. Шейндлин А.Е. Распределенная генерация тепловой и электрической энергии на основе возобновляемых источников с использованием алюминия в качестве промежуточного энергоносителя // Теплоэнергетика. 2010. № 11. С. 51 – 57.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А.В. Жуйков, канд. техн. наук, доцент, Д.В. Фалейчик, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: цель данной работы заключалась в комплексном анализе карбонизатов полученных из балахтинского угля и древесины лиственницы, включающих в себя проведение теплотехнического и элементного анализа, а также установление характеристик горения с помощью термогравиметрического анализа для расширения теоретической и экспериментальной базы новых топлив для автономных источников теплоснабжения. В рамках проведения исследования был применен метод термогравиметрии включающий в себя регистрацию убыли массы и скорость убыли массы в потоке воздуха со скоростью нагрева навески 20 °С/мин. Применяя метод пересечения кривых была установлена температура воспламенения карбонизата из угля равная 477 °С, карбонизата полученного из древесины лиственницы равная 469 °С. Установлено, что биотопливо является более перспективным бездымным топливом для автономных источников теплоснабжения по сравнению с типичными видами твердого топлива (уголь, дрова, пеллеты, брикеты и др.) и карбонизатом полученным из балахтинского угля за счет минимального содержания летучих веществ, низкой зольности и высокой теплоты сгорания.

Ключевые слова: горение, карбонизат, автономные источники теплоснабжения, биотопливо.

Введение

Интенсивная застройка окрестностей городов малоэтажным жильем, таким как коттеджи, таунхаусы и др. оборудованными системами отопления, включающими в себя автономные источники теплоснабжения (далее АИТ), работающие на угле, дровах, пеллетах или брикетах приводит к ухудшению экологической обстановки за счет не контролируемых выбросов газообразных и твердых продуктов горения. Так же АИТ используются в городах при отоплении домов частного сектора и малоэтажных промышленных построек. Используемые как основное топливо в АИТ твердые топлива в своем составе имеют большое количество летучих веществ, в угле их количество достигает до 40–50 %, в дровах, древесных пеллетах и брикетах 70–80%. Еще одним отходом после сжигания твердого топлива является зола, причем если древесную золу можно применять в качестве удобрений, то золу после сжигания угля применять нигде нельзя, ее необходимо утилизировать на специализированных полигонах. При применении типичных топлив в АИТ в городах и его окрестностях иногда возникает режим черного неба. Одна из причин возникновения режима черного неба в населенных пунктах – это низкая высоты дымовых труб влияющая на снижение интенсивности рассеивания продуктов сгорания в АИТ, особенно в безветренную морозную погоду, приводящая к серьезной экологической проблеме. Решение данной проблемы может заключаться в применении альтернативных топлив с низким содержанием летучих веществ. Цена такого топлива должна быть ниже по сравнению с типичными топливами. Такие топлива могут быть получены из отходов при производстве генераторного газа.

На промышленных предприятиях, применяющих в своем технологическом процессе водяной пар, как правило используют котлы, работающие на мазуте или угле [1]. Такие котлы можно перевести на сжигание генераторного газа путем замены форсунок и установки за котельным корпусом от двух и более газогенераторов периодического действия, производящих генераторный газ, в зависимости от

мощности котлов. В качестве топлива для газогенераторов можно использовать уголь, либо отходы от лесоперерабатывающей промышленности. Получившийся в процессе термохимической деструкции твердого топлива генераторный газ будет сжигаться в котлах, оборудованных газовыми форсунками, вырабатывая водяной пар для технологических нужд. Твердый остаток в виде карбонизата или биотоплива можно использовать как основное топливо для АИТ. Основными преимуществами карбонизированных остатков перед типичными топливами для АИТ является низкое содержание летучих веществ, что делает его бездымным. Для расширения теоретической и экспериментальной базы новых альтернативных топлив для АИТ необходимо провести теплотехнический и элементный анализ, а также установить характеристики их горения.

Характеристики образцов и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны следующие топлива:

1. Карбонизат полученный путем полной газификации балахтинского угля (далее КЗО);
2. Биотопливо полученное путем газификации древесины лиственницы (далее БИО);

Исследуемые топлива были получены в реакторе периодического действия, работающего по принципу обратной тепловой волны, в качестве окислителя использовался воздух.

Характеристики образцов изучены после достижения ими состояния аналитической пробы, влажность которой доведена до состояния равновесия с влажностью воздуха в лабораторном помещении. Образцы карбонизата и биотоплива с начальным размером менее 20 мм по отдельности измельчали в дисковой мельнице Retsch DM 200 (Retsch GmbH, Германия). Для подготовки экспериментальных образцов использовалась аналитическая просеивающая машина RETSCH AS 200 BASIC (Retsch GmbH, Германия) с ситом, размер ячеек которого составлял 100–200 мкм. Калорийность определяли в калориметре С6000 (ИКА, Германия). Влажность определялась по ГОСТ 8.649-2015, зольность по ГОСТ 55661-2013, выход летучих компонентов по ГОСТ R 55660-2013, содержание серы по ГОСТ 32979-2014, высшая теплота сгорания по ГОСТ 147-2013, содержание углерода, водорода, азота, серы по ГОСТ 32979-2014, содержание кислорода по ГОСТ 27313-2015. Основные характеристики топлив приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Теплотехнический и элементный анализ топлив

Топлива	W^a	A^d	V^{daf}	C^{daf}	H^{daf}	N^{daf}	S^{daf}	O^{daf}	Q_i^r , ккал/кг
	%								
КЗО	2,5	14,6	11,8	92,8	0,74	1,14	0,6	4,7	3605
БИО	1,3	6,0	4,7	97,1	1,8	0,2	0,1	0,9	7790

Термогравиметрический анализ образцов проводился с применением синхронного термоанализатора SDT Q600 (TA Instruments-Waters LLC, New Castle, DE, США). Кривые убыли массы, скорости убыли массы снимали для навесок массой 7.0 ± 0.25 мг в потоке воздуха с расходом 50 мл/мин при скорости нагрева 20 °С/мин. Основные характеристики горения определяли при помощи ПО Universal Analysis 2000 (TA Instruments-Waters LLC, США). Температуры воспламенения и выгорания были определены с помощью метода пересечения кривых [2]. Результаты

термогравиметрического анализа представлены на рисунке 1 и в таблице 2.

Результаты и обсуждения

Теплота сгорания биотоплива выше чем у карбонизата почти в два раза за счет высокой теплоты сгорания лиственничной смолы, которая выделилась в процессе термохимической деструкции в реакторе, содержание летучих веществ ниже чем у карбонизата в 2,5 раза. Содержание летучих веществ в карбонизате почти в 4 раза ниже чем у балахтинского угля. Зольность карбонизата выше чем биотоплива более чем в 2 раза.

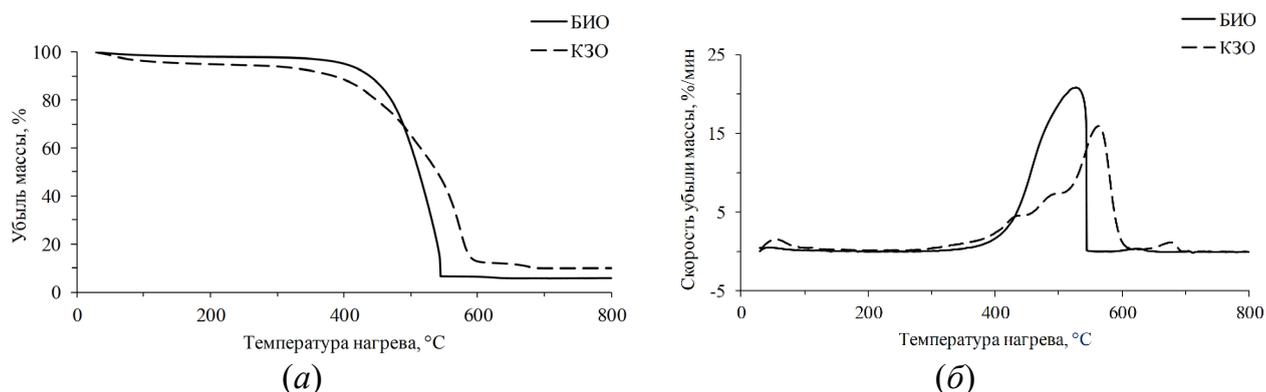


Рисунок 1. Горение топлив: а) убыль массы; б) скорость убыли массы

Таблица 2. Характеристики горения топлив

Топлива	Температура воспламенения, °С	Температура выгорания, °С	Максимальная скорость убыли массы, %/мин	T_{\max} , °С
КЗО	477	688	15,8	563
БИО	469	546	20,8	528

* T_{\max} – это температура, соответствующая максимальной скорости, убыли массы, °С.

Убыль массы у карбонизата (КЗО) начинается в области более низких температур (330–340 °С) и демонстрирует начало разложение топлива в процессе выхода и горения летучих веществ, убыль массы у биотоплива (рисунок 1а) за счет более низкого содержания летучих веществ (таблице 1) начинается в области более высоких температур (400–410 °С). Температура зажигания топлив находится примерно в одном температурном интервале (таблица 2), температура выгорания биотоплива на 142 °С ниже чем у карбонизата (таблица 2). Максимальная скорость убыли массы у биотоплива выше чем у карбонизата на 31% выше чем у карбонизата и находится в области более низких температур, что свидетельствует о высокой реакционной способности биотоплива, так как реакционная способность топлива прямо пропорциональна температуре (T_{\max}) соответствующей максимальной скорости убыли массы. T_{\max} биотоплива на 35 °С ниже чем у карбонизата.

Заключение

Проведенный комплексный анализ альтернативных видов топлива показал, что температура выгорания у биотоплива и карбонизата примерно одинакова, но при этом содержание летучих веществ у биотоплива в 2,5 раза меньше, что делает его более бездымным по сравнению с карбонатом. Зольность карбонизата в 2,4 раза выше зольности биотоплива, это означает, что при сжигании карбонизата будет оставаться

больше зольного остатка, который нужно будет утилизировать на специализированных полигонах. Еще одним достоинством биотоплива полученного из древесины лиственницы является его высокая теплота сгорания.

Для работы автономных источников теплоснабжения целесообразно применять биотоплива полученные путем карбонизации взамен типичных твердых топлив.

Список литературы

1. Жуйков А. В., Матюшенко А. И., Панфилов В. И., Настевич О. Е. Опыт применения искусственного газа на промышленно-отопительной котельной в качестве основного топлива // Электрические станции. 2020. № 11. С. 9–13.
2. Garcia E., Ejim I. F., Liu H. Thermogravimetric analysis of co-combustion of a bituminous coal and coffee industry by-products. *Thermochim. Acta.* 2022. 715. 179296.

ВЛИЯНИЕ ДЫМА СИБИРСКИХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ г. КРАСНОЯРСКА ВЗВЕШЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Е.Н. Заворуева¹, д-р биол. наук, профессор, О.В. Соколова², аспирант, В.В. Заворуев^{1,3}, д-р биол. наук, профессор, М.А. Моролёв¹, магистрант

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск

²Федеральный исследовательский центр Красноярский научный центр СО РАН, Красноярск

³Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

Аннотация. Проанализировано влияние дыма сибирских лесных пожаров на загрязнение приземного слоя атмосферы г. Красноярск взвешенными частицами $PM_{2,5}$. В качестве критерия загрязнения использовали значение среднесуточной предельно допустимой концентрации (35 мкг/м^3). Период загрязнения составил 12 суток при расчете по среднесуточным концентрациям $PM_{2,5}$ и 9,5 суток при расчете по среднечасовым концентрациям $PM_{2,5}$. В первом случае максимальная концентрация $PM_{2,5}$ составила $77,9 \text{ мкг/м}^3$, а во втором случае $164,5 \text{ мкг/м}^3$.

Ключевые слова. Атмосфера, Красноярск, дым лесных пожаров, концентрация $PM_{2,5}$.

1. Введение

За последние десятилетия возросло как количество лесных пожаров, так и размер выгоревшей площади [1]. В районе Красноярск часто происходят летние лесные пожары [2], что вызывает загрязнение воздуха в городе [3]. По данным спутникового мониторинга с конца июня - начала июля по сентябрь 2019 года на территории Красноярского края, Иркутской области и Республики Саха (Якутия) ежедневно фиксировалось большое количество природных лесных пожаров на труднодоступных и удалённых землях лесного фонда (<http://www.meteorf.ru>). Например, в начале июля было зафиксировано более 5500 пожаров в таежной зоне Красноярского края. В этот месяц осадков практически не было, и это привело к тому что в середине июля количество возгораний возросло в 1,7 раза по сравнению с началом месяца. В результате лесных пожаров в летний период в атмосферу поступило очень большое количества взвешенных частиц и различных продуктов горения. Высокие концентрации примесей были зафиксированы в воздушной среде над территорией Сибири с помощью дистанционного спутникового зондирования (<http://sci-vega.ru>).

Дым лесных пожаров переносился на территории многих населенных пунктов Сибири в том числе на миллионный город Красноярск. Такое задымление неоднократно фиксировало ФГБУ «Среднесибирское УГМС» в июле-августе 2019 года (<http://meteo.krasnoyarsk.ru>).

Следует отметить, что в 2019 году на постах наблюдения ФГБУ «Среднесибирское УГМС» измерения концентрации взвешенных частиц не проводились. Следовательно, Росгидромет не дал оценку аэрозольного загрязнения воздушной среды Красноярск в результате лесных пожаров.

Такую оценку можно сделать на основе данных системы мониторинга воздуха Красноярского научного центра СО РАН (<http://air.krasn.ru>). Эта сеть состоит из станций мониторинга атмосферного воздуха, размещенных на территории города, и программно-аппаратурного комплекса для сбора, обработки и хранения данных.

В июле 2019 года система включала в себя 11 станций, измеряющих концентрацию $PM_{2,5}$ на территории г. Красноярск.

Цель работы состояла в оценке уровня загрязнения приземного слоя атмосферы Красноярска взвешенными частицами $PM_{2,5}$ в июле 2019 г. Такая оценка является необходимым условием для обоснования необходимости разработки систем кондиционирования жилых, офисных, производственных и других зданий.

2. Системы мониторинга воздуха

Месторасположение станций мониторинга воздуха (СМВ) представлено на сайте (<http://air.krasn.ru/map.html>). В июле 2019 года функционировали следующие станции: Академгородок, Ветлужанка, КРАЗ, Ленина 41, Николаевка, Овинный-Таймыр, Песчанка, Покровка, Спутник, Телевизорная 4Б, Удачный.

В качестве оборудования для мониторинга атмосферного воздуха использовались станции CityAir, которые предназначены для сбора данных о концентрации взвешенных частиц.

Корректности измерения концентрации взвешенных частиц станциями CityAir проводили путем сравнение с аналогичными данными, которые фиксировалось на четырех автоматизированных постах наблюдения (АПН) (<http://krassecology.ru>). На этих АПН установлены пылемеры с бета-источником - Е-ВАМ (фирма «Met One Instruments Inc.», США). На аппаратуру Е-ВАМ имеются свидетельства о поверке.

В июле 2019 года было проведено сравнение результатов измерения концентрации $PM_{2,5}$, выполненное с помощью пылемера Е-ВАМ и СМВ CityAir (рисунок 1). Коэффициент корреляции (R^2) составил 0,89. Зависимость описывается линейной функцией $X=0,8416*Y$, где X - концентрация $PM_{2,5}$, измеренная с помощью пылемера Е-ВАМ; Y - концентрация $PM_{2,5}$, измеренная с помощью СПВ CityAir. Из этого следует, что показания двух средств измерения различаются между собой на 16%. Данная величина не превышает допустимую относительную погрешность для СПВ CityAir, которая составляет 20%.

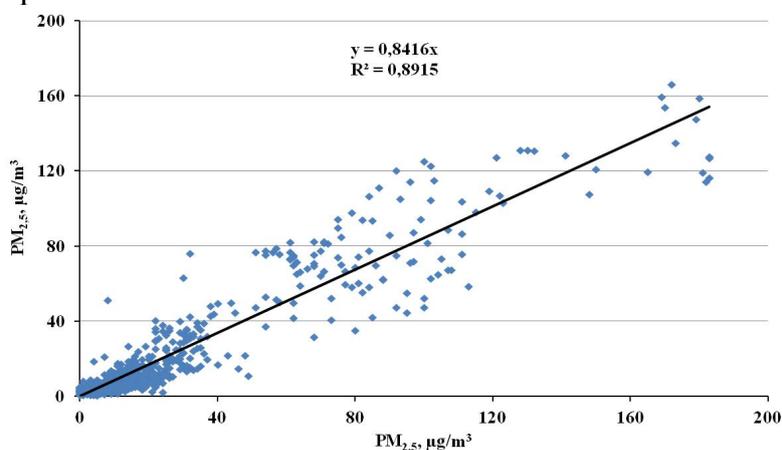


Рисунок 1. Корреляция концентрации $PM_{2,5}$ между показаниями пылемера Е-ВАМ (ось абсцисс) и СМВ CityAir (ось ординат). Место проведение измерений - АПН «Красноярск - Покровка»

3. Загрязнения атмосферы взвешенными частицами

В качестве критерия загрязнения атмосферы взвешенными частицами $PM_{2,5}$ использовали величину ПДКсс=35 мкг/м³. Такое значению ПДКсс официально установлено в России (СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»). Атмосфера считалась загрязненной, если среднесуточная концентрация $PM_{2,5}$ превышала величину ПДКсс.

Среднесуточные концентрации вычисляли по данным, полученным с 11 СМВ. Динамика среднесуточных концентраций $PM_{2.5}$ в июле 2019 года представлена на рисунке 2. Видно, что в периоды 13-16 июля и 20-27 июля среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ превышала величину ПДКсс. В каждом из периодов наблюдалось по два пика концентрации $PM_{2.5}$. 14 и 16 июля (первый период) концентрация достигала значений $69,5 \text{ мкг/м}^3$ и $68,6 \text{ мкг/м}^3$, соответственно. 20 и 24 июля (второй период) концентрация достигала значений $68,3 \text{ мкг/м}^3$ и $77,9 \text{ мкг/м}^3$, соответственно.

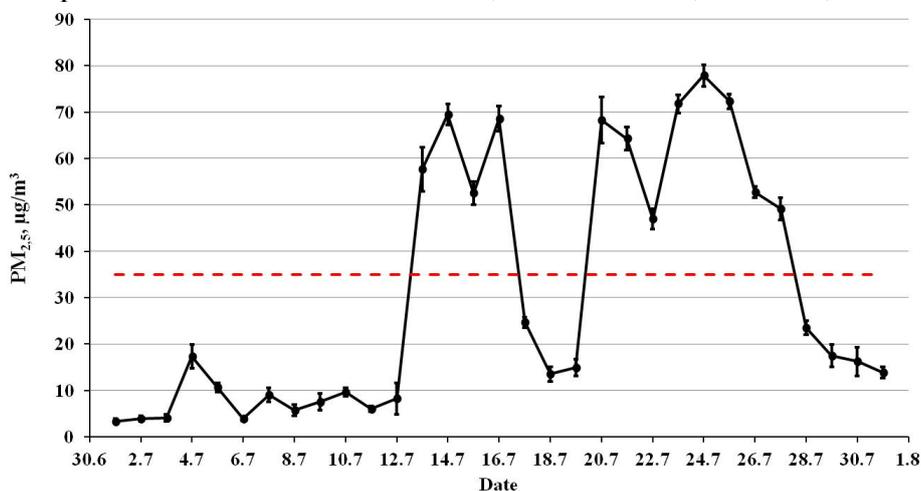


Рисунок 2. Среднесуточная концентрация $PM_{2.5}$ в атмосфере г.Красноярска в июле 2019 г. Горизонтальная пунктирная линия обозначает величину среднесуточной ПДК

Очевидно, что метод оценивания загрязнения атмосферы, который проведен в рамках официальных требований, не позволяет установить количество часов в течение месяца, когда концентрация $PM_{2.5}$ превышала величину ПДКсс.

Рассмотрим более детально периоды, когда наблюдалось загрязнение атмосферы $PM_{2.5}$. На рисунках 3 и 4 представлена динамика концентрации $PM_{2.5}$ с часовым интервалом для первого и второго периода (12-18 июля и 19-30 июля).

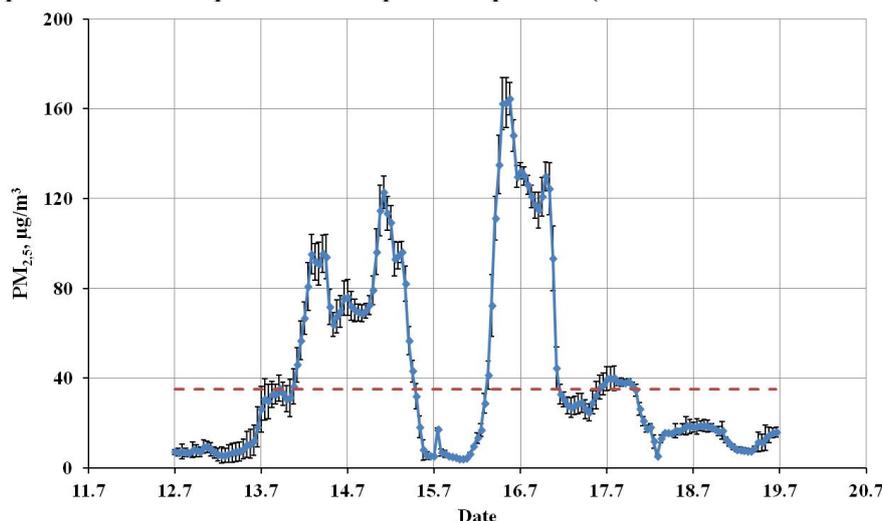


Рисунок 3. Среднечасовая концентрация $PM_{2.5}$ в атмосфере г.Красноярска 12-18 июля 2019 г. Горизонтальная пунктирная линия обозначает величину среднесуточной ПДК

Результаты оценки уровня загрязнения атмосферы г. Красноярска находятся в соответствии с данными, полученными Ikeda K. и Tanimoto H. Они показали, что высокие концентрации $PM_{2.5}$, превышающие японский стандарт качества воздуха для

среднесуточного значения (35 мкг/м^3), наблюдались на острове Ришири (северная Япония) во время интенсивных пожаров в Сибири в 2003 и 2008 годах [4].

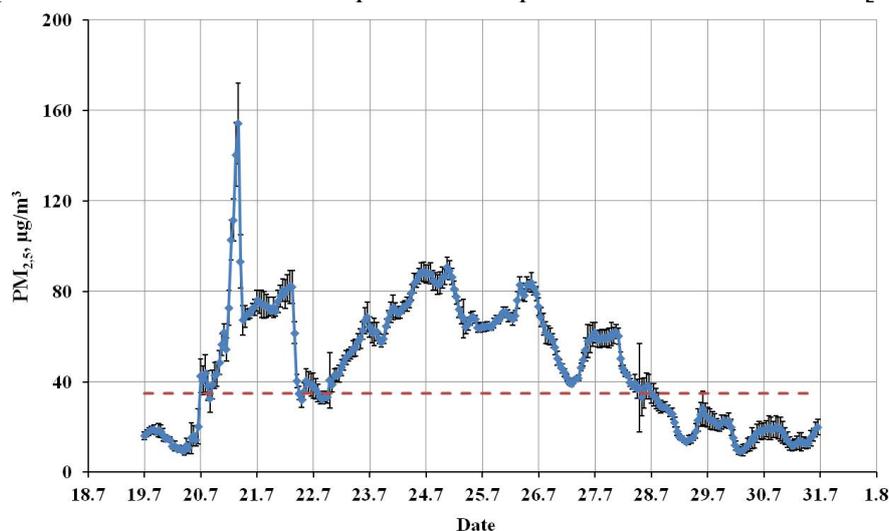


Рисунок 4. Среднечасовая концентрация $\text{PM}_{2,5}$ в атмосфере г.Красноярска 19-30 июля 2019 г. Горизонтальная пунктирная линия обозначает величину среднесуточной ПДК

Из анализа данных, представленных на рисунке 2, следует, что в течение 12 суток атмосфера г. Красноярска была загрязнена взвешенными частицами $\text{PM}_{2,5}$.

В первый период (рисунок 3) загрязнение атмосферы наблюдалось с 13.07.19 09:00 до 14.07.19 19:00, с 15.07.19 15:00 до 16.07.19 10:00, с 16.07.22 09:00 до 17.07.19 07:00 (здесь и далее указано красноярское время). Максимальная концентрация $\text{PM}_{2,5}$ была зафиксирована 15.07.19 21:00 и равнялась $164,5 \text{ мкг/м}^3$. Общая продолжительность загрязнения в первый период составила 62 часа.

Во второй период (рисунок 4) загрязнение атмосферы наблюдалось с 20.07.19 00:00 до 27.07.19 22:00. Максимальная концентрация $\text{PM}_{2,5}$ была зафиксирована 20.07.19 16:00 и равнялась $154,3 \text{ мкг/м}^3$. Общая продолжительность загрязнения в первый период составила 166 часов.

Таким образом, в июле 2019 года количество часов, когда концентрация $\text{PM}_{2,5}$ превышала величину ПДК_{сс}, равнялось 228 часам (9,5 суток). Максимальная концентрация $\text{PM}_{2,5}$ (концентрация, определенная в течение 60 минут измерения) составила $164,5 \text{ мкг/м}^3$.

Известно, что 13 июля 2018 года дымовые шлейфы от лесных пожаров стали причиной возрастания концентрации $\text{PM}_{2,5}$ в атмосфере г. Красноярска до 150 мкг/м^3 [5].

Заключение

На основе экспериментальных данных произведена оценка аэрозольного загрязнения воздушной среды Красноярска в результате лесных пожаров в июле 2019 года. Были использованы 11 станций, измеряющих концентрацию $\text{PM}_{2,5}$ на территории г. Красноярска. Показано, что суммарная продолжительность периода загрязнения атмосферы различна, если для расчета используются среднесуточные или среднечасовые концентрации $\text{PM}_{2,5}$. Из представленных данных следует, что для создания комфортной среды в жилых, офисных, производственных и других зданий необходимо их обеспечивать системой очистки от взвешенных частиц, которые приносятся дымом лесных пожаров.

Список литературы

1. Ponomarev E. I., Kharuk, V. I., Ranson, K. J. Wildfires Dynamics in Siberian Larch Forests. *Forests*. 2016. 7. 125. doi: 10.3390/f7060125
2. Conard S.G., Davidenko E.P. Fire in Siberian boreal forests - implications for global climate and air quality. In: *Int. Symp. Air Pollut. Clim. Change Eff. for. Ecosyst. General Technical Report PSW-GTR*. 1996. 166. P. 87–94.
3. Damoah R., Spichtinger N., Forster C., James P., Mattis I., Wandinger U., Beirle S., Wagner T., Stohl, A. Around the world in 17 days - hemispheric-scale transport of forest fire smoke from Russia in May 2003. *Atmos. Chem. Phys.* 2004. 4. P. 1311–1321.
4. Ikeda K., Tanimoto H. Exceedances of air quality standard level of PM_{2.5} in Japan caused by Siberian wildfires. *Environmental Research Letters*. 2015. 10. 105001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/10/105001>
5. Changqing Lin, Lev D. Labzovskii, Hugo Wai Leung Mak, Jimmy C.H. Fung, Alexis K.H. Lau, Samuel Takele Kenea, Muhhamad Bilal, Joshua D. Vande Hey, Xingcheng Lu, Jun Ma. Observation of PM_{2.5} using a combination of satellite remote sensing and low-cost sensor network in Siberian urban areas with limited reference monitoring. *Atmospheric Environment*. 2020. 227, 117410. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117410>

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СИБИРИ НА РАБОТУ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

А.В. Кругликова, старший преподаватель, Г.Т. Амбросова, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Аннотация. Рассматривается влияние климатических условий Сибири (температуры наружного воздуха, скорости ветра, относительной влажности, атмосферного давления) на работу блока механической и биологической очистки открытых очистных сооружений канализации. Сбор статистических данных по установлению влияния вышеприведенных условий производился высокоточными современными приборами с обработкой их современным программным комплексом. В результате изучения данного вопроса был создан программный комплекс по расчету очистных сооружений канализации с совершенно иным методом расчета.

Ключевые слова: сточная жидкость, температура, первичный отстойник, аэротенк, климатические условия.

Очистные сооружения канализации (ОСК) открытого типа проектировались на среднегодовую температуру сточной жидкости без учета ее изменения в ходе очистки.

В 2013 году была введена в действие новая редакция нормативной документации в которой появился пункт 9.2.5.9: «Значения минимальной и максимальной расчетной температуры сточных вод следует принимать как среднее за две недели с соответствующими экстремальными значениями за три года наблюдений, а при отсутствии данных - по экстремальной величине из аналогичных данных для трех, близких по производительности населенных пунктов, расположенных в одной климатической зоне, для аналогичного типа канализационной системы» [1]. Данный пункт также был оставлен без изменения в обновленной версии [2], который был введен в действие в 2019 году. Однако данный пункт не распространяется на существующие площадки ОСК, так как в большинстве случаев очистные сооружения канализации проектировались в 70-80 годы, и вновь речь идет только о температуре поступающей жидкости, а не ее изменении в процессе очистки.

Сточная жидкость находится в отстойниках от 1,5 до 2 часов, то есть то время, за которое она может терять или получать тепло. В аэротенке жидкость находится в 2-3 раза дольше, соответственно, получение или потеря тепла может быть также в 2-3 раза больше.

Температура сточной жидкости является важнейшим показателем в очистке сточных вод. Она влияет на процессы отстаивания и процессы биохимического окисления. Но что влияет на изменение температуры. Для изучения данного вопроса был проведен сбор статистических данных на действующей площадке очистных сооружений канализации в Сибири.

Сооружения по производительности относятся к крупнейшим, согласно [3], так как на сегодняшний день сточная жидкость поступает в количестве 450 тысяч м³/сут по обеим очередям. Но проектная производительность значительно больше и составляет 1,2 млн м³/сут на две очереди строительства.

Для измерения температуры сточной жидкости использовался мини термометр, который имеет широкий диапазон измерений и довольно высокую степень точности, а именно, погрешность не превышает 0,1°C. Зонд прибора погружался в сточную

жидкость выбранных для изучения сооружений и по истечению 1-2 минут фиксировалось значение температуры сточной жидкости.

Многолетний сбор данных позволил зафиксировать температуру жидкости во все времена года несколько раз при всевозможных погодных условиях Сибири.

Климатические условия также фиксировались высокоточными приборами. Относительная влажность, скорость ветра и температура наружного воздуха измерялась с помощью высокоточного термогигроанемометра, который также имеет низкий процент погрешности.

За счет крыльчатки, которой оснащен прибор и ее диаметра (4 мм) наиболее удобно производить измерение ветра. Диапазон измерения этого показателя находится в пределах от 0,4 до 20 м/с, что не превышает максимально возможной скорости ветра в Сибири.

Погрешность измерения относительной влажности составляет в пределах 2,5%. Благодаря выносному зонду влажности прибор быстро реагирует на изменение этого параметра, а это в свою очередь позволяет оперативно фиксировать требуемые параметры.

Атмосферное давление определялось с помощью манометра, погрешность которого также невелика и составляет 0,25-1%. Чувствительный элемент измерителя прибора—это интегрированные силиконовые сенсоры давления, которые откалиброваны с температурной компенсацией. Также прибор оснащен монолитными пьезорезистивными преобразователями, которые состоят из микропроцессора и тонкой пленочной металлической мембраны. Принцип действия основан на преобразовании поступающего на его вход давления в электрический сигнал низкого уровня, пропорциональный измеряемому давлению, а далее электрический сигнал преобразуется в цифровую информацию, которая выводится на жидкокристаллический дисплей в соответствующих единицах измерений.

Благодаря такой высокоточной базе измерительных приборов, данные получаемые в ходе проведения эксперимента имеют наименьшую погрешность.

По данным лабораторно-производственного контроля температура поступающих составляет в среднем в зимний период 19,9°C, а в летний – 22,0°C. Проектная температура поступающей сточной жидкости в зимний период составляет 18,0°C, а в летний – 20,0°C, то есть наблюдается отклонения значений от предусмотренных проектом. Рассмотрим самый неблагоприятный день при температуре наружного воздуха минус 32°C, атмосферном давлении 775 мм рт. ст., скорости ветра 2,9 м/с, относительной влажности 66%. Согласно зафиксированным данным сточная жидкость поступает в первичный отстойник с температурой 15,1°C, далее пройдя сооружения отстаивания температура снижается на 0,4°C, на выходе из аэротенка снижается еще на 0,7°C, а после вторичного отстойника на 0,2°C. То есть пройдя цикл механической и биологической очистки температура с 15,1°C падает до 13,8°C, что не может не сказаться на показателях качества очищаемой сточной жидкости.

Наиболее близкая температура сточной жидкости к данным производственно-лабораторного контроля в ходе проведения эксперимента наблюдалась при температуре наружного воздуха в среднем минус 5,0–6,0°C, а это не самые негативные климатические параметры для работы ОСК.

Рассматривая теплый период года, а именно день, когда температура воздуха составляла плюс 30,0°C, атмосферное давление 755 мм рт. ст., скорость ветра 3,0 м/с, относительная влажность 37% наблюдалась температура жидкости на входе 25,0°C,

что также отличается от данных зафиксированных лабораторно-производственным контролем. Пройдя весь рассматриваемый цикл очистки сточная жидкость прогрелась на $1,5^{\circ}\text{C}$, что также будет сказываться на качестве сточной жидкости.

Математическая обработка данных показала, что самым влияющим климатическим параметром является температура наружного воздуха, остальные факторы влияют, но не в меньшей степени.

Таким образом, колебания температуры сточной жидкости в зависимости от разной температуры наружного воздуха для первичного отстойника, аэротенка и вторичного отстойника приведены на рисунке 1.

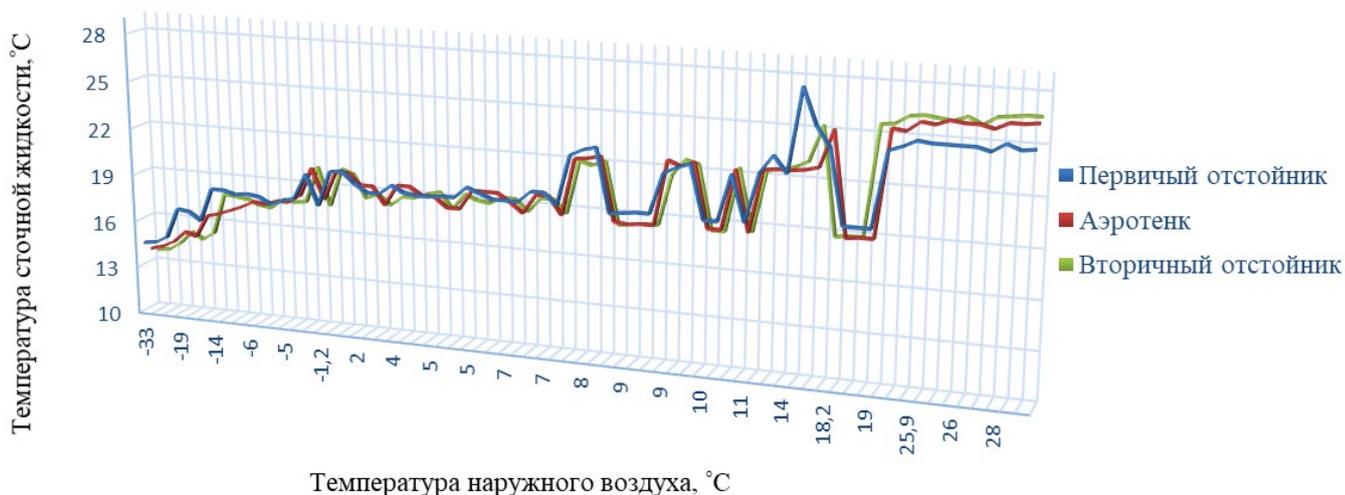


Рисунок 1. Колебания температуры сточной жидкости в зависимости от температуры наружного воздуха

Следующий этап работы заключался в разработке программного комплекса, который позволяет рассчитывать сооружения с учетом изменения температуры сточной жидкости в процессе ее очистки из-за влияния климатических параметров. Параметры учитываются в расчете потерь и поступления тепла в открытых сооружениях.

Расчет производится по математическим моделям, используемым в теплотехнике, которые определяют потери или поступления тепла за счет естественного конвективного теплообмена, тепло вынужденной конвекции, тепла солнечной энергии, тепла, затрачиваемого на испарение сточной жидкости с открытой поверхности, тепла, теряемого в грунт через днище и стенки сооружений, излучения тепла в окружающую среду с поверхности жидкости. Для аэротенков дополнительно необходимо учитывать тепло экзотермических реакций и потери или поступления тепла в результате барботажа.

Формулы расчета отражены в работе [4].

Программный комплекс анализирует и прогнозирует работу ОСК, то есть можно ввести ожидаемые показатели климатических параметров, количество сточной жидкости с учетом числа работающих сооружений и оборудования и увидеть какое качество жидкости получится на всех этапах ее очистки. Прогнозирование позволяет посмотреть качество сточной жидкости после сброса иловой воды в голову сооружений.

Комплекс разработан на интегрированной среде «Microsoft Visual Studio» на языке программирования C#. В течении 10–15 минут производится расчет, что позволяет оперативно посмотреть прогнозируемую ситуации на ОСК.

Список литературы

1. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85. М.: ФГУП ЦПП, 2013. 83 с.
2. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03–85 (с Изменением №1). М.: ФГУП ЦПП, 2019. 84 с.
3. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 10–2019. – Текст электронный // Бюро НДТ: веб-сайт. 2020. 434 с.
4. Амбросова Г.Т. Процессы тепломассообмена между сточной жидкостью и окружающей средой /Г.Т. Амбросова, А.В. Кругликова, Т.А. Рафальская //Строительство и техногенная безопасность. 2021. №23 (75). С. 59–65.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СЕТЕЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ю.Л. Липовка^{1,2}, докт. техн. наук, доцент, А.Ю. Липовка^{1,3}, канд. техн. наук

¹*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

²*Инженерно-строительный институт, Красноярск*

³*Институт архитектуры и дизайна, Красноярск*

Аннотация: цель работы - визуализация гидродинамических режимов сложных разветвлённых и закольцованных сетей централизованного теплоснабжения, для ее выполнения использованы известные методы расчёта потокораспределения в гидравлических цепях, основные полученные результаты заключаются в возможности визуализации гидравлических режимов систем теплоснабжения городов и населенных пунктов в едином файле с возможностью масштабирования применительно к условиям поставленной задачи.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, тепловая сеть, гидравлические режимы, потокораспределение, методы расчета, коэффициент гидравлического трения.

Для анализа и управления теплогидравлическими режимами тепловых сетей создана компьютерная программа JA_Net, первоначально основанная на идеологии [1], и, в дальнейшем, используя метод [2], позволила внедрить проекты наладки и реконструкции гидравлических режимов систем теплоснабжения населенных пунктов. Одними из известных являются информационно-вычислительный комплекс (ИБК) Ангара-ТС [3, 4], ИБК Zulu, ИГС CityCom-ТеплоГраф от ИВЦ Поток, ИБК Гидросистема от НТП Трубопровод, а также множество иностранных ИБК, разработанных для моделирования гидравлических систем: ИБК EPANET от EPA, FluidFlow от Piping Systems, gPROMS от PSE, PIPENET от Sunrise, TNflow от UKTN, Flownex от CADFEM.

ИБК JA_Net, позволяет создавать компьютерную модель эксплуатируемой системы теплоснабжения, выполнять многовариантные гидравлические расчёты и дает возможность оценить работоспособность всей системы в целом, т.е. проверять – находятся ли значения давлений в подающем и обратном трубопроводах в допустимых пределах, а также оценить живучесть системы в критических ситуациях за счёт визуализации гидродинамических режимов. Особенностью является возможность предварительно, на стадии предпроектной научной проработки визуально оценивать по общему пьезометрическому графику всей системы теплоснабжения работоспособна или неработоспособна система и задать сразу же иные конструкторские посылы, а также гарантированная плавность перехода при расчете коэффициента гидравлического трения на границах ламинарного и турбулентного режимов [5], что, с учетом используемого метода гидравлического расчета [2] исключает большинство проблем, возникающих при моделировании регуляторов давления, как «до себя», так и «после себя».

На рисунке 1 представлен экранный вариант представления гидравлической цепи: различные цвета и толщины линий дают возможность быстрой ориентации в рассчитанном варианте потокораспределения (давлениях в узловых точках и расходах на расчётных участках) при принятом варианте конфигурации тепловой сети и параметрах на источнике и у потребителей.

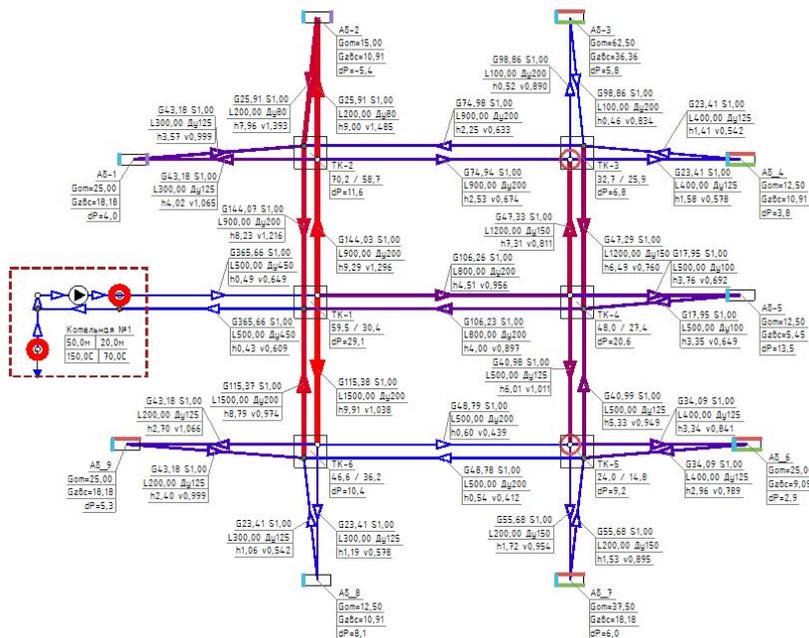


Рисунок 1. Компьютерная модель существующей системы теплоснабжения с множеством проблем

Соответствующий компьютерному двойнику системы теплоснабжения (рисунок 1), пьезометрический график формируется автоматически, и даёт возможность инженеру группы гидравлических режимов анализировать потокораспределение и выполнить конкретные управляющие действия по стабилизации гидравлического режима тепловой сети. В качестве одного (рисунок 2), из множества возможных вариантов наладки и реконструкции принята установка подкачивающей подстанции, замена диаметров отдельных участков и коррекция оборудования тепловых пунктов потребителей.

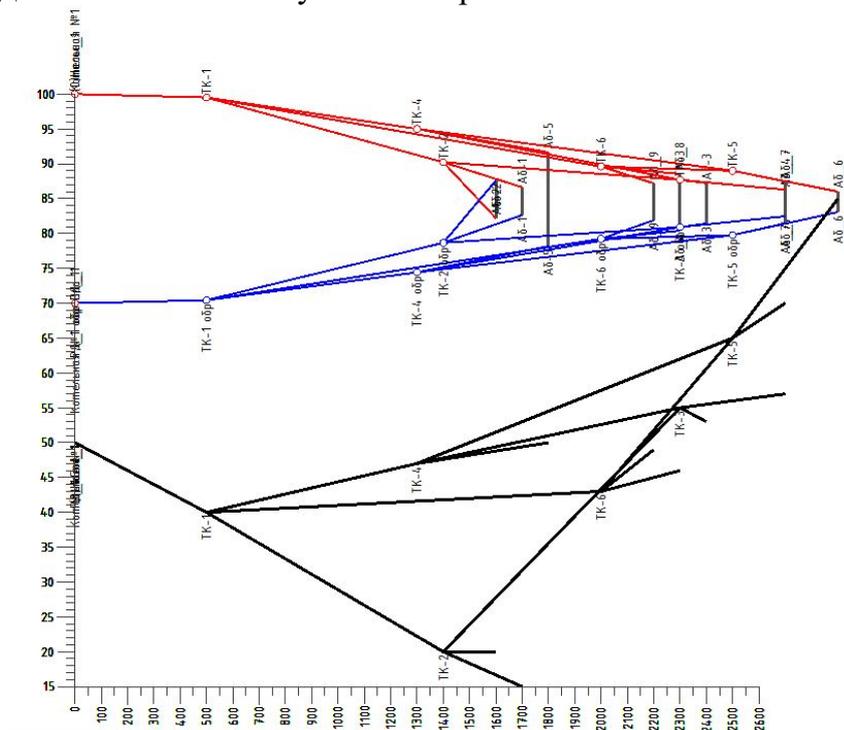


Рисунок 2. Эпюра гидродинамических давлений в системе, представленной на рис. 1

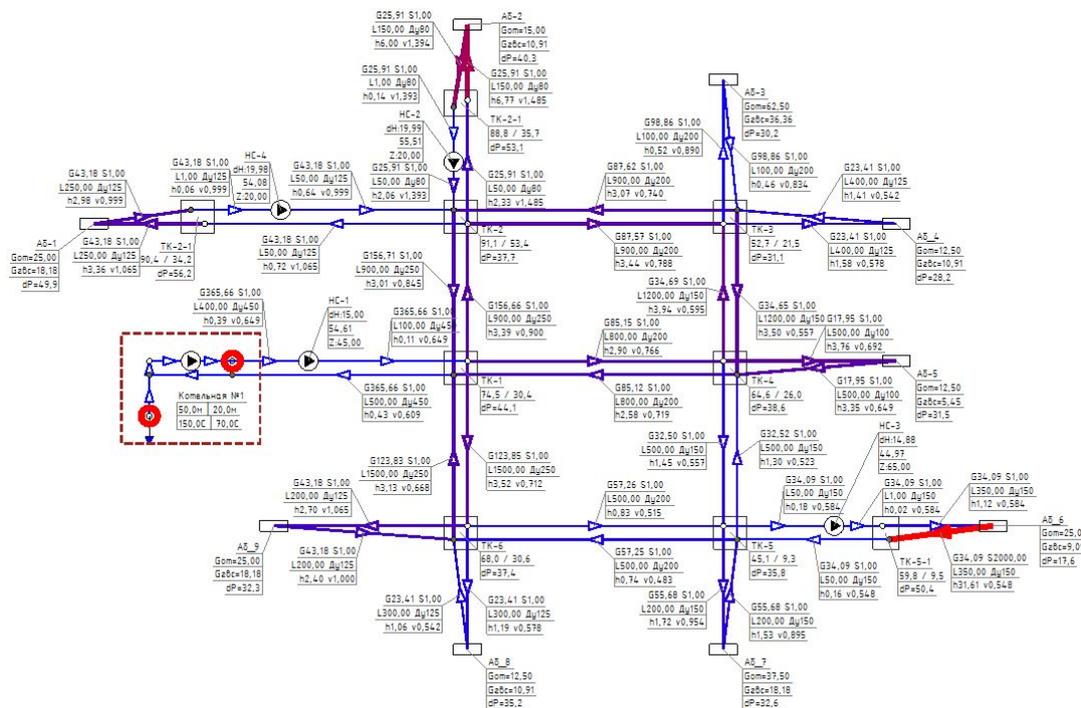


Рисунок 3. Компьютерная модель системы теплоснабжения после принятия, одного из множества, решения о её реконструкции

В результате перебора различных сочетаний первичных независимых факторов получили пьезометрических график для принятой схемы теплоснабжения, рисунок 4, из которого видно, что давления во всех точках сети находятся в допустимых пределах, как по прочности, так и по невоскипаемости и невоздушиванию.

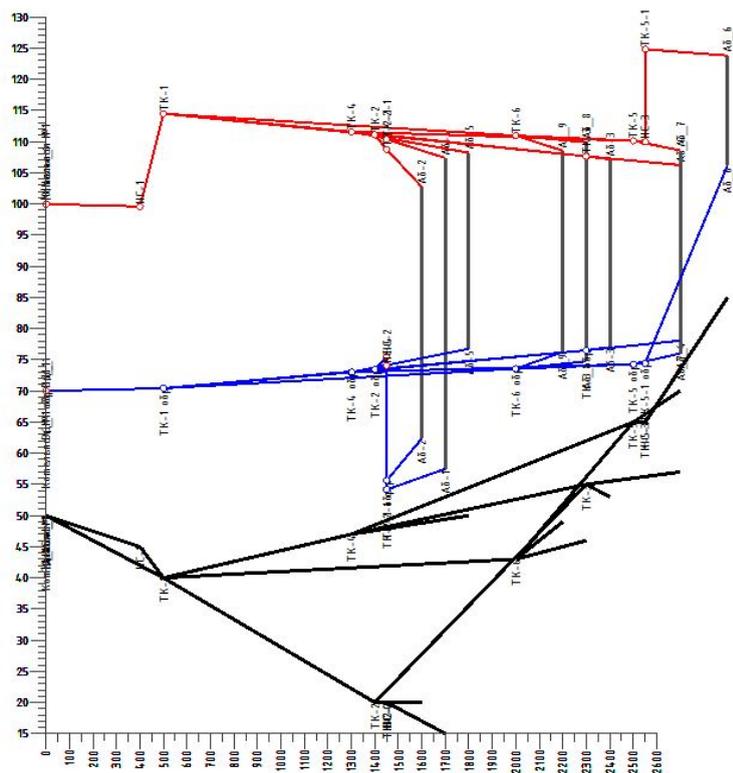


Рисунок 4. Эпюра гидродинамических давлений системы теплоснабжения после принятия решения

Использование выполненных исследований по уточнению определения коэффициента гидравлического трения при переходных режимах, присущих работе

регулирующих клапанов широкоформатной регулировки расхода теплоносителя, позволит обеспечить работу программы «без зависания» на границах переходной области.

Исходный код ИПК построен на модульной архитектуре, ориентированный на свободное расширение и компоновку доступных алгоритмов, что позволит создавать цифровые двойники систем теплоснабжения высокой степени сложности. В дальнейшем планируется развитие ИК через комбинацию с открытыми ГИС-технологиями и прикладными библиотеками языка программирования Python, что даст возможность решать широкий круг задач, связанных с анализом концентрации тепловых нагрузок, для определения эффективного радиуса теплоснабжения.

В итоге, ИПК Ja_Net позволит в режиме реального времени оценивать критичность ситуации в системе теплоснабжения города в целом, анализировать возможные решения проблемы и выбирать наиболее экономически целесообразное и технически возможное решение на данный момент.

Список литературы

1. Методы и алгоритмы расчёта тепловых сетей / Хасилев В.Я., Меренков А.П., Каганович Б.М. и др. Под общ. ред. Хасилева В.Я. и Меренкова А.П. М.: Энергия. 1978. 176 с.
2. Lipovka A.Yu., Lipovka Yu.L. Application of «Gradient» Algorithm to Modeling Thermal Pipeline Networks with Pumping Stations // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2013. V. 6. №1. S. 28-35.
3. Шалагинова З.И., Токарев В.В. Прикладные проблемы и методические подходы к организации эксплуатационных режимов теплоснабжающих систем // Теплоэнергетика. 2019. №10. С.33-49.
4. Шалагинова З.И. Разработка методики расчета узловых цен тепловой энергии на базе моделирования теплогидравлических режимов систем теплоснабжения для решения задач управления и оптимизации // Теплоэнергетика. 2018. №10. С.96-108.
5. Lipovka A.Yu., Lipovka Yu.L. Determining Hydraulic Friction Factor for Pipeline Systems // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2014. V. 7. №1. S. 62-82.

ОБРАБОТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВ

Т.Я. Пазенко, канд.тех.наук, доцент, Т.А. Курилина, канд.тех.наук, доцент,
А.И. Матюшенко, д-р тех.наук, профессор

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Рассмотрена обработка промывных вод фильтров станции водоподготовки с применением коагулянтов. Эффективность обработки промывных вод определяется правильностью выбора реагентов и их доз. Показана возможность применения различных коагулянтов и их композиций. Поставлен плановый эксперимент и получено математическое описание процесса очистки промывных вод фильтров с использованием композиции коагулянтов.

Ключевые слова: водоподготовка, фильтр, сточные воды, коагулянт, композиция коагулянтов, эксперимент.

На водопроводных очистных сооружениях образуется большое количество промывных вод при регенерации фильтрующей загрузки. Для очистки промывных вод фильтров широко применяются минеральные коагулянты. Промывные воды содержат большое количество минеральных, органических загрязнений и продукты гидролиза коагулянта. Воду после промывки фильтров можно очистить и сбросить в водоем; сбросить в городской коллектор; повторно использовать для промывки фильтров. Рациональным использованием промывных вод является возврат их в оборот. Поэтому очистка промывных сточных вод с целью их повторного использования является актуальной.

Из литературных источников [1,2,3,4] известно, что совместное применение коагулянтов при условии нахождения их оптимальных соотношений, режимов ввода и перемешивания с обрабатываемой водой позволяет в наибольшей степени использовать преимущества каждого реагента при одновременной эффективности процесса очистки и минимизировать недостатки коагулянтов. Действие смесей электролитов на коллоидные системы специфично. При коагуляции золью смесями электролитов они очень редко действуют независимо друг от друга (аддитивность) Чаще происходит противодействие их друг другу (антагонизм) либо усиление коагулирующего действия (синергизм) каждого из них. Иногда суммарное воздействие смеси коагулянтов превышает действие каждого из них, взятого в отдельности. Если ионы – коагуляторы отличаются по величине заряда, то коагулирующая способность иона с меньшим зарядом подавляется полизарядным и наблюдается явление антагонизма. Синергизм наблюдается если между электролитами в смеси происходит химическая реакция, в результате которой образуется многозарядный ион, обладающий более высокой коагулирующей способностью [5].

Ранее была показана возможность применения смеси различных коагулянтов для очистки промывных вод фильтров [6, 7]. Были исследованы следующие композиции коагулянтов СА и ПОХА; ПОХА и полиалюминия хлорид железа; ПОХА и СКИФ – 180; СА и полиалюминия хлорид железа и полиалюминия хлорид железа и СКИФ – 180 в соотношениях 0,5:0,5; 0,75:25; 0,25:0,75 при общей дозе коагулянтов 5 мг/дм³.

Смесь коагулянтов вводили в обрабатываемую сточную воду одновременно, затем после перемешивания на флокуляторе марки ПЭ-0244*, вводили флокулянт праестол в дозе 1 мг/дм³. Обработанную таким образом сточную воду отстаивали в течении 2-х часов и фильтровали. В обработанной таким образом сточной воде определяли рН, мутность, цветность и объем осадка.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- наилучшие результаты были достигнуты при коагуляции сточных вод при использовании коагулянтов полиалюминия хлорид железа и СКИФ – 180;
- наилучший эффект очистки по мутности наблюдается при применении смеси коагулянтов в соотношении 0,25:0,75;
- наибольший объем осадка образуется при соотношении коагулянтов 0,5:0,5, наименьший при соотношении 0,75:0,25.
- наименьшая мутность и цветность обработанной воды наблюдается при использовании смеси коагулянтов ПОХА и Скиф – 180 и ПОХА и полиалюминия хлорид железа при соотношении коагулянтов 0,75:0,25.

Для обоснования существенных технологических параметров процесса очистки промывных сточных вод и математического описания процесса их обработки было выполнено планирование эксперимента с использованием смеси коагулянтов ПОХА и СКИФ-180.

В качестве факторов, от которых зависит процесс очистки промывных вод, на основании предварительного эксперимента были приняты:

X_1 – доза коагулянта ПОХА, мг/дм³;

X_2 – доза коагулянта СКИФ-180, мг/дм³;

Выходными параметрами являлись:

Y_1 – остаточная концентрация взвешенных веществ, мг/ дм³;

Y_2 – остаточная цветность, град;

Y_3 – объем осадка

Y_4 – рН

Число опытов в матрице планирования при $K=2$ равно 13.

По полученным данным составлены уравнения регрессии относительно Y_1, Y_2, Y_3, Y_4

Были рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии второго порядка и их ошибки.

Уравнение регрессии по мутности имеет вид:

$$y_1 = 3,98 + 0,158x_1 + 0,366x_2 - 0,22x_1x_2$$

Как видно из уравнения регрессии на концентрацию взвешенных веществ большее влияние оказывает концентрация коагулянта СКИФ-180.

Уравнение регрессии по цветности имеет вид:

$$y_2 = 33,9 + 1,96x_1 + 2,6x_2 + 0,59x_1x_2;$$

Как видно из уравнения регрессии на цветность большее влияние оказывает доза коагулянта СКИФ-180 и в меньшей степени доза коагулянта ПОХА

Уравнение регрессии по объему осадка имеет вид

$$y_3 = 6,19 + 0,323x_1 - 0,119x_2 + 0,1x_1x_2;$$

Из уравнения регрессии видно, что на объем осадка в большей степени оказывает влияния доза коагулянта ПОХА и в меньшей степени доза коагулянта СКИФ-180.

Уравнение регрессии по объему осадка имеет вид

$$y_3 = 6,19 + 0,323x_1 - 0,119x_2 + 0,1x_1x_2;$$

Как видно из уравнения регрессии на объем осадка в большей степени оказывает влияния доза коагулянта ПОХА и в меньшей степени доза коагулянта СКИФ-180.

Список литературы

1. Бабенков, Е.Д. Режим перемешивания воды в процессах водоподготовки / Е.Д. Бабенков // Химия и технология воды. – 1984. – Т. 2.– № 3.
2. Баранова, А.Г. Практикум по химии воды / А.Г. Баранова, П.Р. Таубе. – Пенза: ПГАСА, 1997. – 114 с.
3. Баринов, М.Ю. Сравнительные исследования механического и воздушного смешения при реагентной обработке речной воды / М.Ю. Баринов, Х. Сабух // Очистка природных и сточных вод. – Ростов н/Д: Ростов. инженер.-строит. ин-т, 1990.
4. Баулина, А.И. Исследование структуры твердой фазы, образующейся при известковании воды и коагулировании её солями железа /А.И. Баулина // Теплоэнергетика. – 1978. – № 9. – С. 89-90.
5. Гельфман М., Ковалевич О., Юстратов В. Коллоидная химия. 5-е изд., стер. СПб.:Издательство «Лань»,2010.
6. Пазенко Т.Я., Курилина Т.А., Войтов Е.Л., Иванов А.В., Толпаров М.М. Исследование реагентной обработки промывных вод смешенными коагулянтами/ Т.Я. Пазенко // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2021 - №7 – С. 22-37.
7. Пазенко, Т. Я., Колова, А. Ф. Обработка промывных вод фильтров во-доподготовки / Т. Я. Пазенко // Известия высших учебных заведений. Строительство : науч.-теоретический журнал / Международная ассоциация строительных вузов. – Новосибирск, 2010. - №9. – С. 65-68.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ЖИЛУЮ ЗОНУ

Л.В. Приймак, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: целью работы являлась оценка воздействия выбросов технологического оборудования городских очистных сооружений на жилую зону населённого пункта; расчёты рассеивания загрязняющих веществ от технологического оборудования площадки городских очистных сооружений в приземном слое атмосферного воздуха выполнены посредством УПРЗА «ЭКОЛОГ», версия 4.60 Copyright 1990-2020 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»; определено, что наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят выбросы Одоранта СПМ.

Ключевые слова: выбросы, городские очистные сооружения, жилая зона, производственный экологический контроль, инвентаризации источников выбросов, санитарно-защитная зона.

В рамках осуществления программы производственного экологического контроля (ПЭК), предусмотренного составом документации на получение комплексного экологического разрешения (КЭР) (для предприятий 1 категории) или декларации о воздействии на окружающую среду (для предприятий 2 категории) предусмотрено проведение инвентаризации выбросов и выполнение расчетов рассеивания загрязняющих веществ [1-3].

Согласно [4] городские очистные сооружения в зависимости от их производительности отнесены к 1 и 2 категориям объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую природную среду.

Целью работы являлась оценка воздействия выбросов технологического оборудования городских очистных сооружений на жилую зону населённого пункта.

В результате инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ выявлено основное технологическое оборудование. Тип источников выбросов загрязняющих веществ, представляющий собой площадку городских очистных сооружений характеризуется как неорганизованный.

Анализ состава и характеристик источников выбросов вредных веществ показывает, что аварийные и залповые выбросы практически исключаются. При проведении инвентаризации для всех источников выбросов загрязняющих веществ использованы расчетные методы определения количественных характеристик загрязняющих веществ.

Установлен состав выбросов загрязняющих веществ, образующихся над поверхностью испарения сточной воды в открытых сооружениях очистки сточных вод (резервуаров) и поступающих в атмосферный воздух – песколовков, первичных отстойников, аэротенков, вторичных отстойников [5, 6].

Определены конструктивные, технологические и климатические параметры, необходимые для расчёта количества выбросов: количество сооружений, полная площадь поверхности сооружений (без учета укрытия) (m^2), осредненная концентрация загрязняющих веществ над поверхностью испарения очистного сооружения (mg/m^3), температура сточных вод ($^{\circ}C$), среднегодовая температура воздуха ($^{\circ}C$).

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при эксплуатации технологического оборудования очистных сооружений, проведен согласно «Методическим рекомендациям по расчету количества загрязняющих веществ, выделяю-

щихся в атмосферный воздух от неорганизованных источников загрязнения станций аэрации сточных вод», НИИ Атмосфера, 2015 г.

Исходные и нормативные данные, а также результаты расчёта суммарного количества выбросов загрязняющих веществ (г/с, т/год) от всего открытого технологического оборудования площадки городских очистных сооружений приведены в таблице. Общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух составило 1,2 г/с (37,8 т/год).

Таблица 1 - Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от городских очистных сооружений

Загрязняющее вещество		Используемый критерий	Значение критерия мг/м ³	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
код	наименование				г/с	т/год
0301	Азота диоксид	ПДК _{мр}	0,2	3	0,003	0,1
0303	Аммиак	ПДК _{мр}	0,2	4	0,045	1,41
0304	Азота оксид	ПДК _{мр}	0,4	3	0,024	0,763
0333	Дигидросульфид (сероводород)	ПДК _{мр}	0,008	2	0,012	0,38
0410	Метан	ОБУВ	50		1,1	34,56
1071	Гидроксibenзол (фенол)	ПДК _{мр}	0,01	2	0,008	0,257
1325	Формальдегид	ПДК _{мр}	0,05	2	0,01	0,316
1716	Одорант СПМ*	ПДК _{мр}	0,00005	3	0,0004	0,013
Всего веществ					1,2024	37,799

* СПМ – смесь природных меркаптанов

Расчёты рассеивания загрязняющих веществ от технологического оборудования площадки городских очистных сооружений в приземном слое атмосферного воздуха выполнены посредством УПРЗА «ЭКОЛОГ», версия 4.60 Copyright © 1990-2020 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ», регистрационный номер: 01-01-5979.

Результаты расчётов показали, что наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят выбросы Одоранта СПМ (рисунок), имеющего наименьшую ПДК. На рисунке показаны результаты расчётов (доли от ПДК) загрязняющих веществ, вносящих вклад на границе населённого пункта. Максимальная концентрация, устанавливаемая на границе населённого пункта, составляет 1,23 ПДК_{мр}.

Населённый пункт находится 15 км от городских очистных сооружений.

Нормативный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) исходя из производительности очистных сооружений (280 м³/сут) и их состава согласно [7] составляет 500 м.

Таким образом, исходя из проведенных исследований и выполненных расчётов можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1) проведение производственного экологического контроля является важным механизмом реализации природоохранных мероприятий на территории населённых мест;

2) для снижения выбросов, вносящих наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха на границе населённого пункта, необходимо обеспечить повышение степени укрытия сооружений технологического оборудования;

3) необходимо рассмотреть возможность реализации природоохранных мероприятий, которые будут препятствовать рассеиванию выбросов в направлении населённого пункта.

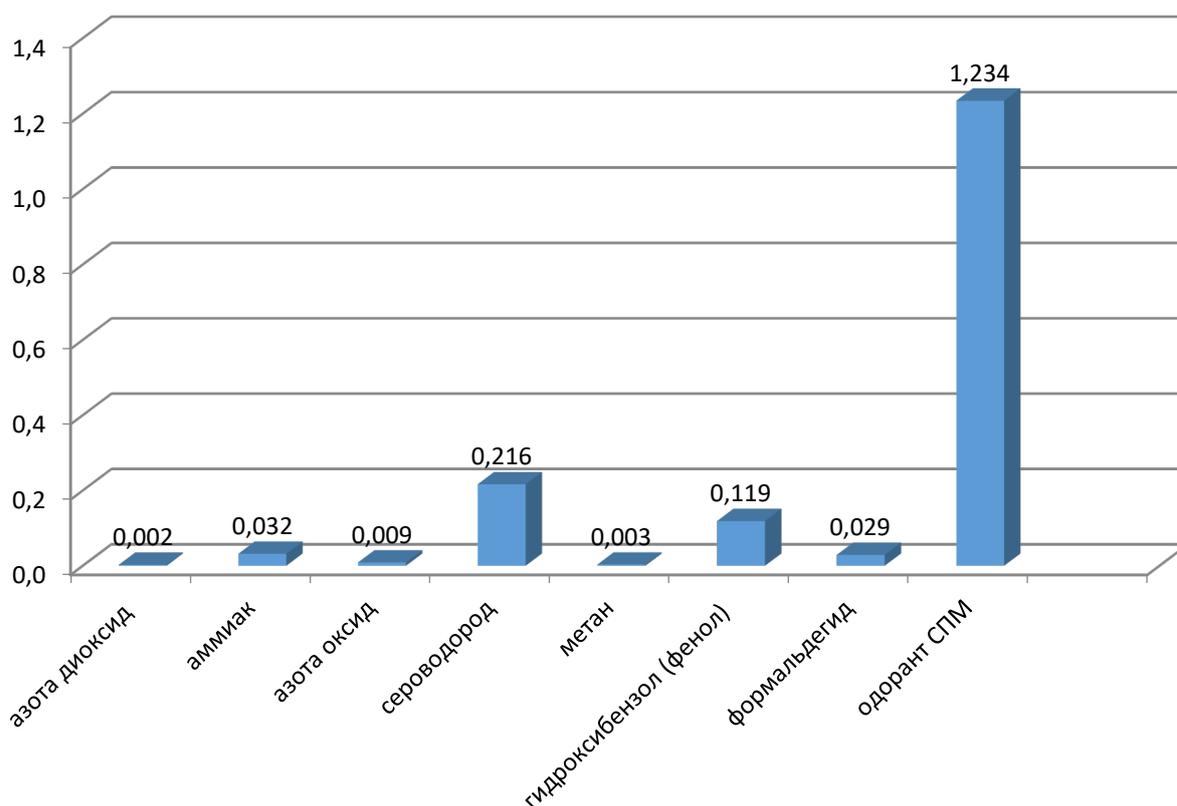


Рисунок 1. Вклад загрязняющих веществ (в долях от ПДК) на границе населённого пункта

Список литературы

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 26 марта 2022 года) (редакция, действующая с 1 сентября 2022 года).
2. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ Об охране атмосферного воздуха (с изменениями на 11 июня 2021 г.).
3. ГОСТ Р 56061-2014 Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического контроля.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 28 февраля 2018 года № 74 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля».
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 июля 2015 года № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды (с изменениями на 10 мая 2019 года)».
7. Постановление главного государственного санитарный врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 года № 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»» (с изменениями на 28 февраля 2022 года).

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

О. Г. Шадрин, генеральный директор

ООО Инжиниринговая Компания "Водоканалналадка"

Аннотация: В статье рассмотрены особенности проведения реконструкции канализационных насосных станций на основе практического опыта.

Ключевые слова: канализация, насосы, очистка сточных вод, насосные станции, реконструкция, решетки-дробилки.

Большинство сооружений канализации проектировались и возводились в период 60-70 годов прошлого столетия. Оборудование, технологии и материалы, используемые при возведении сооружений канализации, соответствовали технологическим возможностям того времени.

Реалии текущего времени вносят новые требования к технологическим решениям и оборудованию для систем канализации.

В последние десятилетия, изменилась структура промышленности и жилой застройки городов, что в значительной мере повлияло на структуру и распределение объемов сточных вод в системе канализации. Изменилась нагрузка на транспортные узлы системы и системы очистки сточных вод. С началом активного жилищного строительства, многие участки сетей и насосных станций получили значительное увеличение объемов поступающих сточных вод, многие районы, где исчезли промпредприятия, наоборот, оказались недостаточно нагруженными. Более рациональное отношение к расходу воды населением и промпредприятий привело к значительному сокращению объемов сточных вод, и в то же время к увеличению концентраций загрязняющих веществ и объему твердых включений.

Повышение ответственности к сбросу загрязняющих веществ в водные объекты и требования законодательства, требуют от водопользователей применение новых технологий очистки сточных вод, а соответственно и нового оборудования, применения систем автоматизации процессов очистки и контроля концентраций сточных вод.

Все вышеперечисленные факторы требуют пересмотра подходов в работе системы канализации, применяемым технологиям и оборудованию.

Исключительно большинство канализационных насосных станций построенных в прошлом веке имеют в своем составе оборудование, системы электроснабжения и автоматизации, соответствующие тому периоду времени, которые морально и физически устарели. Также мощность установленного оборудования соответствует характеристикам, предъявляемым к перспективе развития системы водоотведения, соответствующим периоду постройки объекта.

С изменением структуры распределения сточных вод в городской черте, значительным износом технологического оборудования, с возросшими требованиями населения к вопросам санитарии и экологии, к эстетическому виду объектов инженерной инфраструктуры, остро встал вопрос о проведении реконструкции существующих канализационных насосных станций.

В новом столетии технологии позволяют использовать более широкие возможности для проведения реконструкции либо модернизации насосных станций,

а также очень гибко подходить к решению вышеупомянутых задач. При реконструкции, большое значение приобретает необходимость комплексного подхода (учитывая непрерывность работы систем канализации), позволяющего выполнение всех работ «под ключ»: проведение комплексного обследования, разработка основных технологических решений, проектирование и выполнение строительных, монтажных и пусконаладочных работ.

При сборе исходных данных и подготовке основных технических решений необходимо учитывать следующие факторы:

- Определение фактических нагрузок объекта с учетом перспективы застройки.
- Определение возможного экологического воздействия на объекты жилой застройки.
- Определение состояния строительных конструкций реконструируемого объекта.
- Оценка гидравлических характеристик транспортной инфраструктуры (напорных сетей канализации).
- Подбор технических решений для восстановления и усиления несущей и гидроизолирующей способности конструкций (в случае их снижения).
- Подбор оборудования для обеспечения требуемых гидравлических режимов работы объектов с учетом существующих сетей напорной канализации, их протяженности и диаметра.
- Подбор систем автоматизации обеспечивающей энергоэффективную и надежную работу объекта.
- Выбор системы вентиляции и очистки воздуха, для создания комфортного проживания населения.
- Выбор архитектурных решений объекта, позволяющих гармонично вписать объект в архитектурный облик жилого массива. В последнее время повысилось внимание застройщиков и эксплуатирующих организаций, на основании возросших запросов населения к территории проживания.

После определения и утверждения основных технических решений, в процессе проектирования следует уделить особое внимание ключевому моменту реконструкции: непрерывности работы системы канализации, при этом учитывать основные аспекты:

- Применение оборудования позволяющего выполнять технологические задачи в существующих габаритах строительных конструкций здания.
- Учитывать этапность выполнения работ, в условиях непрерывно действующего объекта.
- Применять наиболее эффективные материалы для восстановления конструктивных и гидроизоляционных характеристик строительных конструкций.
- Учитывать необходимость монтажа временных систем перекачки сточных вод.

Значительно повышает качество проектирования использование BIM технологий. Поскольку проекты реконструкции выполняются в границах существующего здания, очень важно на этапе разработки технических решений, в 3-D модели объекта убедиться в возможности размещения оборудования, совместного прохождения напорных трубопроводов, систем вентиляции, лестничных маршей, ограждений, технологических проемов и проекции работы грузоподъемного оборудования.

При подборе оборудования следует принять во внимание изменившуюся структуру содержания мусора в составе сточных вод. За последние годы кратно возросло в сточных водах, поступающих от жилищной застройки, содержание включений полимерного происхождения (влажные салфетки, ушные палочки и т.п.). Данный фактор требует пересмотра отношения к проектированию комплектных насосных станций с системой задержания мусора оборудованных сороулавливающими корзинами либо решетками-дробилками. Для повышения надежности работы насосного оборудования КНС и системы канализации в целом, возросла необходимость применения способа механического извлечения мусора, поступающего в сточных водах на насосные станции.

Очень хорошие технические и технологические характеристики имеют комплексы механической очистки на основ решеток РВГО производства ГК

«Экополимер». Минимальные габаритные размеры, простота конструкции, высокая надежность, и ремонтпригодность имеют очень широкие возможности для использования данного оборудования при реконструкции КНС.

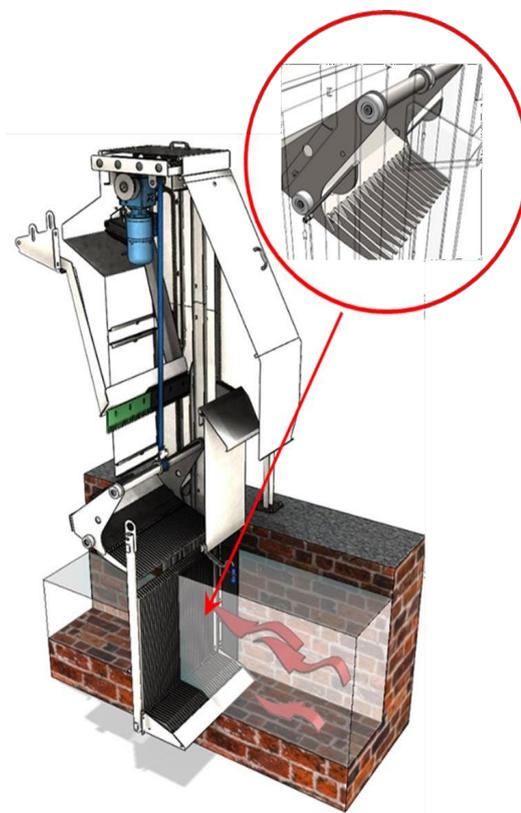


Рисунок 1. Решетка РВГО производство ГК «Экополимер»

Производство работ по реконструкции канализационных насосных станций содержит в себе множество нюансов и требует значительного опыта и подготовки персонала. Компании, занимающиеся данными видами работ, должны иметь определённый опыт и квалифицированный персонал: инженеров, штукатуров, бетонщиков, сварщиков, монтажников технологического оборудования, электриков, специалистов по вентиляции, КиПиА.

Только при правильном составлении графиков производства работ и взаимодействия специалистов, возможен хороший результат.

Инжиниринговая компания «Водоканалладка» уже более восьми лет выполняет реконструкции и новое строительство канализационных насосных станций

«ПОД КЛЮЧ».



Рисунок 2. Реконструкция КНС ФИЦ СОО РАН



Рисунок 3. Реконструкция КНС ФИЦ СОО РАН (приемное отделение)



Рисунок 4. КНС мкр Южный берег до реконструкции

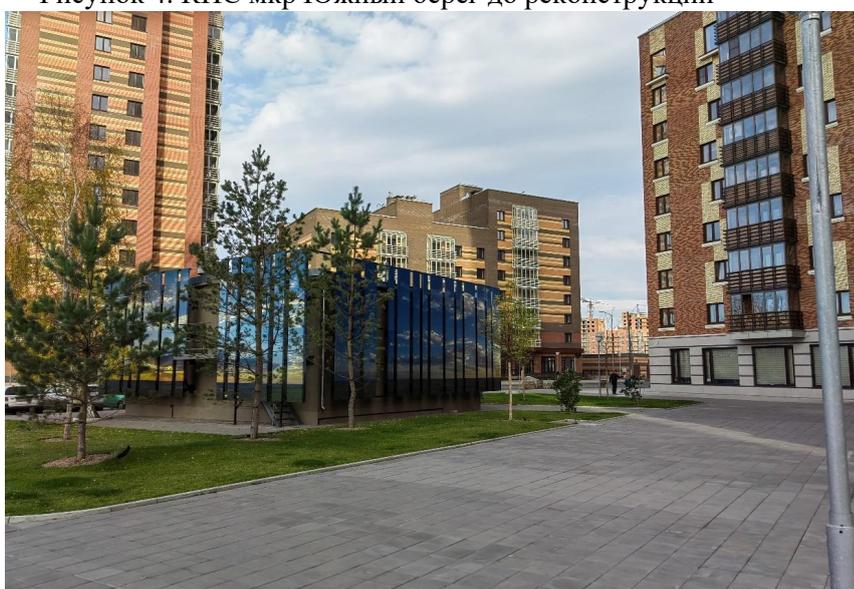


Рисунок 5. КНС мкр Южный берег после реконструкции

Список литературы

1. Гривцева О.А., Субботина Ю.М. Биологическая очистка сточных вод //Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности: материалы студ. науч.-практ. конф. по результатам учебных и производственных практик. М.: Издательство РГСУ, 2009. С. 19–27.
2. Зайцева И. С., Зайцева Н. А., Воронина А. С. Методы интенсификации биологической очистки сточных вод в аэротенках // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 2. С. 90–91.
3. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (Техносферная безопасность). 2010.
4. Гогина Е. С., Кулаков А. А. Разработка технологии модернизации сооружений искусственной биологической очистки сточных вод. Вестник МГСУ. 2012. № 11.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕЛЛЕТНОГО ТОПЛИВА В УСТАНОВКАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

А. И. Авласевич, канд. техн. наук, доцент, Л. А. Алексеенко, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Целью данной работ является сравнение вида топлива обычного и пеллетного. На данном контрасте необходимо показать, насколько экологически выгодно использовать пеллетное топливо в теплоснабжении зданий, а так же показать, что применение данного вида топлива никак не уступает и не усложняет отопление зданий. В результате исследования и изучения литературы было выявлено, что использование пеллетного топлива является экологически обоснованным.

Ключевые слова: пеллетное топливо, экология, котлы, теплоснабжение, пеллеты, системы отопления.

Для комфортного нахождения, а особенно проживания в здании, необходимо, чтобы в помещении работало эффективное и качественное отопление. Электрические отопительные приборы зачастую приводят к большим затратам, а подключиться к центральному газоснабжению не всегда есть возможность. Использование в качестве источника теплоснабжения котлов работающих на угольном топливе приводит к выбросам в атмосферу значительного количества вредных веществ [1]. В г. Красноярске нет экологически чистого топлива природного газа. Поэтому прекрасной альтернативой этого является использование пеллетного топлива.

Пеллетами называются специальные древесные гранулы. Простыми словами это отходы деревообрабатывающего производства. Если говорить об экологичности применения пеллетного топлива, то можно с уверенностью сказать, что данная продукция является экологически чистой, так как производится из сырья без опасных химических соединений. Пеллетное топливо является экологически чистым, потому что для его изготовления используются отходы деревообрабатывающей промышленности. В качестве сырья для изготовления пеллетного топлива применяются: опилки; обрезки; стружка; горбыль; древесная мука от лиственных и хвойных пород; прочие отходы, полученные во время обработки дерева [2].

Учитывая, что в Красноярском крае много отходов деревообработки, целесообразно эти отходы использовать для производства пеллетов.

Все чаще и чаще люди выбирают такой метод обогрева помещения ввиду ряда причин. Одной из главных причин является то, что пеллеты изготавливают из экологически безопасных и чистых материалов, не наносящих вреда здоровью. Второй, не менее важной причиной, является отличие пеллетного отопления от любого другого неплохой характеристикой безопасности. В отличие от газа, гранулированное топливо из натурального сырья не является взрывоопасным. Помимо этого обогрев частного дома не нужно согласовывать на подключение [2].

Если продолжать говорить об экологическом обосновании применения пеллетного топлива, то можно выделить и то, что при горении пеллеты в большинстве случаев не выделяют резких запахов, а так же испускают почти незаметный дым [1]. Помимо этого пеллетное топливо отличается повышенной выработкой количества энергии. Например, при сжигании 1 тонны пеллет будет вырабатываться энергия такая, как при сжигании 1,6 тонн дерева или 500 литров дизеля. Наряду с пеллетами может сравниться только газ, который превосходит

данный вид топлива. Но запасы газа не безграничны, а тем более не в каждом регионе используют газовое отопление. Производитель пеллетного топлива хорошего качества использует отходы лесозаготовки, которые остаются после вырубki лесов. Это получение максимальной пользы от лесных ресурсов. Сжигание пеллет не увеличивает выброс в воздух углекислого газа. В процессе горения пеллет происходит естественный процесс выброса накопленного газа в материале топлива, который и без этого находился в атмосфере Земли. Печи и котлы, которые работают на пеллетном топливе, имеют низким уровнем выбросов CO₂. Сократив негативные воздействия на окружающую среду, сократится и появление кислотных дождей и повышения уровня моря [2].

Говоря об оборудовании, в котором необходимо сжигать пеллеты, хочется отметить то, что сейчас работа пеллетных котлов стала очень автоматизированной. В котле присутствует шнековый транспортер, который осуществляет бесперебойную подачу топлива. Транспортер загружает пеллеты из бункера, который находится на котле, направляя пеллеты в топку. Очищать котлы от продуктов горения необходимо не чаще одного раза в месяц. В сравнении с дровяными котлами это огромный плюс, так как дровяные котлы необходимо чистить ежедневно. На сегодняшний день на рынке можно найти огромный выбор различных систем отопления, работающих от пеллетного топлива. Воздушные печи, которые предназначены для обогрева здания при помощи вентиляторов. Такие печи обладают высокой эффективностью и хорошо работают в небольших помещениях. Такие печи хорошо подойдут для обогрева только одного помещения. Температура в таком помещении очень быстро повышается. Канальные воздуховоды передают горячий воздух в дом. Это отличный вариант для зданий, где несколько этажей или более одной комнаты. Гидропечи, подключенные к радиаторам, обеспечивают ГВС [2].

Изготовление пеллет и подготовка их к эксплуатации достаточно простой процесс. Материал для пеллетов изначально дробят, затем высушивают в предназначенных для этого мельницах, прессуют и придавая им форму. Если пеллеты в недостаточно необходимом состоянии, то их досушивают или увлажняют. В конечном итоге их фасуют и готовят к продаже. Для производителя плюсом является то, что изготовление пеллет является практически безотходным производством [3]. Говоря о хранении пеллет, стоит сказать о том, что именно хранение вызывает некоторые сложности. Так как гранулы изготовлены из отходов и просто спрессованы без использования каких-либо связующих, то при малейшем попадании влаги они будут разрушаться. Даже при хранении в доме в сухом помещении пеллеты могут взять влажность из воздуха. Поэтому обязательно нужно подготовить место хранения пеллетного топлива. Альтернативным вариантом использования древесных гранул могла бы стать использование пеллет из шелухи семян подсолнечника или отходов жизнедеятельности человека или животных. Однако на данный момент ни одно предприятие не утилизирует отходы, которые продолжают гнить на отвалах и свалках. До 400 миллионов тонн возможно было бы использовать органических отходов.

Не стоит забывать и о выборе топлива. Это такой же немаловажный фактор для того, чтобы не использовать плохое топливо, а так же не наносить экологический вред окружающей среде. В первую очередь необходимо смотреть на состояние гранул. Выбирать необходимо такие пеллеты, в которых мало мелкой фракции, пыли и сломанных гранул. Затем необходимо обратить внимание на цвет гранул. Он должен быть коричневым или чуть-чуть светлее. Если гранулы очень светлые, то это

говорит о том, что в них содержатся химические примеси[3]. Главным критерием классификации топлива по качеству является влажность. Существует три класса: первый (теплоотдача до 95 %, минимум влажности и высокая стоимость); второй (средний вариант между первым и третьим классом); третий (влажное топливо, оставляющее много золы и сильно коптящее, низкая стоимость).

Однако везде есть свои нюансы, о которых тоже стоит упомянуть. Во-первых, котлы, работающие от пеллет, довольно дорогие по стоимости. В отличие от газовых вариантов, стоимость пеллетного оборудования в разы больше. Во-вторых, каждую неделю необходимо очищать теплообменник, установленный в пеллетном котле. В-третьих, обслуживание и закупка пеллетного топлива нередко будет обходиться дорого. Пеллетный котел обладает большими габаритами и весом. Установка такого оборудования может быть только напольной. Ко всему этому, для пеллетного котла необходима большая топочная площадь, так как по требованиям безопасности зазор между конструкцией и котлом должен быть не менее 1 метра с каждой стороны. А если это котел с боковым обслуживанием, то расстояние должно быть увеличено до 1,5 метра. При отключении электричества невозможно будет использовать котел, так как он полностью зависит от электричества. Так же может не соблюдаться технология производства топлива, и в составе будет присутствовать примеси. Это чревато тем, что образуются твердые отложения, снижающие КПД котла. Как правило, это приведет к поломке котла. И, в конце концов, большинство моделей пеллетных котлов не предназначены для использования в условиях российского климата [3].

Таким образом, можно подвести итог, что применение пеллетного топлива в установках теплоснабжения зданий является экологически обоснованным, однако не всегда экономически выгодным. К сожалению, доля биотоплива в России очень низка, поэтому об его использовании на данный момент в РФ не идет. В условиях г. Красноярск целесообразно для нужд теплоснабжения использовать котлы, работающие на пеллетном топливе, так как будет значительно ниже выброс вредных веществ в атмосферу по сравнению с угольным топливом. В 2006 году глава Рослесхоза Валерий Рощупкин говорил, что пеллетное топливо мало востребовано на внутреннем рынке, и в планах построить заводы по производству биотоплива в Красноярском крае[4]. Однако, как мы можем наблюдать сейчас, что ни о каком строительстве заводов для изготовления пеллетного топлива речи не идет. В последние годы появились котлы, которые можно эксплуатировать и на угольном и пеллетном топливе, что позволяет экономически обосновано использовать тот или иной вид топлива.

Список литературы

1. Гритчин Р. Д. Пеллетный котел как источник тепла для загородного дома / Р. Д. Гритчин, Д. И. Иванков. Молодой ученый. — 2016. — № 11 (115). — С. 322-325.
2. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. -68 с.
3. Дмитриева Н.П. Тепло из отходов // Биоэнергетика, 2006, №2. – С. 2-10.
4. Научно-практический портал. Экология производства. «Биотопливо по-русски», 2006.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОТОЧЕЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ КЛЕЕНОГО БРУСА В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Е.М. Сергуничева, канд. техн. наук, доцент, Э.А. Бубенчиков, магистрант

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в статье рассматривается возможность проектирования пространственных многоточечных фундаментов на вечномерзлых грунтах. Предложены решения по повышению энергоэффективности зданий, а также решения проблемы повышения температуры грунта. Приведены примеры инновационных многоточечных фундаментов. В качестве одного из инновационных примеров предложена пространственная фундаментная платформа на основе клеёного профилированного бруса, представляющая собой перспективное конструктивное решение фундаментов для строительства в северных регионах Красноярского края. Древесина является экологичным материалом, а также имеет низкий коэффициент теплопроводности, что значительно повышает энергоэффективность строения в целом. Использование деревянных конструкций снижает затраты на логистику за счет их транспортабельности. Кроме того, за счет повышенной заводской готовности и сборных деревянных конструкций значительно увеличивается скорость строительства.

Ключевые слова: многоточечный фундамент, клееный брус, пространственный, деревянные конструкции, экология, изменение климата, Норильск, вечномерзлый грунт, вечная мерзлота, основания, климат.

1 Введение

Строительство зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах актуально, проблематично и в то же время перспективно для нашей страны, 47% территории которой расположены в зоне многолетнемерзлых грунтов. Недра вечной мерзлоты скрывают множество полезных ископаемых, что вызывает необходимость осваивать и развивать северные территории страны. В общей сложности в северных регионах России добывают 91% природного газа, здесь сосредоточено 40% запасов золота, 60% - нефти, 90% - хрома и марганца, 47% - платины, 100% - алмазов [1]. Для проживания и освоения арктической зоны необходимо возведение временных и капитальных зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Стоит отметить, что деятельность промышленных предприятий на территории Красноярского края находится под большой угрозой. По оценке государственного гидрологического института, [2] на сегодняшний день в Западной Сибири ежегодно происходит около 35 тысяч аварий на нефте- и газопроводах, около 7,5 тысяч из них вызваны механическими повреждениями, в частности, связанными с деформацией вечномерзлых грунтов. Крупнейшей аварией из-за таяния вечной мерзлоты считается разлив 21 тысячи тонн дизельного топлива, произошедший 29 мая 2020 года на ТЭЦ-3 в Кайеркане (район Норильска). По прогнозам уже к 2150 году Норильск войдет в зону с поверхностной деградацией сплошной мерзлоты [3], так как на сегодняшний день зафиксировано фактическое повышение температуры грунта в промышленных районах Норильска на 0,5-1 градус Цельсия в среднем. Деградация грунта Норильска происходит также за счет конструктивных причин, а именно наличия теплопроводных материалов, входящих в состав свайной конструкции, способствующих раскалыванию грунта, что, в свою очередь, приводит к деформациям.

Кроме этого, сложность устройства фундамента в северных регионах Красноярского края возникает из-за неоднородности структуры мерзлого грунта, в особенности из-за наличия островной и линзовой мерзлоты. Большая часть

территории Норильска построена на насыпных грунтах, под слоями которых скрываются торф и сильносжимаемые грунты.

Изменения климата связано с ростом концентрации парниковых газов, причем на долю углекислого газа приходится около 80% потепления. Было подсчитано, что во всем мире на строительный сектор приходится примерно 40% выбросов углекислого газа (CO₂) и 35% общего потребления энергии [4]. Древесина, как экологичный материал, имеет низкий коэффициент теплопроводности, что значительно повышает энергоэффективность строения в целом. В связи с этим в данной статье будет рассмотрена возможность применения деревянных конструкций при строительстве зданий в северных регионах Красноярского края.

2 Материалы и методы

Строительство в условиях вечной мерзлоты постоянно требует повышения энергоэффективности и эффективности строительства, сокращения сроков строительства в связи с коротким летним периодом. Учитывая криогенные криолитозонные процессы и прогнозируемое глобальное потепление, важно разработать конструкции фундамента, обеспечивающие устойчивость здания при деградации вечной мерзлоты. Перспективным направлением строительства фундаментов в вечномерзлых грунтах в США и Канаде является строительство пространственных многоточечных фундаментов. Компания «Triodetic Building Products of Ottawa» является одним из производителей запатентованных пространственных каркасных конструкций (рисунок 1). Наблюдения за несколькими сотнями фундаментных рам Triodetic в самых разных грунтовых условиях показали, что как начальные, так и долговременные смещения находятся в установленных (проектных) пределах [5].

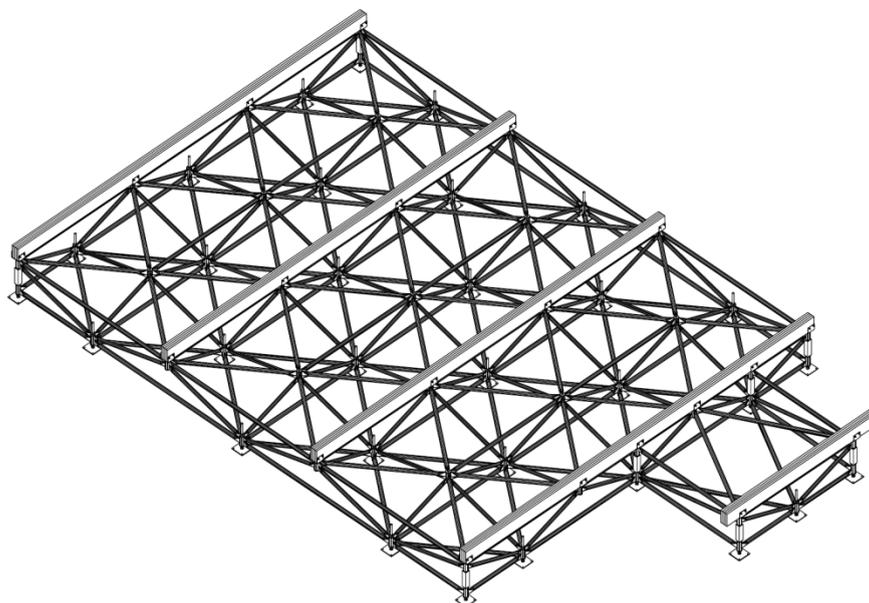
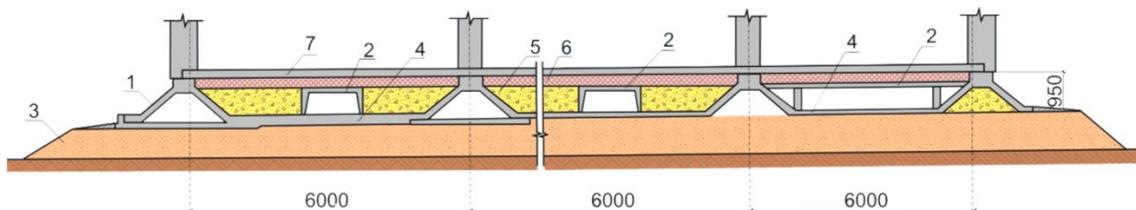


Рисунок 1. Многоточечный пространственный фундамент «Multipoint Spaceframe»

Существует пространственная фундаментная платформа Абовского Наума Петровича (патент по базе №RU64650U1) [6]. Платформа состоит из нижнего и верхнего пояса конструктивных элементов. Нижний пояс устанавливается на наружную поверхность почвы. Верхний и нижний пояса собираются из сборных

железобетонных элементов. Верхний и нижний пояса соединены между собой металлической пространственной стойкой - рамной балкой (рисунок 2). Вентиляционные каналы состоят из сборных железобетонных элементов ЛК-15.



1 – складка фундамента; 2 – вентиляционный канал; 3 – промежуточный слой; 4 – монолитный участок; 5 – засыпка под полом; 6 – утеплитель; 7 – бетонный пол.

Рисунок 2. Пространственный фундамент Абовского Н.П.

С использованием этого типа фундаментов были построены экспериментальные строения: 2 жилых двухэтажных дома, гараж-стоянка в старой части города и лабораторный корпус Игарской НИМС (после реорганизации – ИГЛ). По оценке 20-летней эксплуатации фундамента-оболочки в г.Игарка серьезных деформаций не было зафиксировано [7].

Важным преимуществом таких фундаментов при возведении основания в северных регионах Красноярского края является то, что пространственная площадка фундамента менее чувствительна к деформациям грунта основания за счет монолитной работы конструкции.

Кроме этого, за счет низкого коэффициента теплопроводности древесины и возможности вентиляции пространственной площадки фундамента значительно снижается риск оттаивания основания, что эффективно при возведении фундамента на деградировавшем вечномёрзлом грунте Красноярского края. Использование деревянных конструкций снижает затраты на логистику за счет их транспортабельности. Повышенная заводская готовность сборных деревянных конструкций заметно повышает скорость строительства объекта. За счет тепловых свойств древесины повышается энергоэффективность строительства на таких фундаментах в арктических районах.

Также необходимо заметить, что возведение фундаментов из экологичных материалов значительно влияет на общее изменение климата в северных регионах страны. Ежегодно производится более 4 миллиардов тонн цемента, на каждую тонну которого приходится выбросы CO_2 , которые варьируются от 250 кг до 930 кг. Исследования показали, что на каждую тонну произведенной стали приводит к 1,85 тоннам прямых выбросов CO_2 в атмосферу [5]. При этом выделяются преимущества использования строительных материалов на основе древесины для климата, по сравнению с обычными невозобновляемыми альтернативами (сталь, бетон и т.д.).

3 Численное моделирование

Пространственная фундаментная платформа в виде платформенной конструкции может быть сконструирована из деревянных плит, изготовленных из поперечно-клееной древесины (CLT) [4, 5, 6, 7], образующие верхний и нижний пояса конструкции. Пластины в ремнях соединены шарниром. Толщина пластин верхнего и нижнего ремня может быть разной толщины в зависимости от нагрузок. Стержни решетки, образующие пространственную структуру, изготовлены из прутьев и

расположены наклонно. В результате обеспечивается пространственная работа платформы и создаются благоприятные условия для передачи воздействий на основание. Согласно набору требований, рекомендуемая высота вентилируемого пространства платформы составляет 1,5 м.

Соединение плиты со стержнями может быть выполнено с опорной стальной площадкой квадратного профиля. Для фиксации стержней сетки предусмотрены косынки, приваренные к пластине, которая, в свою очередь, опирается на опорную площадку. Построенная расчетная модель пространственного фундамента приведена на рисунке 3 и 4.

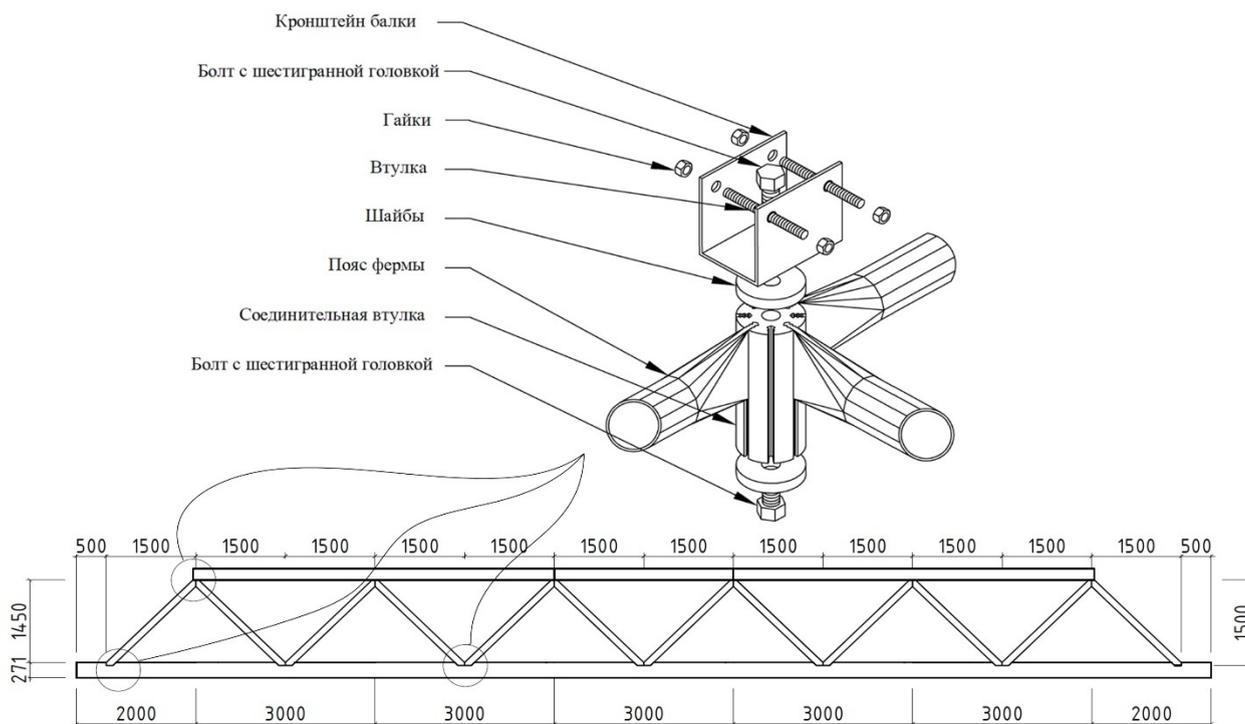


Рисунок 3. Конструктивная схема пространственного многоточечного фундамента с шарнирным соединением «Triodetic»

Расчетная модель представлена на рисунке 4.

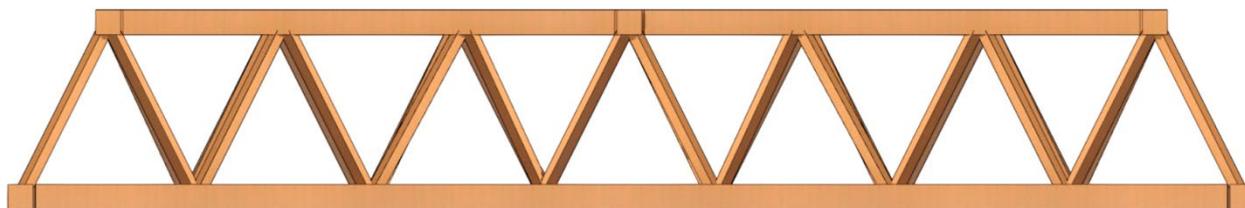


Рисунок 4. Расчетная пространственная модель

Для расчета были приняты следующие значения: температура в помещениях - +20 °С, температура вечномерзлого грунта на 10 м – -3 °С. Были заданы граничные условия, а именно: Для многослойного клееного бруса задана плотность 645 кг/м³, теплоемкость 390 Дж/(кг·К), усредненный коэффициент теплопроводности был принят 0,134 Вт/м·°С [5]. Задана функция изменения температуры по месяцам, согласно СП131.13330.2020. Был произведен расчет конструкции на растепление в программном комплексе Comsol multiphysics (рисунок 5).

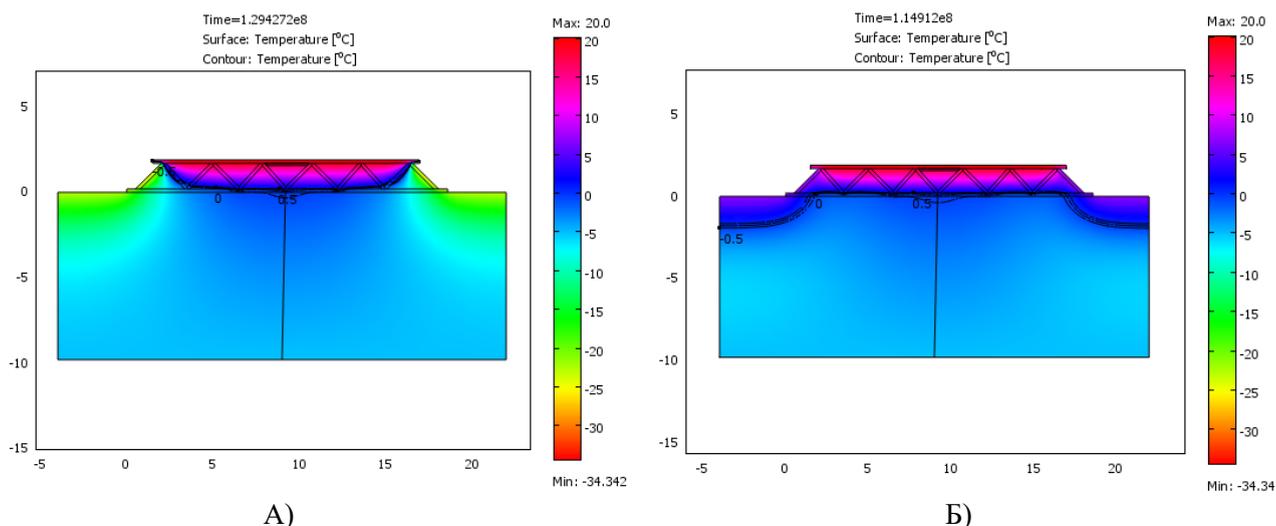


Рисунок 5. Расчет максимального промерзания (а – летний период; б – зимний период)

По рисунку 5 видно, что в летний период происходит таяние грунта на 2 м по периметру. При этом зимой мерзлый грунт находится в полной заморозке на весь период. Последствия таяния грунта в случае выбранной конструкции нивелируется устойчивостью пространственного фундамента за счет многоточечной шарнирной конструкции.

4 Вывод

В условиях фактического повышения температур вечномерзлых грунтов и фиксируемых ежегодных разрушений, связанных с таянием вечной мерзлоты, стоит обратить внимание на важный вопрос изменения климата в северных регионах Красноярского края. Решать проблему экологии необходимо на стадии производства материалов, так как на сектор производства строительных материалов приходится практически 40% выбросов CO₂. Рассмотренные в статье пространственные фундаменты могут обеспечить улучшение экологической ситуации, а также обеспечить достаточную надежность, так как за счет монолитной работы конструкции, площадки таких фундаментов менее чувствительны к деформациям вечномерзлого грунта. Сама идея осуществления строительства на многолетнемерзлых грунтах на вентилируемых поверхностных фундаментах перспективна и в дальнейшем должна реализовываться.

Список литературы

1. Каргамышева И. А. Вахрушин, Переваля М. Н. Проблемы добычи нефти и газа в условиях Крайнего севера // Молодой ученый. 2015. № 13. С. 845-848.
2. Анисимов О.А. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород // ГГИ. 2010. С. 44.
3. Елесин М.А. О перспективах создания мерзлотной лаборатории и основных направлениях ее развития // Научный вестник Арктики. 2019. №7. С. 16-21.
4. Ying Liu, Haibo Guo, Cheng Sun. Assessing Cross Laminated Timber (CLT) as an Alternative Material for Mid-Rise Residential Buildings in Cold Regions in China. Sustainability. MDPI. 2016. P.13.
5. Edwin S. Clarke. Permafrost Foundations: State of the Practice. American Society of Civil Engineers. 2007. С.94.
6. Гончаров Ю. М. Эффективные конструкции фундаментов на вечномерзлых грунтах. – Новосибирск: Наука. 1988. С.190.
7. С. В. Познаркова, Ф. Н. Зепалов. Оценка 20-летней эксплуатации фундамента-оболочки в

г. Игарка // Permafrost Engineering, Proceedings of the IX International Symposium. 2011. №7. С. 560.

МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА ПРОЗРАЧНЫХ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А.С. Воронин^{1,2}, канд. техн. наук, доцент, О.Ю. Смирнова¹, магистрант, С.А. Косцова¹, магистрант

¹*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

²*Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр» СО РАН*

Аннотация: В работе предложена экологически чистая методика формирования прозрачных нагревательных элементов большой площади на полимерных и стеклянных подложках. Методика основана на фундаментальном свойстве плёнок коллоидных частиц самопроизвольно растрескиваться при высыхании. Показано, что геометрическими параметрами процесса растрескивания можно управлять, а также контролировать воспроизводимость данного процесса. Полученные прозрачные нагревательные элементы имеют технико-экономические характеристики, превосходящие современные решения.

Ключевые слова: Прозрачный нагревательный элемент, металлическая микросетка, самоорганизованный шаблон, растрескивание.

В строительстве постоянно растет потребность в светопрозрачных ограждающих конструкциях включающие в себя функцию обогрева. Материалы такого типа важны при проектировании оранжерей, теплиц, зданий со светопрозрачной кровлей и панорамным остеклением и т.д. Такие решения имеют ряд перспективных особенностей: позволяют избежать конденсации влаги на поверхности светопрозрачной ограждающей конструкции, могут выступать в качестве распределенного нагревательного элемента для поддержания комфортного микроклимата в помещении, а также нести функцию таяния снега на кровле, что важно для климатических условий России и в частности Сибири.

В настоящее время проводится большое количество исследований направленное на получение разработку методик получения прозрачных проводящих покрытий имеющих высокую прозрачность (более 85 %), низкое электрическое сопротивление (менее 5 Ом/кв), устойчивость к окислению кислородом воздуха, прочную адгезию к несущей подложке, низкую стоимость производства.

Исходя из современных тенденций, в данной области материаловедения, предлагается новый технологический процесс формирования прозрачного проводящего покрытия в виде металлической микросетки. В основе предлагаемого технологического процесса лежит явление дегидратационной самоорганизации (растрескивание пленки на массив полигональных ячеек), которое характерно для тонких плёнок коллоидных частиц как органической (полимерные частицы, белки) так и неорганической природы (оксиды кремния, титана, алюминия и т.д.).

На рисунке 1 приведена схема предлагаемого технологического процесса, который состоит из четырех основных этапов. На первом этапе производится нанесение жидкого слоя золя. Второй этап - сушка слоя на воздухе с целью испарения дисперсионной среды с дальнейшим растрескиванием геля. Третий этап - напыление металлических пленок на полученные шаблоны. Четвертый этап - удаление ячеек шаблона посредством жидкостной отмывки и сушка [1,2].



Рисунок 1. Технологическая схема формирования прозрачного проводящего покрытия на основе самоорганизованного шаблона

Оптоэлектрическими параметрами микросетчатого покрытия можно управлять путём изменения геометрии самоорганизованного шаблона. Основными характеристиками которого являются средний размер ячейки и средняя ширина трещины [1].

В качестве примера ниже рассматриваются два серебряных покрытия на основе однотипных шаблонов на стеклянной подложке толщиной 1 мм (толщина серебряной микросетки 200 нм, поверхностное сопротивление 5 Ом/кв, прозрачность 85 %) и на подложке из полиэтилентерефталата (ПЭТ), толщиной 50 мкм (толщина серебряной микросетки 600 нм, поверхностное сопротивление 1,6 Ом/кв, прозрачность 83 %). В режиме работы нагревателя через покрытие пропускался постоянный электрический ток, нагревая его согласно закону Джоуля-Ленца. Выделяемое покрытием тепло состоит из трех компонент Q_{cond} - теплота расходуемая на нагрев подложки она пропорциональна массогабаритным и тепловым параметрам нагревателя именно это слагаемой определяет время нагрева системы, Q_{conv} - слагаемое, ответственное за конвективный теплообмен и Q_{rad} слагаемое ответственное за лучистый теплообмен, описывается законом Стефана-Больцмана.

Тепловизионный анализ проводился на тепловизоре марки FLIR ThermaCAM SC640. Были исследованы серебряные микросетчатые покрытия на стекле и полимерной ПЭТ подложке (рисунок 2а и 2б соответственно)

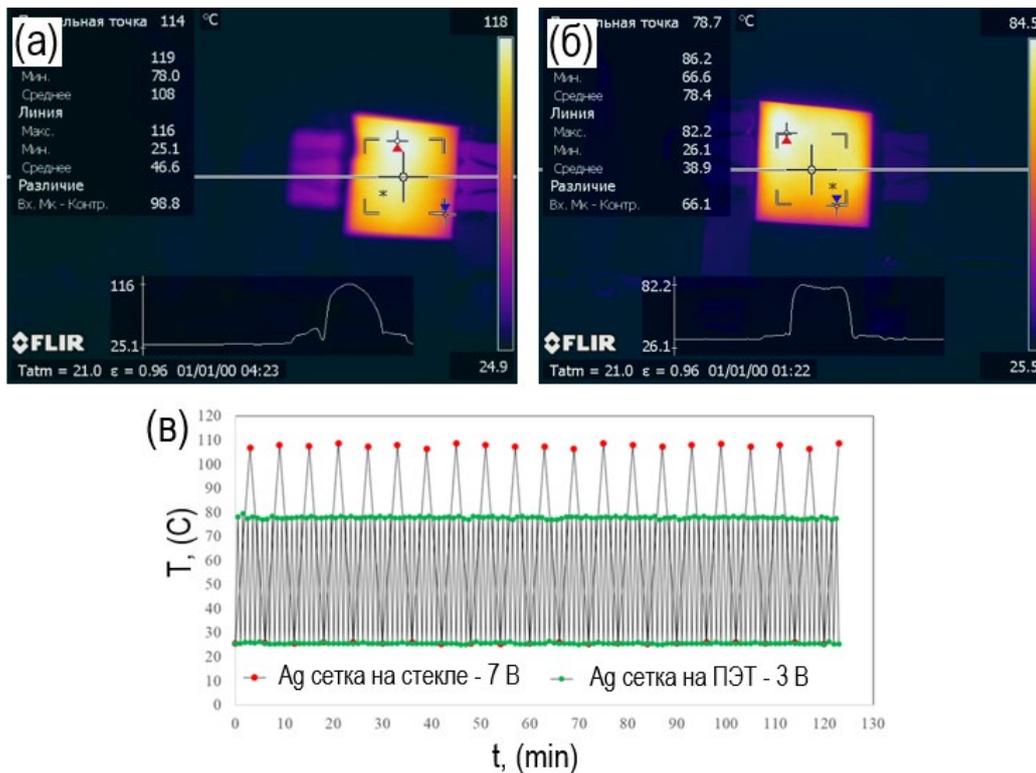


Рисунок 2. Термограммы микросетчатых покрытий на стекле (а) и ПЭТ (б); Функционирование рассматриваемых прозрачных проводящих покрытий в режиме циклирования

Термограммы на микросетках на стекле и ПЭТ подложке имеют однородную картину нагрева, о чем говорят более ровные профили, проведенные через центр микросетчатого покрытия. Время отклика (т.е. время нагрева и охлаждения) составляет 25 секунд для покрытия на ПЭТ подложке и 180 секунд для покрытия на стекле, время отклика для двух покрытий и обусловлено теплоемкостью подложки.

Согласно рисунку 2в покрытия как на стекле так и на ПЭТ демонстрируют стабильную работу в условиях циклирования на температурах существенно превышающие стандартные условия эксплуатации в строительстве.

Таки образом можно сделать вывод, что предлагаемая методика формирования микросетчатых прозрачных проводящих покрытий, может выступать в качестве более дешевой альтернативы плёнок оксида индия-олова (ИТО). Также большим плюсом предлагаемой технологии, являлся то, что покрытие может быть сформировано на гибкой полимерной подложке, а следовательно распределенный нагревательный элемент может быть наклеен на готовое остекление здания.

Список литературы

1. Воронин А.С., Симунин М.М., Фадеев Ю.В., Иванченко Ф.С., Карпова Д.В., Тамбасов И.А., Хартов С.В. Технологические основы формирования микросетчатых прозрачных электродов при помощи самоорганизованного шаблона и исследование их свойств // Письма в ЖТФ. – 2019. – Том 45. – Вып. 7. – С. 59-62.
2. Voronin A. S., Fadeev Y. V., Dobrosmyslov S. S., Simunin M. M. and Khartov S. V. Random Ag mesh transparent heater obtained with a cracked template technique // J. Phys.: Conf. Ser. – 2020. –V. 1679. –P. 042087.

ГАЗИФИКАЦИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСК. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

^{1,2}А. А. Высоцкий, инспектор 1 категории службы измерений, наладки и испытаний Филиал Красноярская теплосеть АО «Енисейская территориальная генерирующая компания (ТГК-13)», магистрант

научный руководитель: к.э.н., доцент ^{1,3}О.П. Горячева

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск

²Институт управления бизнес-процессами

³Юридический институт

Аннотация: В статье показано, что при газификации г. Красноярск возникает множество различных барьеров, как экономических, так и технических. Рассмотрены и приблизительно оценены ресурсные затраты на модернизацию существующего оборудования и монтаж нового оборудования. Проанализированы варианты поэтапной газификации на малых и больших объектах генерации.

Ключевые слова: мощность; оборудование; генерация; топливо; выбросы.

В настоящий момент город Красноярск отапливают и снабжают электроэнергией три теплоэлектроцентрали суммарной электрической мощностью более 1160 МВт/час и тепловой мощностью более 4000 Гкал/час. Данные станции используют в качестве топлива бурый уголь Канско-Ачинского бассейна марки 2 Бр. Кроме трех ТЭЦ в городе также эксплуатируются 35 угольных котельных разной мощности. Данные объекты генерации по системе централизованного теплоснабжения снабжают теплом более 80 % жилого фонда города, остальная часть объектов инфраструктуры отапливается за счет собственных систем отопления, таких как: небольшие котельные, угольные и дровяные печи. Данное оборудование не может подвергаться тщательному надзору в выполнении экологических нормативов, так как контроль за сжиганием топлива возложен на самих потребителей в каждом конкретном случае, в связи с этим имеет место случаи сжигания непроектного топлива (мусор, твердые бытовые отходы, не классифицируемые химические жидкости и пр.) в таких системах. Таким образом, количество и характер выбросов уходящих дымовых газов может, с одной стороны, находиться под жестким контролем внутренних служб промышленных предприятий и крупных объектов генерации, с другой стороны, не поддаваться какому-либо контролю в случае с локальными источниками дымовых выбросов.

Изменить экологическую ситуацию в регионе возможно, в основном, с помощью совершенствования технологических процессов на крупных объектах генерации, так как на локальные объекты, находящиеся в собственности потребителя, не всегда есть возможность воздействовать на рычаги давления.

По поручению Президента Российской Федерации В.В. Путина от 16.06.2018 г. необходимо сократить количество выбросов в г. Красноярске на 25 % к 2024 г. и на 50 % к 2050 г. В связи с участвовавшими режимами «черного неба» в г. Красноярск, когда наблюдаются неблагоприятные метеорологические условия, скорость ветра не велика, есть острая необходимость в рассмотрении перевода части генерирующих объектов на другое топливо, которое позволит сократить количество вредоносных выбросов в технологической цепочке процессов на крупных и малых станциях.

Основным видом такого топлива может быть рассмотрен газ. В связи с отсутствием месторождений газа вблизи г. Красноярска, единственным доступным

методом снабжения города газом является строительство магистрали от трубопровода «Сила Сибири», экспортирующего газ с западной части Сибири в Китай. Удаленность города от трубопровода «Сила Сибири» потребует строительства ветки газопровода до Сухобузимского района, расстояние от которого до Красноярска составит около 50 км, в связи с чем экономические затраты на его реализацию оцениваются довольно высоко, приблизительно в 178-250 млрд. руб. В случае реализации данного проекта логично предусмотреть перевод на газ, в первую очередь, для самых больших объектов генерации в городе, а именно для котельных, расположенных в черте города. ТЭЦ при газификации рассмотрим в последнюю очередь, поскольку оборудование на них самое современное, по сравнению с котельными; за режимами горения в котельных агрегатах ведется тщательный мониторинг, а также имеется широкий спектр технологий для очистки уходящих дымовых газов. Так, в основном, электрофильтры обеспечивают эффективность на уровне 99,8-99,9% по удалению золых частиц из уходящих газов, в то время как на малых котельных используются сухие циклоны, рукавные фильтры, имеющие КПД 95-98 %.

Помимо твердых золых частиц в процессе горения топлива в уходящих газах также содержатся оксиды серы, азота, водяные пары и другие соединения, борьба с которыми наиболее развита на крупных объектах генерации. Обеспечивать газификацию всех малых котельных не имеет смысла, поскольку самые неэффективные котельные консервируются либо демонтируются, а часть потребителей переводится на снабжение от ТЭЦ. Так, с 2017 по 2021, согласно мероприятиям, предусмотренными указом Президента РФ, количество котельных в г. Красноярск сократилось с более чем 50 до 35. В связи с тенденцией перевода потребителей от котельных на ТЭЦ, имеет смысл комплексная детальная проработка газификации котельных, находящихся в черте города, от которых потребитель не может переключиться на ТЭЦ по техническим соображениям, а также с довольно малой высотой дымовых труб и невозможностью корректного соблюдения режимов горения в котельных агрегатах.

Причины, по которым затруднена газификация энергетических объектов схожи как для малых котельных, так и для крупных теплоэлектроцентралей, снабжающих теплом город через систему централизованного теплоснабжения:

- 1) Отсутствие свободных площадей на территории объекта генерации;
- 2) Невозможность сжигания газа в топках традиционных котлов, работающих на твердом или жидком топливе без существенных изменений в схеме топливоподачи и горелочных устройствах;
- 3) Низкая эффективность при сжигании газа в топках котельных установок, используя только цикл Ренкина без комбинации его с циклом Брайтона.

На всех ТЭЦ города промышленная площадка имеет ограниченный запас, в связи с чем установка нового оборудования требует компактности при проектировании, но даже при этом газифицировать все блоки любой, отдельно выбранной станции, нет возможности. Для качественного сжигания газа в обычных котлах необходимо выполнить реконструкцию тракта топливоподачи. В связи с тем, что газ является взрывоопасным, необходимо выполнить все меры безопасности, которые гораздо более требовательные, чем на станциях с оборудованием, работающим на твердом топливе. Помимо топливного хозяйства понадобится также: реконструкция горелочных устройств, изменение их геометрического местоположения в топке котла, последующая реконструкция топки, изменение физических свойств, геометрических размеров, а также гидравлических и

аэродинамических параметров хвостовых поверхностей нагрева котла и пароперегревателей. Такие изменения потребуют довольно длительного и трудоемкого процесса реконструкции, стоимость которого для одного котельного агрегата может превышать 2-2,5 млрд. рублей.

Помимо изменений самого котельного агрегата, может понадобиться замена дутьевых вентиляторов и дымососов, так как изменится аэродинамика газо-воздушного тракта. Без всех этих изменений не получится грамотно эксплуатировать оборудование с соблюдением режимов, наименее вредных для экологической обстановки. Но, даже в таком случае экономичность работы и КПД оборудования, работающего по циклу Ренкина (паротурбинная установка), будет существенно ниже, чем у парогазовой установки, комбинирующей цикл Ренкина с газовым циклом Брайтона [1][2]. В данном случае газ подводится в газовую турбину, в которой производится его сжигание, газовая турбина при этом вырабатывает только электрическую энергию. Уходящие дымовые газы от турбины с температурой 400-650 градусов подаются в топку котла, который, в свою очередь, нагревает и испаряет воду, превращая его в пар высоких параметров, который уже в свою очередь подается на паровую турбину, способную генерировать как тепловую, так и электрическую мощность. Таким образом достигается большая удельная мощность в газовом блоке, а высокотемпературные уходящие газы не наносят большой вред окружающей среде, а правильно утилизируются.

Все данные процедуры по внутреннему переоснащению объектов генерации требуют внушительных сумм, в связи с чем логично ожидать повышения тарифов на тепловую и электрическую энергию для конечного потребителя.

Установка газовых турбин и вспомогательного оборудования требует существенно меньше площади, металлоемкости, в связи с чем возрастает скорость монтажа данного оборудования. Однако, как упоминалось ранее, на промышленных площадках ТЭЦ наблюдается дефицит свободной территории. В оптимистичных прогнозах реально установка газовых турбин на ТЭЦ до двух штук с целью превращения существующих паротурбинных блоков в парогазовые. Это поможет, если не полностью сократить количество выбросов с основного оборудования, работающего на твердом топливе, то хотя бы существенно разгрузить его, что благоприятно скажется на экологической обстановке. Однако, такой результат слишком незначительный, по сравнению со всеми затратами, начиная с прокладки магистрального газопровода до города Красноярск и заканчивая всем техническим перевооружением на проектируемых парогазовых блоках.

Помимо проектирования ПГУ также возникает проблема с выдачей в энергосистему электрических мощностей. В Красноярске ТЭЦ 1 и ТЭЦ 2 расположены относительно недалеко на правом берегу р. Енисей, что накладывает ограничения по величине, выдаваемой электрической мощности для нужд конечного потребителя.

При установке газовых турбин будет необходима реконструкция котельной установки в тех же объемах, что и было оговорено при варианте перевода котла непосредственно на сжигание газа. Поэтому к капитальным затратам на монтаж ГТУ прибавится также внушительная сумма на реконструкцию котельной установки.

На сегодняшний день в РФ газовые турбины выполняются мощностями до 60 МВт на Ленинградском металлическом заводе, однако. При проектировании оборудования на большую электрическую мощность и начальные параметры возникает необходимость в рассмотрении иностранных газовых турбин.

Одним из путей решения является монтаж немецких газовых турбин компании «Сименс» [4], имеющих довольно широкий диапазон мощности от 2 МВт до 60 МВт и предусматривающих модульность конструкции, обеспечивающей удобство при эксплуатации и ремонте оборудования. Установка таких турбин на нескольких ТЭЦ позволит сформировать опытную базу эксплуатации в подобного рода оборудовании, обеспечить взаимозаменяемость компонентов и улучшить логистику в данном регионе. Расположение нескольких турбин «Сименс» мощностью 55-60 МВт теоретически возможно на промышленных площадках Красноярских ТЭЦ, что обеспечит прирост электрической мощности свыше 100 МВт. Замещение малых паровых турбин газовыми по электрической мощности позволит законсервировать паровые котлы, работающие на угле, что позволит снизить уровень вредных выбросов. Утилизация уходящих высокотемпературных газов от газовых турбин в больших котлах усилит эффект снижения вредных выбросов.

Так же можно рассматривать к монтажу газовые турбины американской фирмы «Дженерал электрик» [4][6], однако единичная мощность у подавляющего большинства турбогенераторов этой фирмы расположена у 40 МВт, что ощутимо меньше, чем у турбин компании «Сименс». Однако турбины данной фирмы имеют богатую историю и высокую надежность.

Самым оптимальным решением для существующих ТЭЦ г. Красноярск, но требующим наибольших территорий, является вариант монтажа газовых турбин японской фирмы «Митсубиши хэви индестрис», имеющих в своей линейке турбины серии M701 мощностью до 330 МВт. Опыт работы с данными турбинами в РФ уже имеется. Одна из таких турбин успешно эксплуатируется компанией «Лукойл» в г. Краснодар.

Рекордсменом в области создания мощных энергетических турбин на сегодняшний день можно назвать французскую компанию «Электрисити де Франц», которая, в сотрудничестве с «Дженерал электрик» создала парогазовую установку, мощностью 575 МВт. Газовая турбина, в составе установки, имеет единичную мощность свыше 420 МВт. Данная установка воплотила в себя передовой опыт эксплуатации парогазового оборудования, однако для Российского рынка, в связи с текущей внешнеполитической ситуацией, доступ к такому оборудованию пока ограничен.

На сегодняшний день в Российской Федерации стремительными темпами ведутся работы по созданию ГТУ мощностью 110 МВт [5], однако многолетнее отставание в этой области, вызванное нехваткой финансирования после событий 1991 года, накладывает определенные сложности. На данный момент уже четвертый образец газовой турбины ГТД-110 тестируются на предприятиях государственной корпорации «Ростех» совместно с корпорациями «Роснано» и «Интер РАО». Окончание работ по проекту газовой турбины ГТД-110М позволит существенно пересмотреть стратегию газификации города в пользу импортозамещения.

Еще одной технической проблемой, которая повлечет за собой существенное удорожание всего проекта газификации города является география г. Красноярск. Город расположен на двух берегах реки Енисей и соединен между собой четырьмя мостами. Тепловые станции, обеспечивающие город теплом, горячей водой, паром и электроэнергией, находятся на разных берегах. В связи с этим наиболее логично будет расположить ветки газопроводов в теле существующих мостов. Для этого их придется подготовить должным образом конструкции мостов и вспомогательное оборудование. Для реализации таких операций понадобятся специальные

демпфирующие конструкции, способные нивелировать вибрации от проезжающих по мосту машин и тяжелой грузовой техники. Так же необходимо будет соблюсти меры пожарной безопасности и предусмотреть на пролетах мостов газоанализаторы, способные выявить утечки газа.

На основании анализа всех нюансов газификации города можно сделать вывод, что строительство газопровода в г. Красноярск обойдется в 178–250 млрд руб., а переоборудование городских ТЭЦ под газ и создание вспомогательной инфраструктуры потребует еще не менее 60 млрд руб., при условии, что часть мощностей будет зарезервирована на работу на угле на чрезвычайный случай и газификация на 100% каждой станции нереализуема. Газификация станций позволит существенно улучшить экологическую обстановку в регионе, однако на пути переоборудования объектов генерации на газ встречается неимоверно большое количество препятствий.

Список литературы

1. Гафуров А.М., Гафуров Н.М. Пути повышения эффективности современных газовых турбин в комбинированном цикле. // Энергетика Татарстана. –2015. -№1 (37). –С. 36-43.
2. Гафуров А.М., Осипов Б.М., Титов А.В., Гафуров Н.М. Программная среда для проведения энергоаудита газотурбинных установок. // Энергетика Татарстана. –2015. - № 3 (39). –С. 20-25.
3. Компания General Electric. Турбины. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://rus.gepower.com/turbiny>.
4. Газовые турбины «Сименс». [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.energy.siemens.com/ru/ru/fossil-power-generation/gas-turbines/>.
5. ПАО «НПО Сатурн». [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.npo-saturn.ru/?sat=53>.
6. GE изготовила новейшую газовую турбину 9HA. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://tesiaes.ru/?p=12712>.

СНИЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ: ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД

Д.Д. Гоголь, студент, А.Д. Никитин, студент, Е.Е. Ибе, канд. тех. наук, доцент, Г.Н. Шибаета,
канд. тех. наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО СФУ, г. Абакан

Аннотация: цель работы – оценить проектное решение типовых узлов зданий, для анализа их работы в качестве теплового контура при эксплуатации зданий в зимний период. В работе было проведено телевизионное обследование и математическое моделирование тепловых потоков в узлах здания, рассмотрение существующей нормативной базы. В ходе анализа нормативной базы была отмечена трудоемкость расчета показателей тепловой защиты.

Ключевые слова: Нормативная база, тепловые потери, тепловой контур, термограмма, энергоэффективность.

Для Восточной Сибири, к которой относится и Хакасия, характерен резко-континентальный климат. Температура воздуха колеблется от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Проблемой проектирования тепловой защиты зданий в нашем регионе является отсутствие пригодного для использования нормативного документа.

Изучение Российских нормативных документов в области тепловой защиты зданий выявил, что формирование базы в РФ сводится к эволюции одного документа, которая берет начало в шестидесятых годах прошлого века. На данный момент применяется СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и два актуализированных СП, похожих на него.

Нормативная база в области проектирования тепловой защиты зданий запутана и усложнена. Проектировщик на этапе разработки проектного решения сталкивается с недоработанным нормативным документом [1]. Зачастую это приводит к передаче данной работы смежным специалистам, что может повлечь за собой ошибки и разночтения между специалистами. Данная работа должна выполняться самим проектировщиком, чтобы он имел полное представление о разрабатываемом проектном решении. Также проблемой является то, что не все требования СНиПа прорабатываются в полном объеме.

Ниже схематично представлен перечень факторов необходимых к учету при расчете только одной из множества формул по тепловой защите (рисунок 1).



Рисунок 1. Факторы необходимые для расчета тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания

Масса факторов, сомнительная достоверность их учета, из-за обращения к устаревшим документам, трудоемкость процесса расчета приводят к повышенной вероятности допущения просчетов.

Одним из способов получения информации о работе ограждающих конструкций в качестве теплозащиты является тепловизионное обследование [2, 3]. Объектами исследования являются жилые дома с различным конструктивным решением (рисунок 2, 3).

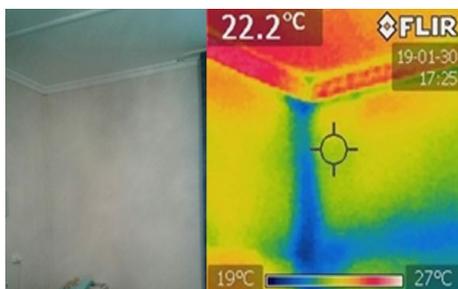


Рисунок 2. Термограмма стыка наружной стены и межэтажного перекрытия панельного дома

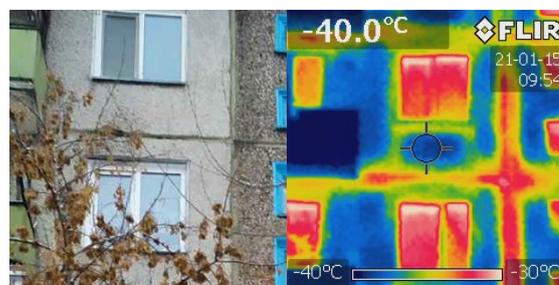


Рисунок 3. Термограмма стыков наружной панели жилого дома

Рассматривая проектные решения на объекты капитального строительства и проекты капремонтов по Республике Хакасия, можно сделать вывод о неправильной работе ограждающей конструкции здания в зимний сезон.

В данном исследовании было произведено моделирование тепловых характеристик узлов и проведен расчет термограмм (рисунок 4, 5).

Представленные узлы, разработаны проектными организациями при создании проектов капремонтов зданий. По термограммам нетрудно определить, что такие проектные решения не являются эффективными. Температурный перепад является следствием отсутствия непрерывности теплового контура.

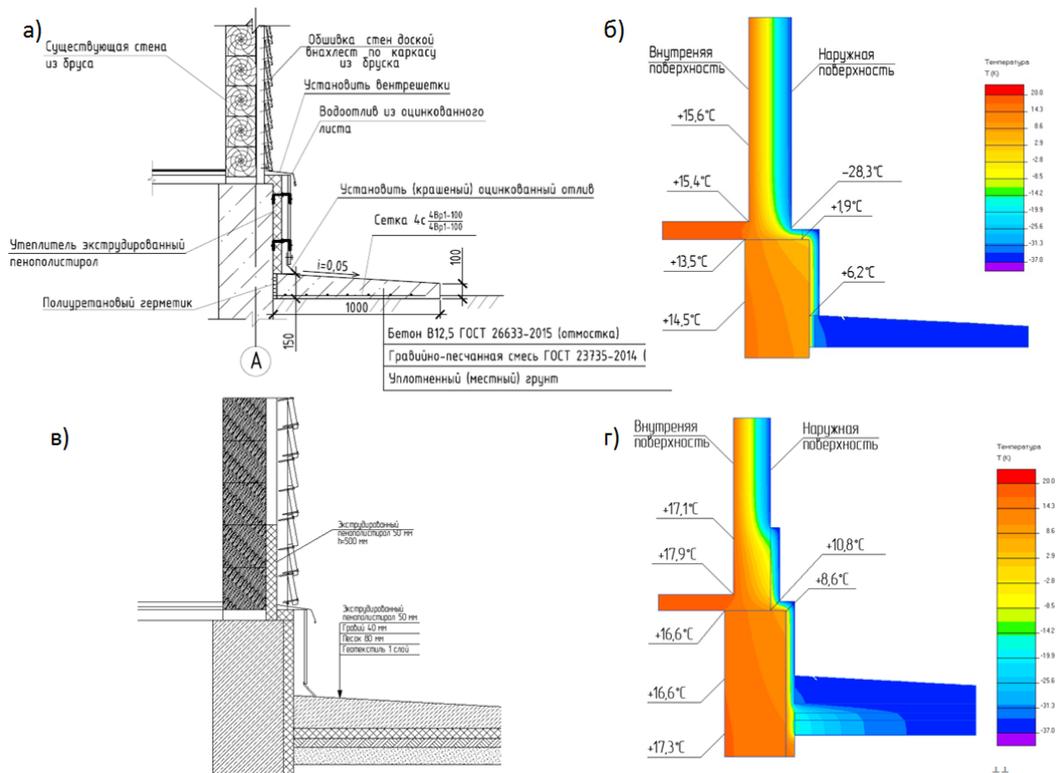


Рисунок 4. Конструктивные узлы цокольной части здания:

а, б – решение узла и термограмма в существующем варианте исполнения; в, г – модернизированный вариант исполнения (разработан авторами)

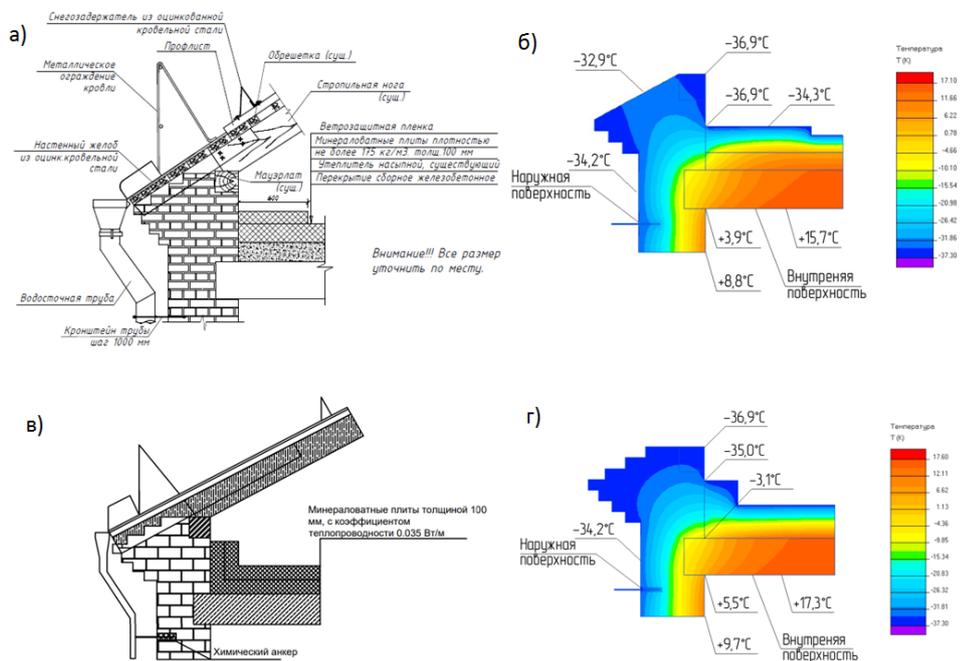


Рисунок 5. Конструктивные узлы карнизной части здания:

а, б – решение узла и термограмма в существующем варианте исполнения; в, г – модернизированный вариант исполнения (разработан авторами)

Разработан возможный альтернативный вариант утепления этих же узлов (рисунок 4в, 5в). К каждому узлу были запроектированы меры по устранению недостатков теплозащиты. Можно сделать вывод о возможности улучшения показателей энергоэффективности (рисунок 4г, 5г). Это достигается путем более

детального рассмотрения данного вопроса [4].

Заключение.

1. Таким образом, исследование выявило, что моделирование теплового потока через наиболее ответственные узлы конструкций позволяют выявить дефекты теплового контура. Они являются основанием для пересмотра технического решения узлов.
2. Нормативная база в области тепловой защиты имеет заведомо заниженные показатели.
3. При проектировании наружной тепловой оболочки необходимо всестороннее рассмотрение потенциальных дефектов, которые неизбежно возникнут во время эксплуатации [5].

Список литературы

1. Котин В.Я. Каким быть СНиПу по тепловой защите зданий. Развитие и совершенствование норм тепловой защиты зданий // Жилищное строительство. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kakim-byt-snipu-po-teplovoy-zaschite-zdaniy-razvitie-i-sovershenstvovanie-norm-teplovoy-zaschity-zdaniy> (дата обращения: 17.09.2022).
2. Корниенко С.В. Оценка влияния краевых зон ограждающих конструкций на теплопотери здания // Вестник МГСУ, 2011 № 3. – С. 359-365.
3. Kim H., Yeo M. Thermal Bridge Modeling and a Dynamic Analysis Method Using the Analogy of a Steady-State Thermal Bridge Analysis and System Identification Process for Building Energy Simulation: Methodology and Validation // Journal: Energies. 2020. P. 1-22.
4. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России // Вестник МГСУ, 2011 № 3. – С. 192-200.
5. Халимов О. З. К вопросу о типологии дефектов теплопотерь через ограждающие конструкции индивидуальных зданий / О. З. Халимов, Н. М. Халимова // Строительство и реконструкция. – 2017. – №. 3. – С. 94-100.
6. Mavlyuberdinov A., Mukminov R. Research on problems of panel buildings // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2019. P. 1-6.

ТЕПЛО И МАССОПЕРЕНОС В НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

С.С. Добросмыслов, канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: Работа направлена на описание процессов переноса тепла, влаги и воздуха в наружных ограждающих конструкциях. Теплоперенос описывался решением уравнения теплопроводности, влагопереноса решением уравнения диффузии относительно парциальных давлений, массоперенос решением уравнения Навье-Стокса. При решении уравнения Навье-Стокса для задачи инфильтрации воздуха в представленном виде, целесообразно использовать приближение Дарси.

Ключевые слова: тепло и массоперенос, теплозащита, теплопроводность, влагоперенос,

На сегодняшний день согласно имеющимся требованиям предъявляемы при проектировании зданий задачи тепло и массопереноса решаются отдельно. При чем задачу массопереноса можно разделить на две составляющие. Первая связанная, с учетом влагопереноса и выпадением конденсата в процессе эксплуатации, при чем не смотря на то-что плоскость максимального увлажнения определяется путем учета взаимосвязи температурных и влажностных параметров. Окончательное решение определяется не зависимо. Вторая связана с переносом в воздушной массе в процессе инфильтрации (или эксфильтрации), учет данного процесса приводит к увеличению требуемых тепловых затрат на отопление зданий, а также может приводит к существенному изменению тепловых полей, и как следствие влияет на области выпадения конденсата.

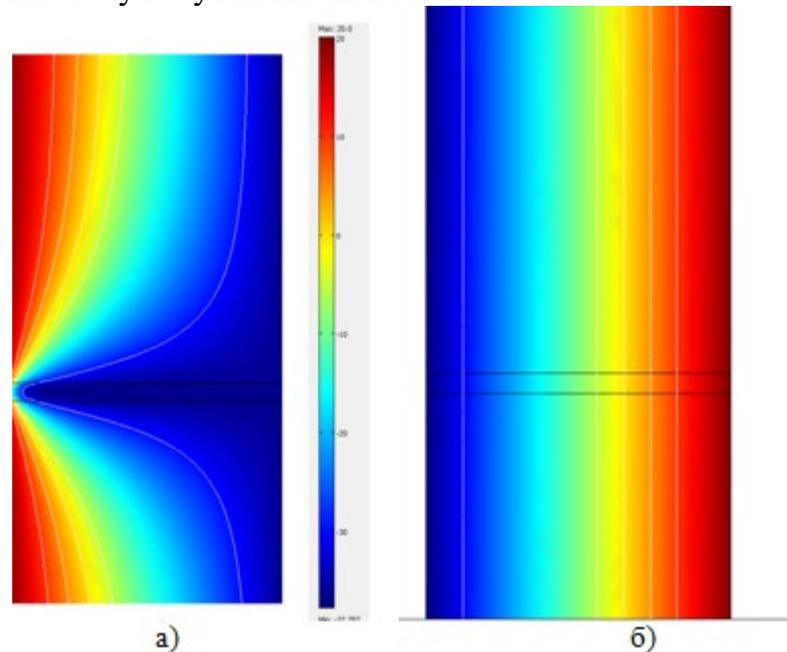
Также важным не учтенным параметром является зависимость коэффициентов переноса (коэффициентов теплопроводности и влагопереноса) от характеристик окружающей среды[1]. Данная зависимость предлагается только для коэффициента теплопроводности, при чем при проектировании можно выбрать только два дискретных значения определяющими влажностными условиями эксплуатации здания. В реальности коэффициент переноса во много определяются характеристиками среды такими, как температура, давление и влажность воздуха (которая влияет на сорбционную влажность). Учет данных зависимостей позволяет более точно описать процессы, происходящие в наружных ограждающих конструкциях, и предсказать негативные процессы, возникающие при эксплуатации зданий и сооружений[2].

Целью данной работы является определение всех имеющихся параметров для описания процессов тепло и массообмена в наружных ограждающих конструкциях. Система уравнений представлена в виде (1), для которого нахождение численного решения крайне затруднено. В следствие наличия уравнения Навье-Стокса, при решение данной системы возможно использовать различные приближения облегчающую при этом решение задачи.

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) - \rho C_p (\vec{u} \nabla T) = \rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} \\ \left(\frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial e}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial e}{\partial y} \right) - (\vec{u} \nabla e) = \frac{\partial e}{\partial \tau} \\ p(u \nabla u) = \nabla[-pI + (\eta + \eta_T)(\nabla u + (\nabla u)^T)] + F \\ \nabla u = 0 \\ E = 1,84 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-5330}{T}\right) \\ \varphi = \frac{e}{E} 100\% \\ \mu = f(T, \varphi) \\ \lambda = f(T, \varphi) \end{array} \right. , \quad (1)$$

где λ - коэффициент теплопроводности зависящий от температуры и влажности, Вт/(м град); T - температура, К; μ - коэффициент паропроницаемости зависящий от температуры и влажности, кг/(с·м·Па); E - давление насыщенного водяного пара, Па; φ - относительная влажность, %; e - парциальное давление водяного пара, Па, u - вектор скорости, м/с; p - давление, Ра; η - динамическая вязкость, Па·с; F - поле внешних сил, Н/м³.

Полное совместное решение системы дифференциальных уравнений (1) затруднено ввиду наличия уравнения Навье-Стокса. Поэтому рассмотрим ряд частных случаев, а полученные конкретные численные результаты будут взяты из работ, опубликованных ранее. На рисунке 1 представлены изменение температурных полей при учете воздухопроницания, и без учета. Граничные условия были приняты исходя из данных по воздухопроницанию для г. Красноярска. В качестве стены принята однослойная кирпичная конструкция, для большей наглядности полученных результатов в расчетном случае утеплитель не использовался.



Как следует из представленного рисунка учет воздухопроницания приводит к существенному отличию температурных полей в окрестностях шва. Данный результат, показывает возможность существенного снижения температуры в углах и

стыках наружных ограждающих конструкциях. Как показывают, ранее проведенные исследования для узла включающего в себя стык, при использовании крайних параметров представленных в СП 50.13330.2012, для г. Красноярска теплотери в результате конвективного переноса могут достигать 50%.

В дальнейшем рассмотрим влияние металлических включений на зависимость относительной влажности внутри ограждающей конструкции, результаты представлены на рисунке 2. При этом прошу обратить внимание, что влажность воздуха не может быть больше 1 (или 100 %), в наших расчетах относительная влажность воздуха в случае превышения 1 (или 100 %). При превышении относительной влажности воздуха 1, данная величина характеризует потенциальную возможность выпадение конденсата, чем больше величина, тем вероятность выпадения выше.

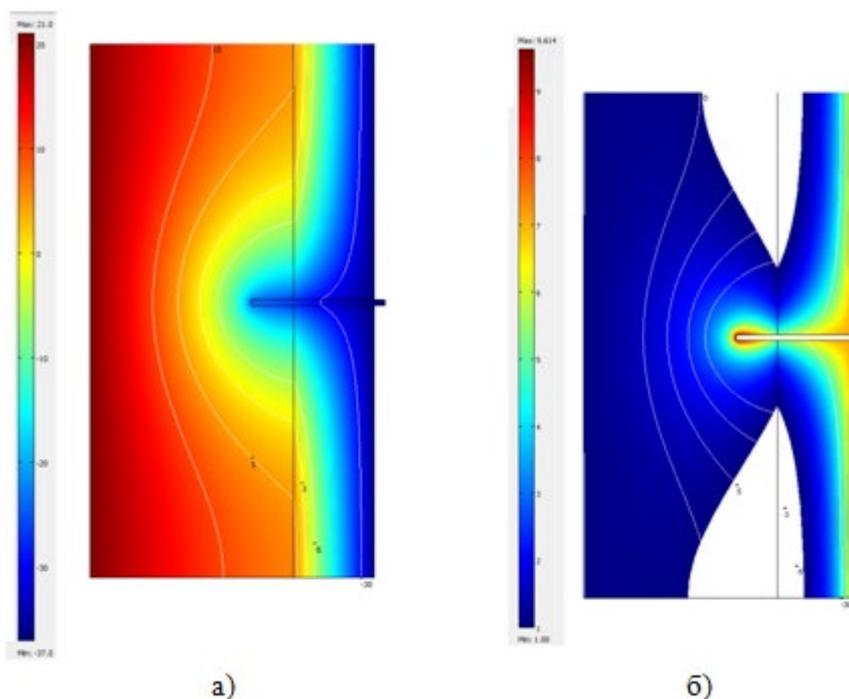


Рисунок 2. Температурное поле(а), влажностное поле(б) Температурный интервал от -37 до 20 °С. Конструкция стены кирпич 380 мм, и утеплитель 150 мм, через утеплитель проходит металлический стержень и крепится в кирпичной стене.

Как следует из представленных результатов наличие металлического стержня приводит к существенному изменению температурных и влажностных полей.

Список литературы

1. Изменение теплофизических характеристик наружных ограждающих конструкций в условиях реального температурно-влажностного режима / С. С. Добросмыслов, М. М. Пылаева, Н. В. Огорельцева, М. А. Перькова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – № 3(45). – С. 114-120. – EDN YKVTBJ.
2. Исследование влияния металлических креплений на температурно-влажностный режим наружных ограждающих конструкций / С. С. Добросмыслов, Р. А. Назиров, М. А. Перькова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 8-1. – С. 32-37. – EDN ZELKKT.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОРМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ В РОССИИ

Е.Е. Ибе, канд. техн. наук, доцент, Г.Н. Шибаета, канд. техн. наук, доцент, С.Е. Миронов, студент

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО СФУ, Абакан

Аннотация: работа посвящена вопросам снижения воздействия на окружающую среду в аспекте достижения энергоэффективности. В работе представлены предлагаемые методические основы для формирования принципов экоустойчивого проектирования объектов. Показана важность образовательного контента в совокупности с учетом нормативных требований к проектированию. Показана образовательная практика, реализуемая в ХТИ – филиале СФУ.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, проектные работы, устойчивое развитие территорий, экологическая сертификация объектов недвижимости, тепловые потери

Сокращение энергопотребления и выбросов парниковых газов, связанных с деятельностью человека, требует внедрения новых современных правил проектирования объектов недвижимости и элементов архитектурной среды [1]. История возникновения «зеленых» стандартов неразрывно связана с тенденциями перехода от типичного общества потребления к экологически культурной нации. При этом в понятие снижения энергопотребления можно вкладывать как широкий круг задач, основанный на фундаментальности проблемы, так и достаточно узкий, специфически направленный на работу отдельных проектных групп.

Основная цель энергоэффективного проектирования и строительства в странах Европы – переход к возведению домов нулевого потребления [2, 3], что активно поощряется со стороны законодательной власти и стало государственной программой особой важности во многих регионах.

Для оценки эффективности мероприятий по снижению пагубного влияния зданий на окружающую среду и здоровье человека в мире существует множество «зеленых» стандартов¹, основные из которых – Leadership in Energy and Environment Design (LEED) (США), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) (Великобритания), DGNB (Германия) [4, 5]. В течение последних нескольких лет стандарт BREEAM адаптирован в других странах, включая Канаду, Гонконг и Новую Зеландию.

Экологическая сертификация объектов недвижимости в России – это понятие относительно новое. Сам подход создания и развития нормативной базы по структурированию экологических требований, базовых показателей и критериев экологических требований для объектов недвижимости, является обоснованным и рациональным. Перечень требований, содержащихся в ГОСТ Р 54964–2012, разработан масштабно. Однако, как отмечал автор [1], проблемой является отсутствие нормативного регулирования по применению этих стандартов, их добровольность. Анализируя критерии, рассмотренные в данном стандарте, можно отметить требования вариативности в некоторых аспектах. К примеру, оптимизация проектных решений проводится путем моделирования и вариантного анализа теплофизических

¹ Сборник лучших практик по внедрению строительных стандартов и технологий энергоэффективности в регионе ЕЭК ООН. /Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных наций. // Женева, 2019. – 100 с. URL: https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/geee/study/Compendium_of_best_practices_final_2103_DC_RUS28.04.pdf (дата обращения: 07.10.2021)

свойств объекта, что совсем не соответствует современной практике проектирования. Помимо этого, критерий «Энергосбережение и энергоэффективность» подразумевает, что объекты капитального строительства будут сертифицированы в случае снижения энергопотребления на 30–60 % от базового уровня.

Реализация принципов устойчивого развития общества всецело связана с пониманием проблем энергосбережения и энергоэффективности, при этом формирование принципов экологического проектирования должно быть основано на учете недостатков проектных решений предыдущих поколений. Однако в настоящее время в большинстве случаев проектные ошибки многократно повторяются и копируются из проекта в проект, а трудоёмкий процесс расчета тепловых потерь, направленный на их минимизацию, попросту не выполняется.

Существующая нормативная база, направленная на проектирование энергоэффективных зданий и минимизацию теплопотерь, основана на действии сводов правил по тепловой защите. При всей масштабности норм, заметного повышения класса энергоэффективности не происходит.

За более чем 15-летний период авторами [7, 8] и коллективом кафедры строительства ХТИ – филиала СФУ проводился ряд исследований по изучению теплозащитных свойств наружной оболочки через рассмотрение особенностей проектирования конструктивных и архитектурных узлов зданий. Во всех работах показана прямая взаимосвязь между ошибками проектирования и теплопотерями, приводящими к значительному перерасходу ресурсов, повышенными выбросами угарного газа и сажи в окружающую среду.

На основании многолетних исследований можно обобщить ряд требований, учет которых необходим в обязательном порядке для достижения требований энергоэффективности:

1) Пересмотр и корректировка нормативной базы по тепловой защите зданий, а именно внесение изменений в нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, а также некоторые пункты действующих нормативных документов.

2) Законодательное закрепление повышения необходимого термического сопротивления ограждающих конструкций светопрозрачных конструкций.

3) Обеспечение непрерывного контура утепления здания.

4) Учет работы наружной оболочки здания в зимний период на этапе проектирования с целью анализа линейных деформаций и влагонакопления в зависимости от климатического района.

5) Использование эффективных теплоизоляционных материалов и рациональное расположение их в ограждающих конструкциях, обеспечивающее более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений.

6) Правильная организация микроклимата помещений, применение эффективных видов отопительных приборов и более рационального их расположения.

7) Блокирование зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий.

8) Обязательное устройство тамбуров.

Переход к энергоэффективному проектированию – это обязательное условие для реализации стратегии экологической сертификации объектов недвижимости.

Одна из наиболее трудных задач при экологической сертификации объектов

недвижимости – это выбор наиболее выгодного и осуществимого проекта для данного региона в зависимости от климатических особенностей, ресурсных (энергетических) возможностей и потенциала альтернативной энергетики региона страны. Например, для республики Хакасия и юга Красноярского края до сих пор предусматривались приоритеты использования угольной энергетики и интенсивного развития строительства частного сектора без учета природных особенностей Минусинской котловины, что привело к резкому ухудшению состояния экологии региона. На данный момент однозначно актуальным становится вопрос о переходе к экоустойчивому проектированию, которое возможно осуществлять, используя методический задел и потенциал научного сообщества региона.

Безусловно, главным драйвером развития идеи экологической сертификации является развитие экологического проектирования путем повышения уровня компетентности специалистов и продвижения предлагаемых проектных методов на производственном рынке. Данная задача отчасти является фундаментальной, основанной на воспитании нового поколения проектировщиков. Однако, как известно, эффект от фундаментальных исследований появляется через десятки лет. В ведущих вузах России, таких как МГУ, МГЮА существуют несколько магистерских программ по специализации «Экологическая сертификация», которая базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин «Экология», «Сертификация и подтверждение соответствия», «Основы технического регулирования». А большинство ведущих зарубежных вузов, в том числе MIT, Oxford и Cambridge используют модульный подход к формированию магистерской программы: магистранту предлагается минимальное количество курсов, больших по объему (3-7 ECTS, или 3-7 зачетных единиц). При этом магистратура рассматривается не как «углубление специализации» бакалавра – получения узкоспециальных знаний и навыков, а «расширение общенаучного кругозора».

В ХТИ – филиале СФУ при обучении магистров большое внимание уделяется вопросам энергосбережения в связи с необходимостью качественного проектирования, ориентированного на особенности географического положения Хакасии. Методологическая и содержательная основа учебных курсов по изучению энергоэффективности в вузе основана на накопленном опыте научной работы коллектива в области энергетической эффективности объектов. Анализ ошибок проектирования и лучших мировых практик позволяет вовлекать молодежное сообщество в проблемы региона и разрабатывать механизмы интеграции научных знаний в производственную сферу.

В настоящее время актуальным является вопрос расширения целевой аудитории по изучению вопросов экоустойчивого проектирования. Целевая аудитория должна быть весьма обширная:

1. Молодежь и студенты. Основная цель вовлечения данной категории – участие в подготовке будущего поколения специалистов в области архитектурно-строительного проектирования, обладающего углубленными знаниями в области экоустойчивого проектирования для формирования благоприятной окружающей среды; формирование правильного инженерного мышления.

2. Целевая аудитория представителей профессиональной среды: ученые, представители власти, представители строительной индустрии. Основная цель вовлечения: поднять проблему низкого качества проектирования и предоставить методы экологического проектирования.

3. Школьники: категория, которая может участвовать в рамках посещения

научно-популярных мероприятий, организуемых вузом, с целью экологического просвещения и популяризации науки среди молодежи. Подобная практика осуществлялась при взаимодействии ХТИ – филиала СФУ и Центра по работе с одаренными детьми «Альтаир-Хакасия».

Список литературы

1. Близнюк О. В. Внедрение "зеленых" стандартов строительства в целях реализации национальных интересов // Экономика строительства. 2012. № 2(14). С. 29-36.
2. Judkoff Ron. Energy efficient buildings. In D. Ginley & D. Cahen (Eds.), Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability. – DOI:10.1017/CBO9780511718786.042 // Cambridge: Cambridge University Press. 2011. P. 491-508. URL: https://www.researchgate.net/publication/316637674_Energy_efficient_buildings (дата обращения: 03.10.2021)
3. Fabrizio Enrico. Systems for Zero Energy Houses // REHVA Journal. 2014. P. 7. URL: https://www.researchgate.net/publication/272739844_Systems_for_Zero_Energy_Houses (дата обращения: 04.10.2021)
4. Низамиева Э.Р. Подготовка российских специалистов к применению «зеленых» стандартов. – DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-8-77-85 // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 8. С. 77–85. URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/en/nauka/article/44486/view> (дата обращения: 05.10.2021)
5. Roderick Ya. Comparison of energy performance assessment between LEED, BREEAM and Green Star / Ya Roderick, D. Mcewan, C. Wheatley, C. Alonsi. // Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland. 2009. P. 10. URL: https://www.researchgate.net/publication/228409870_Comparison_of_energy_performance_assessment_between_LEED_BREEAM_and_Green_Star (дата обращения: 05.10.2021)
6. ГОСТ Р 54964-2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. URL: <https://dokipedia.ru/document/5149867>
7. Ибе Е. Е. и др. Комплексный анализ нормативного регулирования тепловой защиты зданий с позиции теплотехнических неоднородностей // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. №. 3. – С. 7.
8. Шибаява Г.Н., Ибе Е.Е., Баев М.В., Редина Е.В. Анализ тепловой защиты зданий, построенных с применением вентилируемых фасадных систем // Вестник евразийской науки. 2018. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-teplovoy-zaschity-zdaniy-postroennyh-s-primeneniem-ventiliruemyh-fasadnyh-sistem> (дата обращения: 06.10.2022).

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА

Т.Н. Ильина д.т.н., профессор; П.А. Орлов, аспирант; А.О. Ечина, магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород

Аннотация: рассмотрены различные типы теплонасосных установок по виду рабочего вещества, типу забора и использования теплоты. Показано преимущество парокомпрессионных установок по сравнению с абсорбционными и их применение в мировой практике. По типу низкотемпературного источника предпочтительно применение воздушных тепловых насосов, требующих меньше затрат на прокладку и эксплуатацию. Для повышения эффективности преобразования тепловой энергии и разрушения наледи на поверхности теплообменника испарительного блока воздушных тепловых насосов, рассмотрено использование магнитострикционных излучателей, предложена форма теплообменника, наиболее благоприятная для восприятия механических колебаний и сброса ледяной корки.

Ключевые слова: тепловой насос, отопление, вентиляция, параметры микроклимата, коэффициент преобразования

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам с энергетикой и окружающей средой. За рубежом и в России поддержание комфортной температуры в помещении является наиболее затратной статьёй коммунальных расходов. Помимо высоких цен на коммунальные услуги, ужесточаются требования к предельно допустимым выбросам CO₂ в атмосферный воздух. В связи с этим большое внимание уделяется энергосберегающим мероприятиям в строительстве [1-3].

К инженерным системам обеспечения микроклимата относятся отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, для работы которых требуются источники теплоснабжения. Перспективным направлением энергосбережения является использование возобновляемых и нетрадиционных источников энергии, к которым относятся недра земли, воздух, вода, а также тепловые выбросы вентиляционных систем, технологических процессов промышленных предприятий и т.п. Наиболее рациональным способом преобразования энергии являются тепловые насосы. Данная система имеет меньшие эксплуатационные расходы и выделяет меньше вредных веществ в атмосферу [4].

Работа теплового насоса основана на использовании низкотемпературных источников (поверхность земли, водоемы, грунтовые воды, воздух) и передаче его потребителю. Теплонасосы имеют шесть схем работы с различиями по типу источника тепла и его потребителя: 1. Вода-вода; забор тепла осуществляется из водоемов или жидких тепловых выбросов. 2. Воздух-воздух; при этой схеме работы низко потенциальное тепло поступает из воздуха снаружи отапливаемого помещения или сбросного тепла вентиляционных систем и технологических процессов. 3. Земля-вода; источником низкопотенциального тепла является земля. 4. Вода-воздух. 5. Воздух-вода. 6. Земля-воздух. Типы забора низкопотенциальной энергии показаны на рисунке 1.

По виду рабочего агента разделяют: парокомпрессионные и абсорбционные тепловые насосы.

Парокомпрессионные тепловые считаются самыми распространенными, они используют теплоту испарения и конденсацию хладагента, в качестве которого выступает фреон.

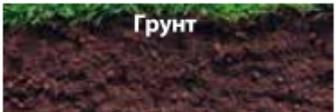
Тепловой насос	тепловой насос типа «соляной раствор – вода»	тепловой насос типа «вода – вода»	тепловой насос типа «воздух – вода»
Источники тепла	 Грунт	 Вода	 Воздух
Теплообмен	Горизонтальный коллектор, вертикальный коллектор, энергетические сваи, энергетические корзины	Грунтовые воды – поверхностные воды	Окружающий воздух

Рисунок 1. Типы забора низкопотенциальной энергии

Аккумулирование тепла в испарителе при испарении хладагента и отдачи его конденсатором при конденсации является основным принципом работы теплового насоса.

Эффективность работы теплового насоса можно характеризовать двумя основными коэффициентами: коэффициент ϵ показывает эффективность работы компрессора и коэффициент COP - совместную эффективность работы компрессора и вспомогательных средств. Так как работа, на которую затрачивается энергия, идет на преобразование низкопотенциальной энергии в высокопотенциальную энергию, при прямом преобразовании электрической энергии в тепло, COP всегда ниже единицы, при производстве тепла тепловым насосом COP выше единицы.

Оценить качество работы теплонасосной системы можно, используя так называемый сезонный коэффициент преобразования COP. Данный коэффициент позволяет оценить эффективность работы теплового насоса. Он представляет собой отношение полученной тепловой энергии, которая в последующем передается горячему теплоносителю к затраченной работе, т.е. использованной электрической энергии на работу компрессора (номинальной мощности). Стандартным диапазоном является значение от 3 до 4,5. Работа теплового насоса основана на обратном обратимом цикле Карно, схема цикла представлена на рисунке 2.

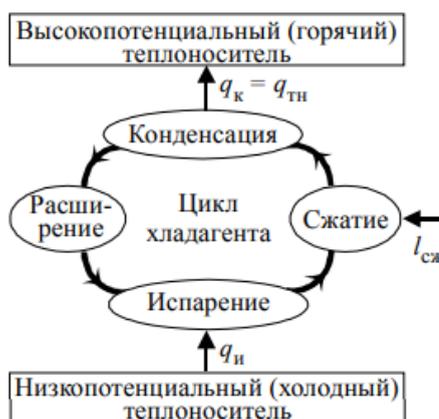


Рисунок 2. Цикл парокомпрессионного теплового насоса

Схема работы абсорбционной установки, представленной на рисунке 3, аналогична работе с парокомпрессионной установкой [5]. Важным отличием рассматриваемой установки является наличие абсорбционного узла вместо компрессора. В качестве рабочего тела выступает смесь хладагента с его раствором в жидкости, имеющей более высокую температуру кипения. Данные растворы в отличие от чистых веществ обладают способностью абсорбировать пар раствора

одного состава жидким раствором другого состава, даже в том случае, когда температура жидкости выше температуры пара.

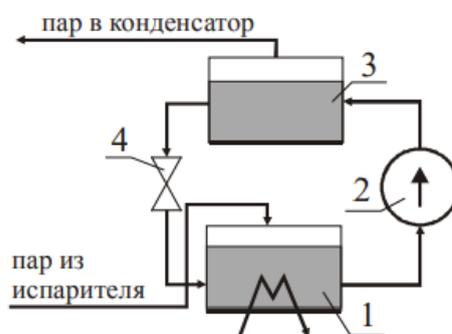


Рисунок 3. Абсорбционный узел холодильной установки
1 – абсорбер; 2 – насос; 3 – генератор пара; 4 – редукционный клапан

Основным недостатком данной системы является наличие двух теплообменников (абсорбера и генератора) и необходимость подводить холодный и горячий теплоноситель.

Наиболее перспективными в использовании выступают парокompрессионные тепловые установки. Они являются самыми распространёнными в мире, на их долю приходится не менее 99% от всех существующих.

Как показали маркетинговые исследования, рынок тепловых насосов расширяется. Ожидается, что Китай станет самым большим быстрорастущим рынком для тепловых насосов. Потребность тепловых насосов составляет более 300 млрд. в год. Основными потребителями являются страны Европы, Юго-восточной Азии и др. В некоторых странах, например Финляндии, теплоснабжение инженерных систем будет осуществляться с помощью тепловых насосов.

Из рассмотренных выше теплонасосных установок наиболее энергоэффективными в эксплуатации и изготовлении являются воздушные теплонасосные установки по сравнению с геотермальными. Это связано с определенными трудностями в организации и эксплуатации установок. Кроме того, прокладка трубопроводов настилом или скважиной может привести к использованию пахотных земель, изменению теплоемкости верхнего слоя земли, нарушению структуры почвы.

Однако несмотря на преимущество воздушных тепловых насосов, их применение ограничено в регионах с холодным климатом, в том числе в России. При отрицательных температурах на поверхности теплообменника наружного блока происходит конденсация паров воды, с образованием инея и ледяной корки. Это приводит к повышению сопротивления теплопередачи, снижению коэффициента преобразования. Предлагаются различные способы удаления наледи в виде реверса хладагента, подачи теплоносителя, байпаса, однако наиболее эффективным является метод разрушения с помощью механических колебаний. [6, 7]. Нами установлено, что механические колебания целесообразно получать с помощью магнитострикционных излучателей, для изготовления которых целесообразно использовать пакеты из пермендюра 49К2Ф. В настоящей работе разработана конструкция теплообменника наружного блока, позволяющая сбросу ледяной корки, разрушенной с помощью магнитострикционных излучателей (рисунок 4).



Рисунок 4. Теплообменник испарительного блока воздушного теплового насоса с антиобледенительной системой MOVEBIT

Таким образом, предложенные разработки расширяют географию использования воздушных теплонасосных установок в регионах с холодным климатом. Применение установок в вентиляционных системах для утилизации теплоты позволяет увеличить возврат тепловой энергии минимум в 2-2,5 раза. Антиобледенительная система защищает компрессионное оборудование от попадания жидкости на линии всасывания, что способствует продлению службы теплонасосного оборудования.

Список литературы

1. Сидорович В. С. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. М.: Альпина Паблишер, 2015. 208 с.
2. Министерство энергетики. Энергетическая стратегия российской федерации на период до 2035 года <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.
3. Корпоративные продажи США Global Market Insights Inc [https://www.nachedeu.com/по-данным-global-market-insights-inc-европейский-рынок-теп](https://www.nachedeu.com/по-данным-global-market-insights-inc-европейский-рынок-теп-kgufhttps://www.nachedeu.com/по-данным-global-market-insights-inc-европейский-рынок-теп).
4. Орлов П.А., Уваров В.А., Ильина Т.Н., Орлова В.А., Орлов К.П., Орлов С.П. Влияние установки и использования геотермальных теплонасосов на экологию // Межвузовский международный конгресс. Высшая школа: научные исследования. Москва. 10 декабря 2020г.- Москва: Издательство Инфинити. 2020. Том 1. С. 136-147. DOI 10.34660/INF.2020.35.61.024.
5. P. A. Orlov¹, T. N. Il'ina and K. P. Orlov. Promising methods of ice control of air heat pump evaporators Innovations and Technologies in Construction (BUILDINTECH BIT 2021) // Journal of Physics: Conference Series 1926 (2021) 012017IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1926/1/012017.
6. Орлов П.А., Ильина Т.Н., Орлов К.П. Воздействие механических колебаний на обледенение испарителей воздушного теплового насоса // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова . 2021. №. 6. С.36-44. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-6-36-44.
7. T.N. Il'ina, P.A. Orlov, A.V. Chizhov. Influence of material structure on the magnetostrictive properties of a radiator for defrosting heat exchangers of ventilation equipment // Constructions materials and productions. 2021. Vol. 4. №4. P. 5-10.

СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ «ПАССИВНОГО ДОМА»

Н.Е. Киреев¹, магистрант, А.С. Орешонков^{1,2}, канд. физ.-мат. наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

²*Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск*

Аннотация: «пассивный дом» — это передовой стандарт в проектировании зданий с использованием методов строительной физики и подходов значительного снижения энергозатрат. Здания, построенные по требованиям, применяемым к «пассивным домам», успешно эксплуатируются в странах Европы, США, Канаде и азиатских странах. В данной работе приведены требования, предъявляемые к «пассивным домам», а также методы и подходы, позволяющие проектируемым зданиям удовлетворять этим требованиям.

Ключевые слова: пассивный дом, энергоэффективность, энергосбережение здания, использование солнечной энергии, жилые дома.

В настоящее время энергопотребление зданий составляет более 40% мирового энергопотребления, что в свою очередь значительно влияет на глобальное изменение климата и глобальное потепление [1]. При этом, на отопление и охлаждение помещений приходится более шестидесяти процентов энергозатрат [2]. Тем не менее, можно добиться значительной экономии энергии зданиями если они правильно спроектированы, построены и эксплуатируются. По этой причине энергоэффективность зданий может стать ключевым решением проблемы нехватки энергии и снижения карбонового загрязнения.

В строительной отрасли активно обсуждаются вопросы использования современных теплоизоляционных материалов, материалов и конструкций для остекления, систем аккумулирования тепловой и солнечной энергии, систем циркуляции тепла в помещениях. Одной из концепций объединяющей вышеперечисленные подходы является концепция «пассивного дома» (passive house). Первое жилое здание, отвечающее стандартам «пассивного дома», впервые было построено в городе Дармштадт, Германия (см. рисунок 1 [3]) и соответствовало следующими требованиям:

- годовой расход тепловой энергии не более 15 кВт ч/м²;
- общее энергопотребление на бытовые нужды не более 120 кВт ч/м² в год;
- кратность воздухообмена при проведении теста «Blower Door» (тест на воздухопроницаемость) при разнице давления в 50Па между наружным и внутренним воздухом не должна превышать 0.6 объема помещений в час.



Рисунок 1. Первый «пассивный дом» в г. Дармштадт, Германия

Использование альтернативных источников энергии является одной особенностей «пассивного домостроения». Наиболее распространёнными в настоящее время решениями являются солнечные батареи и ветряные турбины. Активно ведутся разработки по внедрению фотоэлектрических элементов в фасады зданий (BIPV – building-integrated photovoltaics). Так, например, BIPV технология применена для восточной, южной и западной стен здания политехнического института Рэд Дир (Red Deer Polytechnic), г. Рэд Дир, Канада, см. рисунок 2 [4].



Рисунок 2. Студенческое общежитие политехнического института Рэд Дир, Канада

В качестве альтернативных методов выработки энергии также используются ветрогенераторы. Данные устройства делятся на два основных вида: роторные и крыльчатые. Такие ветроэлектрические установки являются экологически чистым источником электроэнергии, а их использование не зависит от климатической зоны.

На острие науки находятся разработки в области получения экологически чистого топлива (чистого водорода) с помощью фотокаталитического расщепления воды [5]. Ресурсы в данном случае практически не ограничены: солнечный свет и вода. В результате сжигания водорода образуется вода и выделяется энергия, не происходит образования пары CO_2 и CO (горение классических видов топлива), таким образом отсутствует карбоновый след. Развитие данной технологии позволит создать экологически чистые системы отопления строительных сооружений.

Среди практически применяемых систем отопления, используемых в том числе в «пассивных домах», следует отметить тепловые насосы. Тепловой насос может использовать тепловую энергию: окружающего воздуха; водоёмов: прудов, озёр, рек; грунтовых вод: колодцы, скважины; грунтов: глубинный и поверхностный грунт; других источников тепла.

К сожалению, полностью отказаться от традиционного отопления на территории Красноярского края, а именно в резко континентальном климате,

довольно затруднительно. Грамотным решением будет использование экономных и эффективных отопительных систем присутствующих на рынке.

Помимо стремления к снижению зависимости от муниципальных сетей, чрезвычайно важной стоит задача энергосбережения. Известно, что значительные теплотери зданий происходят из-за установки негерметичных окон. Остекление в зданиях, отвечающих концепции «пассивного дома» подразумевает установку стеклопакетов с 2-х или 3-х камерными стекольными блоками, снижение теплопроводности которых может достигнуто заполнением межстекольного пространства такими газами как аргон, криптон и ксенон. Дистанционная металлическая рамка заменяется пластиковой или полимерной, таким образом исключается мостик холода. Применение ТОП-покрытия (ТОП - Тепло Отражающее Покрытие) с внутренней стороны стекольного блока позволяет повысить его теплотехнические характеристики.

Все непрозрачные внешние ограждающие конструкции дома должны быть очень хорошо изолированы от окружающей среды. Концепция «пассивного дома» предусматривает не только теплоизоляцию стен, но также и фундамента, подвала, потолка и крыши. Пример комплексного расчета тепловых полей по всей оболочке здания приведен на рисунке 3 [6].

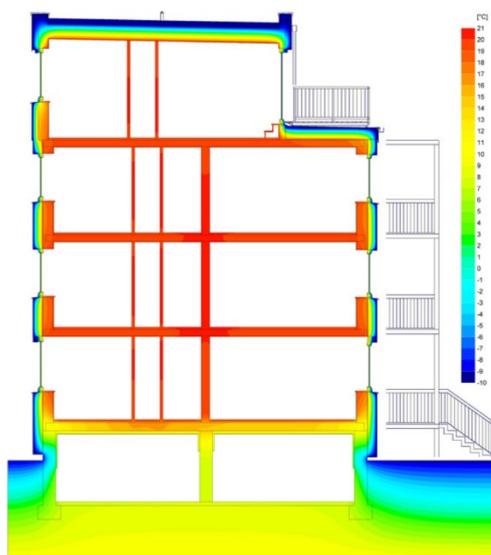


Рисунок 3. Пример комплексного расчёта тепловых полей при проектировании здания по технологии «пассивного дома»

Технология «пассивного дома» предполагает применение вентиляции с рекуперацией тепла. Такой подход обеспечивает приток свежего воздуха без необходимости открытия окон и в тоже время позволяет круглогодично сохранять температурный режим в помещениях. В качестве источника нагрева/охлаждения входящего воздуха может быть использован грунт. В зимний период воздух нагревается за счет тепла земли, а затем поступает в рекуператор. Аналогичным образом происходит охлаждение воздуха в летний период. Как следствие, благодаря такой системе понижаются энергозатраты здания.

Проанализированные в данной работе методы и подходы могут быть использованы при проектировании зданий, удовлетворяющих требованиям концепции «пассивного дома», на территории Красноярского края.

Список литературы

1. Yoon S., Kim M., Seo J, Kim S., Lee H., Lee J., Lee B.J. Performance analysis of a hybrid HVAC system consisting of a solar thermal collector and a radiative cooling panel. *Energ. Buildings* 2021. 241. P. 110921.
2. Cao X., Dai X., Liu J. Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energ. Buildings* 2016. 128. P. 198-213.
3. Passive House Institute. URL: https://passivehouse.com/07_press/07_press_photos.html (дата обращения: 06.10.2022)
4. Red Deer Collage Student Residence. URL: https://cwc.ca/wp-content/uploads/2020/05/Red_Dee_College_Feb_24_LR.pdf (дата обращения: 06.10.2022)
5. Ahmad H., Kamarudin S.K., Munggu J.J., Kassim M. Hydrogen from photo-catalytic water splitting process: a review. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 2015. 43. P. 599-610.
6. Sanierung mit Passivhauskomponenten. URL: https://passiv.de/downloads/05_tevesstrasse_beratung_qualitaetsicherung.pdf (дата обращения: 06.10.2022).

РАДОНОВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

А. М. Коваленко, студент

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте
Российской Федерации, Москва*

Аннотация: Люди проводят весьма долгий промежуток времени в закрытых помещениях, что делает злободневную проблему ионизирующего излучения в сфере строительства и реконструкции очень важной и требующей внимания. Автор рассматривает общую характеристику радона, его эффект на здоровье людей, причины его попадания внутрь помещений и методы предотвращения этого попадания при строительстве.

Ключевые слова: радон, радоновая безопасность, радиоактивный газ, защита, дочерние продукты распада (ДПР), эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА)

Радон — химически инертный газ, представляющий опасность для жизни и здоровья людей из-за радиоактивного действия. При распаде он создаёт цепь нестабильных радиоактивных элементов, такие элементы называют дочерними продуктами радона. Не имеющий вкуса, запаха и цвета газ, весьма сложен в обнаружении. Его невозможно выявить с помощью органов чувств человека, однако концентрацию радона в воздухе внутри помещений можно определить, используя пассивный дозиметр. Из-за весьма сильной дисперсии радона в атмосфере Земли, его концентрация на открытых пространствах не ощутима и не оказывает негативного влияния на здоровье человека, при этом высокая концентрация радона внутри помещений и зданий разного назначения может вызывать тяжелые заболевания. Бытовое влияние радиоактивного газа является одной из основных причин возникновения и развития рака лёгких, радон вызывает от 3% до 14% всех случаев рака лёгких в мире, в соответствие со средним уровнем скопления радона в почве и горных породах в определенной стране. Впервые в истории повышенная заболеваемость раком лёгких была отмечена у шахтёров, которые проводили большое количество времени под землей в непосредственной близости к высокой концентрации радона. При этом ряд исследований подтвердил, что даже низкая концентрация радона, получаемая людьми внутри помещений, способствует развитию рака лёгких. При этом, в результате вдыхания радона, радиация попадает не только в легкие, но и в другие органы.

Причины попадания радона внутрь помещений: из-за изменения геометрии излучения и нарушения воздухообмена, изменяется радиационный фон в помещении. Водные источники под землей, грунт, находящийся под зданием, материалы строительства, трещины в бетонных перекрытиях, пространство за облицовочной стеной, установленной на не перекрытом фундаменте из полых блоков, нецелостность бетонных блоков фундамента (трещины, сколы, полости, поры), небольшое пространство от пола до стены, открытая почва (например, в дренажном колодце), швы между блоками фундамента, недостаточная изоляция труб и коммуникаций, открытые торцы полых блочных стен — всё это является основными источниками проникновения радона в здания.

В соответствие с требованиями норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 (зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 года, регистрационный N 14534) концентрация радона внутри помещений любого назначения (жилого, производственного, общественного) не может превышать

определённого предела, установленного нормой. С целью своевременного принятия мер по радоновой безопасности перед началом инженерных работ производится оценка потенциальной радоновой опасности участков, на которых планируется застройка или реставрация. Необходимо обеспечить соответствие существующих, запланированных или уже находящихся на этапе строительства зданий требования НРБ-99/2009 по величине среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе помещений в ОСПОРБ-99/2010 и СанПиН 2.6.1.2800-10 установлены ограничения по величине плотности потока радона (ППР) на земельных участках под строительство жилых, общественных и производственных помещений. При условии, что значения ППР превышают установленную норму в проект здания должны быть внесены методы оценки защищенности постройки от радиоактивного воздействия и снижению поступления радона в воздух строений до допустимой нормы. Продуктивность любых работ, направленных на радиационную безопасность напрямую зависят от качества строительных материалов и вовремя принятых мер по предотвращению распространения и попадания радиоактивного газа внутрь строений. Существует множество методов, используя которые при строительстве, возможно предотвратить проникновение радона в здания, этот вопрос ставится ещё до начала строительства, также есть способы снижения концентрации радона в уже существующих зданиях. Перейдём к рассмотрению.

Перед началом строительства необходимо заранее изучить грунт на территории планируемой постройки и измерить концентрацию радона; в случае крайне высокого уровня содержания радиоактивного газа следует заменить грунт, выделяющий радон на планируемой территории на другой плотный грунт без радиоактивного фона. Во время строительства необходимо использовать меры по радоновой безопасности: пропитать грунт уплотняемым составом; обеспечить постройку возможностью интенсивно вентилировать и проветривать подпольное помещение, улучшить вентиляцию всего здания, особенно в контексте энергосбережения; обеспечить здание приточно-вытяжной вентиляцией и сделать дополнительные проемы в цокольном строении на высоте 1 м и более от уровня земли (в сумме площадь специальных вентиляционных проемов должна занимать не менее 2% от всей площади здания); использовать жидкую эмульсию на цементной, латексной или полимерной основе, которой пропитывают поры и заполняют пустоты бетона; герметично обработать стыки и щели, пластичным нетвердеющим материалом; под монолитным полом на грунтовом основании радон скапливается довольно быстро, необходимо проводить системы отвода радона под монолитный пол и в подвальные помещения; провести газодренаж подбетонного пространства; важно изучить не только грунт под планируемым объектом, но и узнать о наличии тектонических разломов в горных породах под грунтом, так как основная масса радона выделяется из радиоактивных пород.

Для того чтобы предотвратить проникновения радона в фундамент здания проводятся следующие меры: грунт покрывается полиэтиленовым покрытием (многослойная полиэтиленовая плёнка, либо обычная полиэтиленовая плёнка в несколько слоёв), поверх специального покрытия насыпают и утрамбовывают песок, следующим слоем получаемой конструкции является гидро- и пароизоляция, завершающим звеном является укладка армированного бетона, которая также используется для эластичности и усиления крупных конструкций.

Ещё одним способом предотвращения проникновения радона можно считать барьер, несущую конструкцию, не пропускаемую радон (бетон класса В20 и выше, монолитная железобетонная пластина толщиной не менее 200 мм). Барьер в виде

сплошной монолитной фундаментной плиты состоит из монолитного железобетона, подготовки из тощего бетона, песчаной подсыпки и уплотнённого грунта (описание барьера произведено от верхних элементов, находящихся ближе к поверхности к нижним, находящимся непосредственно над радиоактивным грунтом)

Вывод: радоновая безопасность играет одну из ключевых ролей при строительстве, так как имеет прямое воздействие на жизнь и здоровье человека. Существует множество необходимых методов по предотвращению распространения радона и ДПР внутрь зданий. Радиоактивное воздействие радона должно обсуждаться, изучаться и предотвращаться.

Список литературы

1. World Health Organization URL: <https://www.who.int/>
2. Вопросы обеспечения радонобезопасности зданий. Мнение эксперта // НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ИНЖЕНЕРОВ URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5051
3. СП 2.6.1.3247-15 "Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации радоновых лабораторий, отделений радонотерапии"

ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА КАЛЬЦИЯ В ЗОЛАХ, РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ЗОЛЫ-УНОСА И РАДИАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТХОДОВ БУРОУГОЛЬНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

С.Л. Крафт, канд. геол-мин. наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: в статье рассматривается удельная эффективная активность зол уноса бурогоугольных топливно-энергетических станций, влияние на этот показатель содержания оксида кальция и размеров частиц золы-уноса. Обработка полученных нами экспериментальных данных показала, что большее влияние на формирование удельной эффективной активности оказывает содержание CaO в золах уноса, в то время как показатель дисперсности золы в зависимости от номера поля электрофильтра в меньшей степени влияет на рассматриваемый фактор.

Ключевые слова: зола-унос ЗУ, удельная эффективная активность Аэфф, радиационные показатели, естественные радионуклиды ЕРН, тонкодисперсная зола, свободный кальций.

При сжигании твердого топлива на угольных электростанциях в целом по России ежегодно образуется около 60 млн. тонн золошлаковых отходов. Часть из них попадает в атмосферу, нанося вред окружающей среде и повышая уровень естественной радиации местности.

Как известно, все полезные ископаемые, извлекаемые из недр земной коры, содержат естественные радионуклиды (ЕРН). При технологической обработке удельное содержание этих радионуклидов изменяется в связи с изменением минералогического состава. Так, при сжигании бурых углей из-за выгорания органической части удельная эффективная активность ЕРН повышается в 4 – 10 раз. Обогащенная радионуклидами зола-унос попадает в атмосферу, хранится в золоотвалах, тем самым нанося вред окружающей среде и формируя повышенную радиологическую нагрузку на воздушный бассейн и население.

В ходе проведенных нами исследований золы Березовской ГРЭС-1 [3] установлено, что радиологическая активность золы-уноса повышается с повышением удельной поверхности частиц золы-уноса, то есть, более тонкодисперсная зола содержит большее количество естественных радионуклидов, исключение составляют частицы IV поля, где наблюдается некоторое снижение активности ЕРН (рисунок 1). Это обстоятельство становится интересным в связи с тем, что, проходя через систему очистки, раскаленные газы поднимаются в атмосферу, увлекая за собой наиболее мелкие частицы золы-уноса.

Диаграмма показывает, что с возрастанием поля электрофильтра возрастает удельная эффективная активность золы, некоторое снижение наблюдается на IV поле. Ранее нами высказывалась гипотеза зависимости Аэфф от степени дисперсности золы [3]. Однако, из рисунка 1 хорошо видно, что кривая содержания свободного оксида кальция в золе-унос практически повторяет по очертаниям кривые Аэфф и удельной активности Ra^{226} .

Зависимость удельной активности ЕРН в золе-унос от содержания СаО и удельной поверхности частиц золы

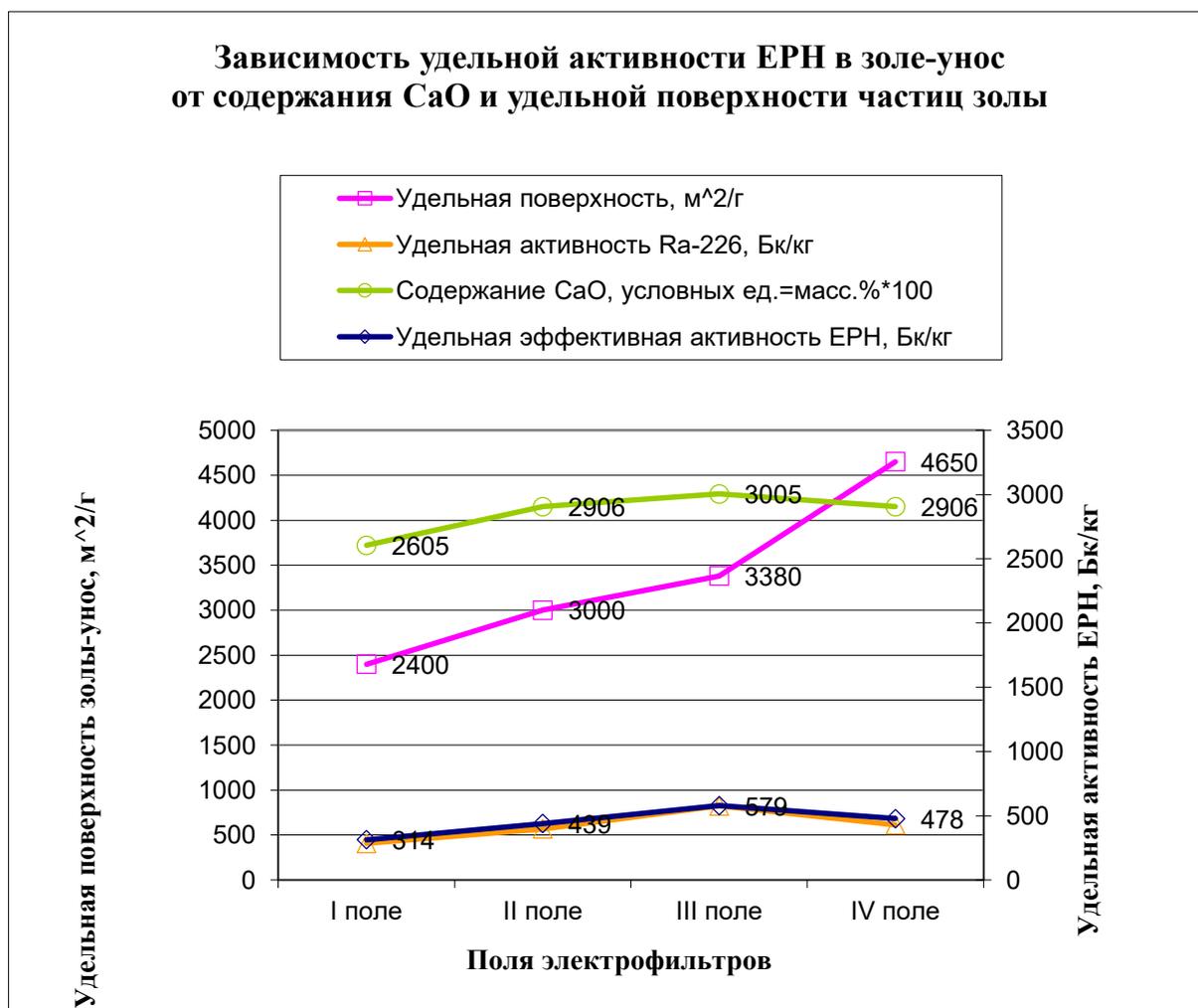


Рисунок 1. Влияние содержания свободного кальция в золе-унос и степени дисперсности частиц на удельную активность ЕРН золы

Таким образом, можно сделать вывод, что удельная эффективная активность естественных радионуклидов и удельная активность радия-226 в частности – как элемента, вносящего наибольший вклад в Аэфф – в большей степени зависят не от размеров частиц, слагающих золу-унос, а от содержания СаО в золошлаковых отходах буроугольных станций.

На рисунке 2 показано распределение частиц золы-уноса по полям электрофильтров в зависимости от их размера. С возрастанием поля электрофильтра уменьшаются размеры частиц.

Как видно из графика (рисунок 2) более тонкодисперсная зола составляет наибольшую массовую долю золошлаковых отходов. Частицы размером менее 0,005 мм составляют 27-30 % по массе, частицы до 0,01 мм составляют 16 %, с возрастанием размера частиц уменьшается их массовая доля на всех полях электрофильтров.



Рисунок 2. Распределение частиц золы-уноса в зависимости от их размеров по полям электрофильтров в массовых процентах

Кроме того, график рисунка 2 демонстрирует стабильное распределение фракций золы-уноса на II, III и IV полях электрофильтров, описанное степенным уравнением, исключение составляет I поле с большим разбросом точек на графике, что объясняется присутствием достаточно крупных фракций золы на первом (более низком) поле. По полученной аппроксимирующей кривой и описывающей эту кривую функции можно рассчитывать ожидаемое количество частиц определенного размера на заданном поле электрофильтра.

Как показали исследования, химический состав золы практически стабилен на протяжении 30 лет, следовательно, можно ожидать стабильность распределения активности радионуклидов по полям электрофильтров. В связи с чем, возможно, целесообразной будет разработка охранных мероприятий, связанных с данным обстоятельством.

Список литературы

1. Коваленко В.В. Отчет «Результаты изучения радиационного качества золошлаковых отходов Березовской ГРЭС-1». / В.В. Коваленко. – Красноярск, 1997.
2. Назиров Р.А. Развитие научных основ и методов получения строительных материалов с заданными радиационно-экологическими свойствами: дис. докт. техн. наук / Р.А. Назиров. – Красноярск, 2003. – 501 с.
3. Крафт С.Л. Формирование радиационных показателей в процессе гидрозолоудаления и хранения золошлаковых отходов бурогоугольных ТЭС (на примере Березовской ГРЭС-1): автореферат дис. канд. геол.-мин. наук / С.Л. Крафт. – Красноярск, 2010.

ВЛАГОНАКОПЛЕНИЕ СТЕНОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА В ДЕСЯТИЛЕТНЕМ ЦИКЛЕ

С.А. Алиев, аспирант

Научный руководитель – Р.А. Назиров, д-р. техн. наук, профессор

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье представлен расчет влагонакопления конструкции стены из дерева в десятилетнем цикле для климатических условий г. Красноярск. Рассмотрен типовой узел углового сопряжения. Целью исследования является выявление влагонакопления в угловом сопряжении стен из цельного бруса, утепленным минераловатной плитой в десятилетнем цикле. Прослеживается зависимость сорбционной влажности на влагонакопление материалов конструкции

Ключевые слова: дерево, влагонакопление, сорбционная влажность, численный расчет, Красноярск, угловое сопряжение

Последние десятилетия деревянным домостроением в России системно не занимались. Первые изменения стали появляться в 2017 с введением СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции», в котором, в том числе, идет речь об использовании перекрестно-клееной древесины, позволяющей строить многоэтажные здания. Дальнейшее развитие связано с введением в 2020 году сразу двух новых нормативов – СП 451.1325800.2019 и СП 452.1325800.2019, в котором отражается применение деревянных конструкций для общественных и жилых многоквартирных домов. В следующем году произошли изменения в СП 64.13330.2017 – изменились требования по расчету перекрестноклееной древесины. В 2022 году появились СП 515.1325800.2022 и СП 516.1325800.2022, в которых отражает правила проектирования и строительства из клееного бруса и срубных конструкций.

Минстроем и МЧС России была утверждена дорожная карта до 2024 года по развитию деревянного домостроения. Планируется увеличить область применения деревянных конструкций, проведение технических регламентов, а также подготовка пилотных проектов жилых и общественных зданий этажность от 3 до 12, построенных по технологии CLT (перекрестноклееной древесины).

Учитывая перспективность применения деревянных конструкциях, можно констатировать, что влагонакопление стеновой конструкции из дерева в десятилетнем цикле является актуальной целью для исследования.

При численном расчете тепловлажностные характеристики строительных материалов заданы функциональными зависимостями. Коэффициент теплопроводности задан в зависимости от влажности и температуры.

Температура и относительная влажность наружного воздуха (таблица 3) представлена в двух вариантах – первый, когда температура соответствуют нормативу [4] и при ухудшающихся условиях на 10%, что отражено в таблицу через черту.

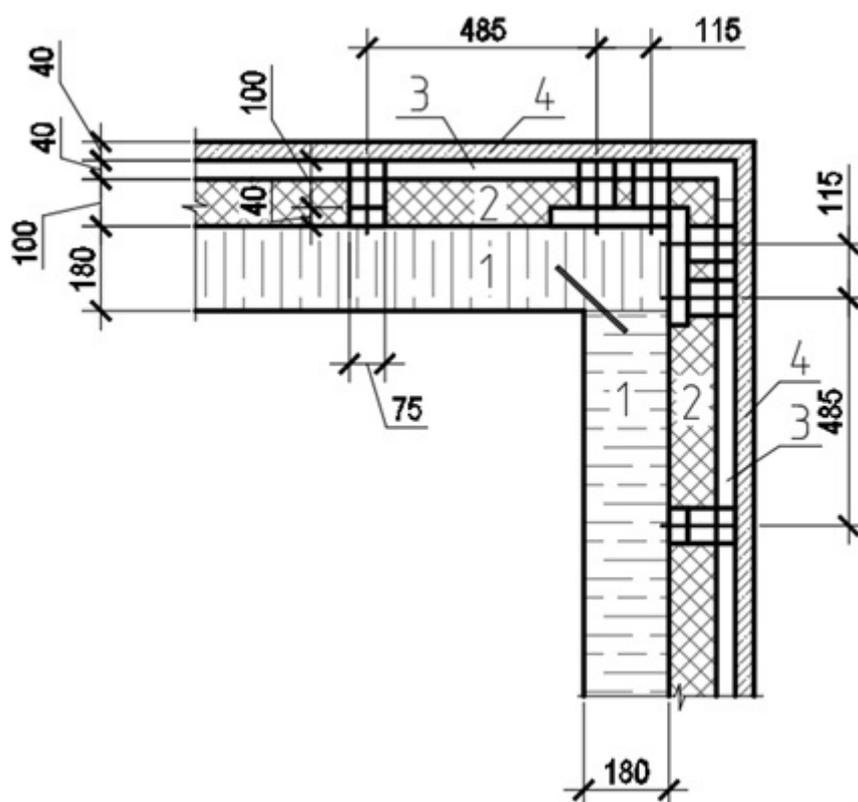


Рисунок 1. Исследуемый узел - деревянной ограждающей конструкции: 1 – деревянный брус 180x180 мм; 2 – ТЕХНОВЕНТ ПРОФ плиты минераловатные из каменного волокна; 3 – вертикальная воздушная прослойка; 4 – облицовочный слой UPM ProFi

Граничные условия с внешней стороны задавались согласно требованиям СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» для г. Красноярска [4], с внутренней – СП 50.13330.2012 [3].

Таблица 1 - Тепло-влажностные характеристики материалов, используемых в расчете наружных ограждающих конструкций

Материал	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроницаемости μ , с
Облицовочный слой UPM ProFi ($\rho=540$ кг/м ³)	$\lambda(\varphi)$	$2,5 \cdot 10^{-11}$
Вертикальная воздушная прослойка	$\lambda(\varphi)$	$2,0 \cdot 10^{-10}$
плиты минераловатные из каменного волокна ТЕХНОВЕНТ ПРОФ ($\rho = 100$ кг/м ³)	$\lambda(\varphi)$	$8,9 \cdot 10^{-11}$
несущий слой из сосны $\rho = 540$ кг/м ³ по ГОСТ 8486-86	$\lambda(\varphi)$	$1,67 \cdot 10^{-11}$
крепежный элемент из стали $\rho = 7850$ кг/м ³	58	-

Таблица 2 - Граничные условия, используемые в расчете [3], [4].

	Коэффициент теплоотдачи, $\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{н}}$ Вт/м²·°С	Температура, °С	Влажность, %
Внешняя	23	Табл. 3	72
Внутренняя	8,7	21	50

Таблица 3 - Климатические параметры в г. Красноярске [4].

Месяц	Температура наружного воздуха t_{ext}, °С [3]	Относительная влажность наружного воздуха ϕ_{ext}, % [3]
Январь	-16,3 / -17,9	0,89 / 0,98
Февраль	-13,9 / -15,3	0,83 / 0,91
Март	-5,9 / -6,5	0,72 / 0,80
Апрель	2,4 / 2,6	0,6 / 0,66
Май	9,7 / 10,7	0,56 / 0,62
Июнь	16,4 / 18,0	0,64 / 0,71
Июль	18,7 / 20,6	0,71 / 0,79
Август	15,6 / 17,2	0,77 / 0,84
Сентябрь	9 / 9,9	0,77 / 0,84
Октябрь	1,7 / 1,9	0,75 / 0,82
Ноябрь	-7,4 / -8,1	0,84 / 0,92
Декабрь	-13,6 / -15,0	0,86 / 0,94

Результаты приведены на рисунках 2 и 3. Также отдельно вынесен участок, как отдельным материалов, деревянные направляющие у саморезов. Численные значения приведены в таблице 4.

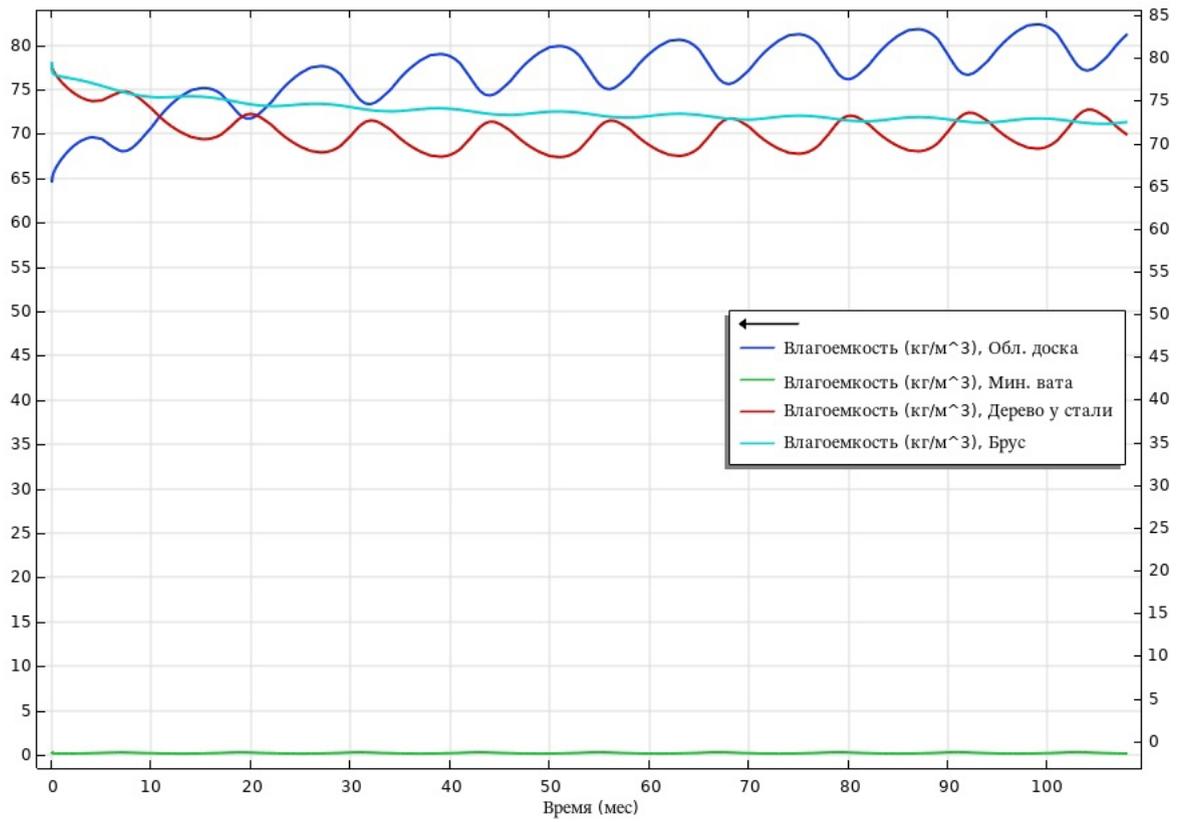


Рисунок 2. Влагодомкостъ за десетилетний цикл

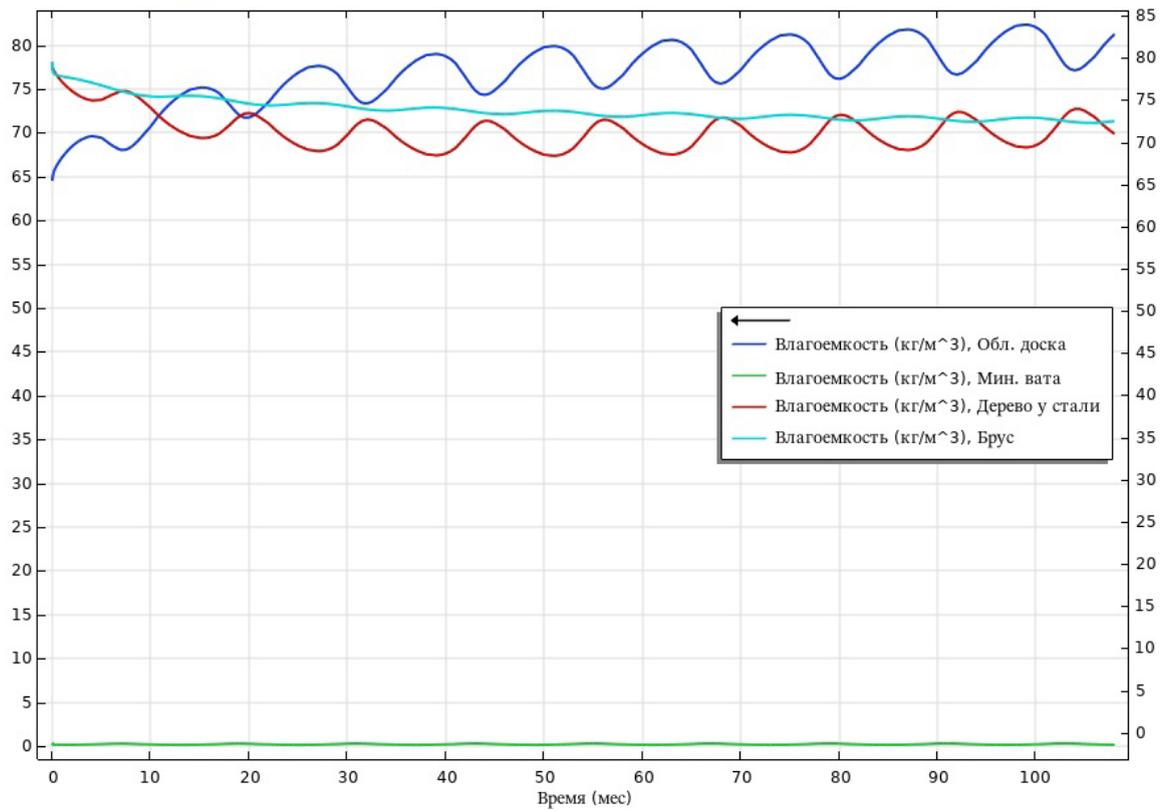


Рисунок 3. Влагодомкостъ за десетилетний цикл с ухудошующимися условиями

Таблица 4 - Влагонакопление по слоям конструкции.

Слой	Содержание влаги, кг/м ³		
	В начале цикла	В конце цикла	Процентное соотношение
Сосна (несущий слой)	77,6	71,3	8,12
Дерево у стали	77,6	69,9	9,92
Сосна (облицовочный слой)	64,6	81,3	-25,9
Минеральная вата	0,29	0,14	51,7

Как видно из таблицы 4, наибольшая влагоемкость в начале цикла наблюдается у несущего слоя и дерево у стали, когда как у облицовочного слоя она ниже. Наименьшая влагоемкость наблюдается у утеплителя ввиду его низкой плотности. В конце цикла во всех слоях ограждающей конструкции наблюдается снижение влагоемкости, кроме облицовочного слоя, в котором наблюдается существенное повышение по массе содержания влаги. Этим и обуславливается в первую очередь выход облицовочного материала из строя. Предлагаемое решение устранения этой проблемы в подборе другого облицовочного материала с лучшим сопротивлением влагонакоплению или же использовать гидрофобное покрытие.

Список литературы

1. Куприянов В. Н., Сафин И. Ш. Паропроницаемость и проектирование ограждающих конструкций // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № С. 385—390.
2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- 3.: СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: актуализированная версия – взамен СНиП 23-02-2003; Введ. 2013-07-1. М. : 2012. 96 с.
4. СП 131.13330.2020. Строительная климатология: актуализированная версия – взамен СНиП 23-01-99; введ. 2021-25-06. М., 2021. 119 с.

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОКОННЫХ БЛОКОВ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ МЕЖСТЕКЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ГАЗОВ

М.В. Драница¹, студент, П.С. Пахомов¹, студент, Н. Е. Киреев¹, студент,
А.С. Орешонков^{1,2}, канд. физ.-мат. наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

²*Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, Красноярск*

Аннотация: при строительстве и реконструкции зданий встаёт вопрос выбора окон. Распространённым вариантом являются пластиковые. В данной работе обсуждаются вопросы энергоэффективности пластиковых окон при заполнении межстекольного пространства различными видами газов, что в свою очередь способствует снижению теплопотерь и повышению энергоэффективности зданий. Выполнены численные расчеты теплотехнических характеристик различных конструкций оконных блоков в программах THERM 7.6 и WINDOW 7.6. Разработаны рекомендации по использованию стеклопакетов с заполнением различными видами газов для г.Красноярска.

Ключевые слова: оконный блок, наружные ограждающие конструкции, стеклопакет, энергосбережение, энергоэффективность.

Главной причиной повышенного расхода топлива на отопление зданий является низкий уровень теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Наиболее велики теплопотери в ограждающих конструкциях через окна. Большую часть оконного блока занимает стеклопакет, который состоит из камер, которые заполняются различными видами газов. В качестве заполнителя могут выступать: осушенный воздух, аргон, криптон, ксенон, шестифтористая сера. Самым бюджетным заполнителем является осушенный воздух. Заполнение простым воздухом недопустимо, в нем высоко содержание влаги, это приводит к выпадению конденсата во время сезона низких температур.

Заполнение пространства между стёклами инертными газами позволяет повысить теплозащитные свойства стеклопакетов. Из инертных газов чаще используют аргон, так как он имеет доступную стоимость. Ещё одним используемым инертным газом является криптон. Окна, заполненные криптоном, обладают более лучшими теплотехническими характеристиками чем заполненные аргоном, при этом может быть уменьшена толщина стеклопакетов для уменьшения количества используемого газа, что повлияет на стоимость окон в целом. Такой инертный газ как ксенон, на 25-30% хуже пропускает звуковые колебания по сравнению с воздухом и таким образом, при заполнении им пространство между стёклами в окнах, позволяет снизить уровень шума в помещениях. За счет сохранения оптических свойств при любых температурах газ не искажает изображения предметов за окном. Окна с заполнением ксеноном имеют срок службы идентичный с заполнением криптоном. Несколько меньше только коэффициент теплоизоляции, примерно на 5-10 процентов. Цена также достаточно высокая.

Шестифтористая сера – оптимальный вариант при необходимости значительно повысить шумоизоляцию помещения. Стеклопакеты с шестифтористой серой снижают уровень проникновения шума с улицы на два-три децибела. Конструкции с воздухом – всего на один децибел.

В качестве газа-заполнителя для двухкамерных стеклопакетов можно

использовать не один газ, а несколько. В данной работе исследованы различные варианты заполнения межстекольного пространства с учётом климатических условий г. Красноярска. Граничные условия и климатические параметры приняты в соответствии [1] и предоставлены в таблице 1.

Таблица 1 - Граничные условия используемые в расчете

Условия	Температура, °С	Коэффициент теплопередачи, Вт/м ² · °С	Влажность, %
Внутренние	+21	8,7	55
Внешние	-37	23	12

Для определения приведенного сопротивления теплопередаче оконного блока выполнены расчеты в программах THERM 7.6 и WINDOW 7.6, см. рисунок 1.

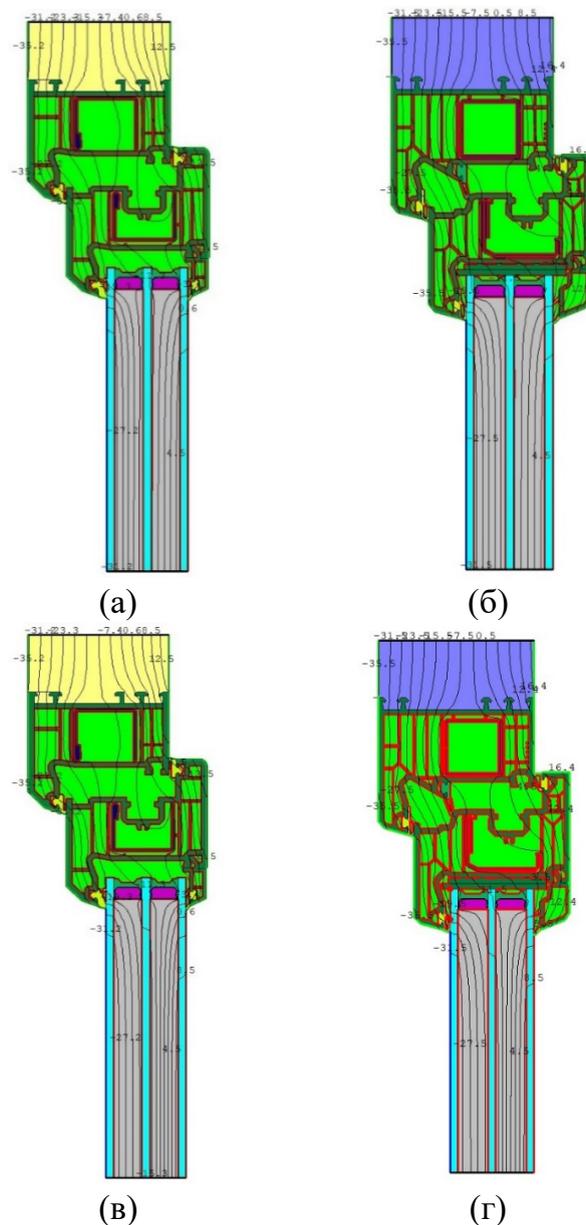


Рисунок 1. Расчеты в программах THERM 7.6 и WINDOW 7.6. (а) – оконный блок с дистанционной рамкой 14 мм, заполнение воздух/воздух; (б) – оконный блок с дистанционной рамкой 16 мм, заполнение воздух/воздух; (в) – оконный блок с дистанционной рамкой 14 мм, стекла с ТОП-покрытием, заполнение воздух/воздух; (г) – оконный блок с дистанционной рамкой 16 мм,

стёкла с ТОП-покрытием, заполнение воздух/воздух.

Результаты расчёта теплового сопротивления оконных блоков при заполнении межстекольного пространства воздухом, аргоном, криптоном, ксеноном и шестифтористой серой (элегаз) при использовании дистанционных рамок шириной $d = 14$ и 16 мм, для стёкол без и с ТОП–покрытием (ТОП – Теплоотражающее покрытие) приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Приведенное сопротивление теплопередаче рассмотренных в данной работе конфигураций оконных блоков.

Заполнение	Приведенное сопротивление теплопередаче оконного блока $R_0^{np}, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$			
	$d = 14$ мм	$d = 16$ мм	$d = 14$ мм, ТОП– покрытие	$d = 16$ мм, ТОП– покрытие
воздух/воздух	0,55	0,61	0,65	0,73
воздух/аргон	0,56	0,62	0,7	0,79
воздух/криптон	0,56	0,63	0,72	0,81
воздух/ксенон	0,57	0,63	0,74	0,85
воздух/элегаз	0,52	0,58	0,58	0,65
аргон/воздух	0,56	0,63	0,67	0,75
аргон/аргон	0,57	0,64	0,71	0,8
аргон/криптон	0,58	0,64	0,73	0,83
аргон/ксенон	0,58	0,65	0,76	0,86
аргон/элегаз	0,54	0,6	0,6	0,67
криптон/воздух	0,57	0,63	0,67	0,76
криптон/аргон	0,58	0,65	0,72	0,81
криптон/криптон	0,58	0,65	0,73	0,84
криптон/ксенон	0,59	0,66	0,76	0,87
криптон/элегаз	0,54	0,61	0,6	0,68
ксенон/воздух	0,57	0,64	0,68	0,77
ксенон/аргон	0,59	0,66	0,72	0,81
ксенон/криптон	0,59	0,66	0,74	0,84
ксенон/ксенон	0,59	0,66	0,76	0,87
ксенон/элегаз	0,55	0,61	0,61	0,69
элегаз/воздух	0,52	0,57	0,62	0,63
элегаз/аргон	0,53	0,59	0,67	0,75
элегаз/криптон	0,53	0,59	0,69	0,78
элегаз/ксенон	0,54	0,6	0,72	0,81
элегаз/элегаз	0,49	0,54	0,55	0,61

Среди рассмотренных конфигураций, не удовлетворяют нормативным требованиям по сопротивлению теплопередаче в климатических условиях г. Красноярска оконные блоки с дистанционными рамками шириной 14 и 16 мм без ТОП–покрытия со всеми вариантами заполнения, включая распространенную конфигурацию воздух/воздух при ширине дистанционной рамки $d = 14$ мм, с ТОП–покрытием.

Установлено влияние заполнения пространства между стёкол различными газами на теплотехнические характеристики стеклопакетов. Так, например, при

варианте заполнения воздух/аргон, значение сопротивления теплопередаче на 5 процентов выше, чем аргон/воздух (дистанционная рамка 16 мм с ТОП–покрытием). Комбинация шестифтористая сера/аргон при ширине дистанционной рамки 16 мм с ТОП–покрытием отвечает значению по тепловому сопротивлению и при этом обеспечивает высокие шумоизоляционные характеристики. Выявлено, что приведенное сопротивление теплопередаче при заполнении газом межстекольного пространства только с внутренней стороны стеклопакета ненамного меньше приведенного сопротивления теплопередаче при заполнении всего межстекольного пространства газами (например, воздух/аргон и аргон/аргон). В качестве предельно допустимых (по сопротивлению теплопередаче для г. Красноярск) конфигураций оконных блоков могут использоваться варианты: $d = 14$ мм с ТОП–покрытием в комбинациях газов воздух/ксенон, аргон/криптон, криптон/криптон и $d = 16$ мм с ТОП–покрытием при заполнении воздух/воздух. Максимально энергоэффективными конфигурациями оконных блоков являются блоки с дистанционной рамкой шириной 16 мм с ТОП–покрытием заполненные газами в комбинациях криптон/ксенон и ксенон/ксенон.

Результаты данной работы могут быть использованы при поиске альтернативных вариантов оконных блоков, не только не уступающих классическим по своим теплотехническим характеристикам, но и превышающим их, что позволит повысить энергоэффективность зданий.

Список литературы

1. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. М.: Минстрой России, 2020. 116 с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Изменение 2. М.: Стандартинформ, 2012. 95 с.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2013. – 11 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСТЕПЛЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

П.Ю. Веде, аспирант, А.М. Жжонных, зав. лабораторией, П.С. Пахомов, студент,
Научный руководитель – Р.А. Назиров^{1,2}, д-р тех. наук, профессор

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: при проектировании фундаментов по принципу сохранения грунтов в мерзлом состоянии возникает задача прогнозирования процесса переноса тепла в основании. Согласно исследованиям снеговой покров оказывает значительное влияние на состояние многолетнемерзлых грунтов. Зачастую температура верхних слоев грунта в большей степени зависит от высоты снежного покрова. Данное исследование направлено на развитие методов моделирования тепловых процессов многолетнемерзлых грунтов путем учета реальных теплотехнических характеристик снежного покрова. Предложен новый подход к моделированию теплопереноса в многолетнемерзлых грунтах. Целью настоящего исследования является рассмотрение возможности получения функциональной зависимости сопротивления снежного покрова от его высоты (h , см) за весь холодный период. Данный метод моделирования позволит избавиться от задания геометрических параметров снежного покрова, учитывать изменение теплотехнических характеристик снега вследствие его уплотнения и других факторов, экономить вычислительные ресурсы, получать более достоверные результаты за счет использования экспериментальных данных, полученных в натуральных условиях. В рамках исследования были проведены натурные измерения градиентов температур по высоте снежного покрова и грунта в климатических условиях города Красноярск.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, растепление, снежный покров, граничные условия.

Введение

Развитие территорий Крайнего Севера в Российской Федерации – одна из важнейших экономических задач страны. Здесь добывается 72% всей нефти и газового конденсата, 93% естественного газа, никелевые и железные руды и т.д. Однако возведение объектов капитального строительства в условиях арктического климата является нетиповой задачей для инженеров. Связано это, в том числе, с геологическими условиями, а именно многолетнемерзлыми грунтами и изменением их несущей способности с течением времени.

При проектировании фундаментов по принципу сохранения грунтов в мерзлом состоянии возникает задача прогнозирования процесса переноса тепла в основании на несколько десятилетий, в зависимости от срока эксплуатации объекта, при этом учитывается сопротивление теплопередачи снегового покрова.

Согласно исследованиям снеговой покров оказывает значительное влияние на состояние многолетнемерзлых грунтов [1,2]. Результаты корреляционного анализа данных в работе [3] показывают, что зачастую температура верхних слоев грунта в большей степени зависит от высоты снежного покрова, чем от температурных изменений воздуха.

Таким образом, термическое сопротивление снегового покрова является одним из основных элементов в моделях прогнозирования тепловых процессов многолетнемерзлых грунтов. Сложность заключается в том, что теплотехнические характеристики снега во многом зависят от его плотности, возраста, наличия льда, и т.д. Как правило, при моделировании подобных систем, применяются только

зависимости коэффициента теплопроводности снега от его плотности [4, 5] без учета других факторов, что в свою очередь может приводить к увеличению ошибки конечного результата. Данное исследование направлено на развитие методов моделирования тепловых процессов многолетнемерзлых грунтов, путем учета реальных теплотехнических характеристик снежного покрова.

Целью настоящего исследования является рассмотрение возможности получение функциональной зависимости сопротивления снежного покрова от его высоты (h , см) за весь холодный период. Такой подход позволит задавать в численных моделях граничное условие третьего рода в виде функциональных зависимостей температур, $t(\tau)$ и коэффициента теплоотдачи, $\alpha(\tau)$ от времени. Коэффициент теплоотдачи, в свою очередь, будет зависеть от высоты снежного покрова за весь снежный период. Данный метод моделирования позволит избавиться от задания геометрических параметров снежного покрова, учитывать изменение теплотехнических характеристик снега вследствие его уплотнения и других факторов, экономить вычислительные ресурсы, получать более достоверные результаты за счет использования экспериментальных данных, полученных в натуральных условиях.

Методология

В рамках исследования были проведены натурные измерения градиентов температур по высоте снежного покрова и грунта в климатических условиях города Красноярск. Измерения осуществлялись температурными датчиками, расположенными на отметках 30, 20, 10 см, на поверхности земли, в грунте на глубине 25 см. Данные считывались с интервалом в 1 час, измерения проводились в течение 3-ех месяцев с 26.11.2021 по 2.03.2022, а так же с 18.04.2022 по 20.05.2022. Высота снега регулярно фиксировалась по мерной рейке.

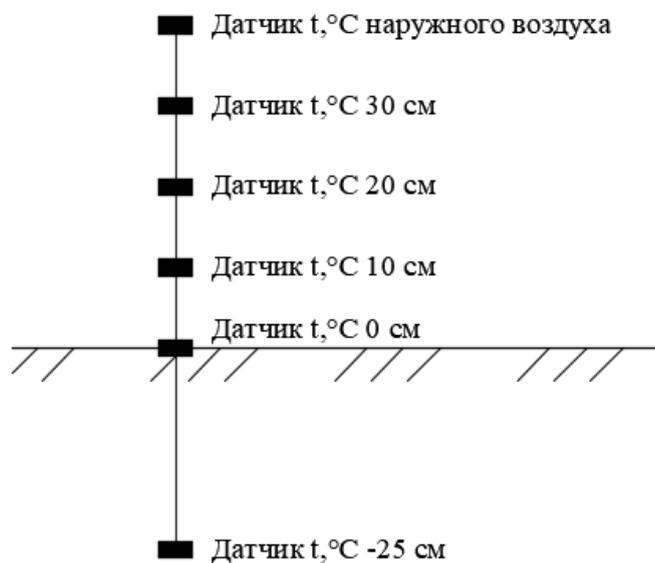


Рисунок 1. Схема расположения датчиков для измерения градиента температур снежного покрова

Искомую зависимость по экспериментальным данным можно получить, используя выражение:

$$\alpha(\tau) = \frac{q_i}{\Delta t_i}, \quad (1)$$

где τ – время, час; Δt_i – разность температур поверхности грунта и воздуха, °С;
 q_i – тепловой поток, Вт/м²;
 α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·°С).

$$q_i = \frac{\Delta t_i}{R}, \quad (2)$$

где Δt_i – разница температур поверхности грунта и грунта на глубине 25 см, °С;
 R – сопротивление теплопередаче грунта, м²·°С/Вт.

Результаты и обсуждение

По результатам натуральных измерений получены температуры по высоте снежного покрова и грунта в течение трех месяцев. Полученные данные представлены на рисунке 2.

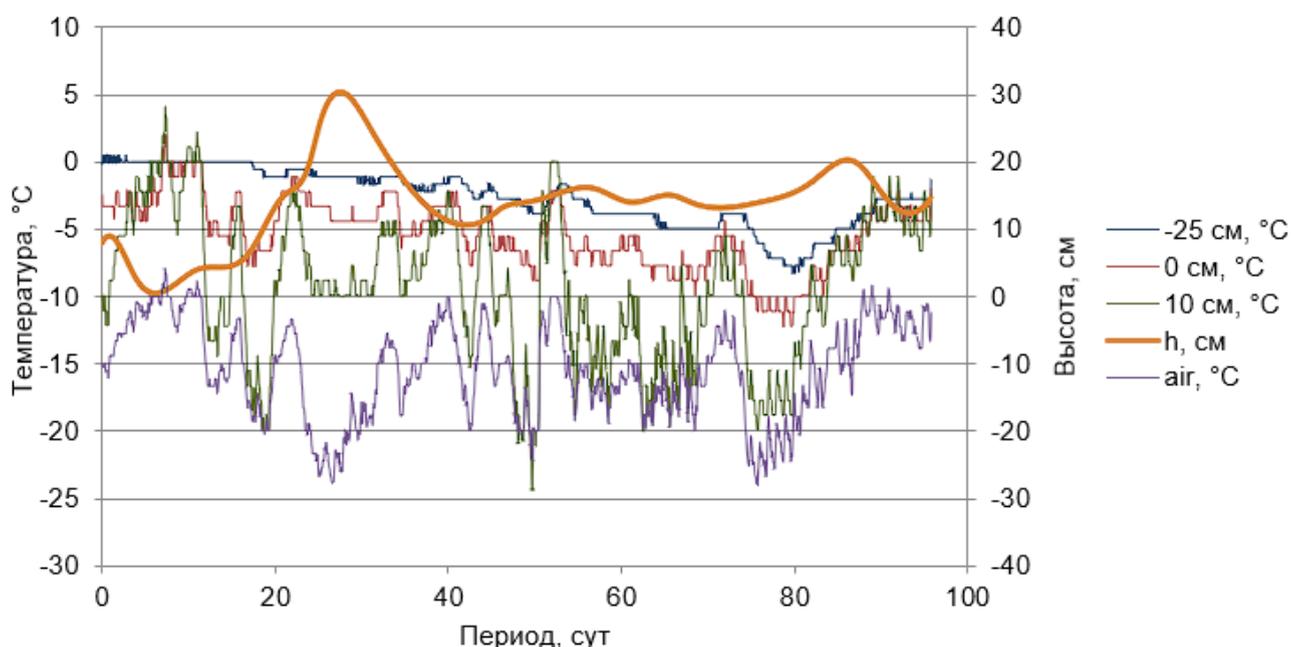


Рисунок 2. Зависимость высоты снежного покрова от температур в зимний период на уровнях (-25 см, 0 см, 10 см), а также температуры окружающей среды

По имеющимся данным получение искомой зависимости не представляется возможным, корреляция не наблюдается. Это может быть связано со значительным влиянием ветра и солнечной радиации на теплоотдачу поверхности, а при небольшой толщине снегового покрова эти факторы являются преобладающими в формировании общего сопротивления теплопередаче. Как видно из графика на рисунке 2, высота снегового покрова составляла 10-15 см. Очевидно, только значений температур для расчета искомой зависимости недостаточно. Для получения достоверных результатов необходимо параллельно фиксировать величину теплового потока.

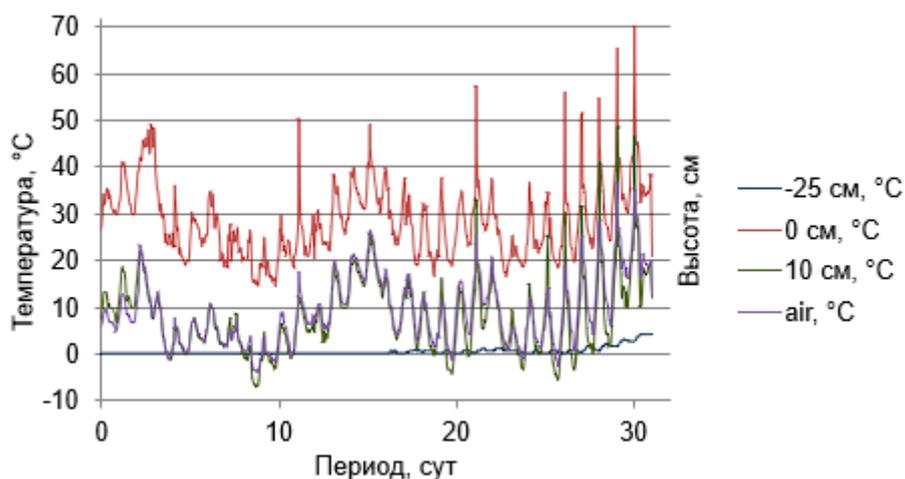


Рисунок 3. Зависимость высоты снежного покрова от температур в период фазовых переходов грунте на уровнях (-25 см, 0 см, 10 см), а также температуры окружающей среды

На рисунке 3 представлены данные с 18.04.2022 по 20.05.2022. На графике можно наблюдать оттаивание грунтов на глубине 25 см. Об этом свидетельствует постоянная температура $t = 0^{\circ}\text{C}$ в течение длительного периода (до 15 суток). Это говорит о том, что скрытая теплота фазового перехода вносит существенный вклад в тепловую инерцию грунта.

Полученные данные могут быть использованы для верификации методов расчета в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Павлов А. В. Мониторинг криолитозоны. Новосибирск: «Гео», 2008. 229 с.
2. Шерстюков А. Б., Анисимов О. А. Оценка влияния снежного покрова на температуру поверхности почвы по данным наблюдений //Метеорология и гидрология. – 2018. – Т. 2. – С. 17-25.
3. Шерстюков А. Б. Корреляция температуры почвогрунтов с температурой воздуха и высотой снежного покрова на территории России //Криосфера Земли. – 2008. – Т. 12. – №. 1. – С. 79-87.
4. Sturm M. et al. The thermal conductivity of seasonal snow //Journal of Glaciology. – 1997. – Т. 43. – №. 143. – С. 26-41.
5. Осокин Н. И., Сосновский А. В., Чернов Р. А. Коэффициент теплопроводности снега и его изменчивость //Криосфера Земли. – 2017. – Т. 21. – №. 3. – С. 60-68.



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY



Инженерно-Строительный Институт



КРАСНОЯРСКИЙ КРАЕВОЙ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ»

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ ПО МАТЕРИАЛАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(19-21 октября 2022 | Красноярск, Россия)

Организаторы конференции:

Инженерно-строительный институт
Сибирский федеральный университет

Конференция проводится при поддержке:

- Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»
- Министерства строительства Красноярского края
- Министерства промышленности, энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Красноярского края
- Министерства транспорта Красноярского края
- Группы строительных компаний «Красстрой»
- ООО «Енисейстрой»
- ООО «Альфа»
- ООО «ГК Бриз»
- ОУ «Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений» (ОУ «ККДНиТ»)

Верстка сборника и загрузка в ELibary:

ОУ «Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений» (ОУ «ККДНиТ»)

© Инженерно-строительный институт СФУ, 2022

© Коллектив авторов, 2022

г. Красноярск, 2022