



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБСТРИН



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК

XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

НОВОСИБИРСК 2026

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБСТРИН

XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Сборник содержит тезисы докладов XIX Международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы архитектуры и строительства» (21-23 апреля 2026 года, Новосибирск). В сборнике представлены тезисы докладов по вопросам строительных конструкций, оснований и фундаментов, расчета сооружений; современных проблем архитектуры и городского планирования; природоохранных технологий водохозяйственного и водноэнергетического комплексов и энергосбережения; технологии, организации и механизации строительства; моделирования процессов переноса и информационных технологий; актуальных вопросов филологии и методики преподавания иностранных языков и русского языка как иностранного; актуальных проблем экономики, менеджмента и социологии; современных строительных материалов и ресурсосберегающих технологий; дифференциальных уравнений и математической физики; решений экологических проблем в Сибирских регионах (КСК Юнеско).

Председатель

Михальченко О.Ю., д-р техн. наук, проректор по НРиЦ

Заместитель председателя

Себешев В.Г., канд. техн. наук, профессор, почетный член РААСН

Секретарь

Кругликова А.В.

Организационный комитет

Рудяк В.Я., д-р физ.-мат. наук, профессор,
гл. науч. сотр.

Адищев В.В., д-р техн. наук, доцент

Ильина Л.В., д-р техн. наук, профессор

Молодин В.В., д-р техн. наук, доцент

Островский Л.К., д-р ист. наук, доцент

Федорович Т.В., д-р экон. наук, доцент

Синеева Н.В., канд. техн. наук

Сатретдинова Р.С., канд. филол. наук,
доцент

Комкова А.С., канд. филол. наук, доцент

Смирнова О.Е., канд. техн. наук, доцент

Косолапова И.А., канд. техн. наук,
доцент

Гвоздев В.А., канд. техн. наук, доцент

Гудков А.А., канд. архитектуры, доцент

Тезисы докладов представлены в авторской редакции.

Тезисы докладов заочных участников отмечены знаком «».*

1 СЕКЦИЯ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ
РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ

1.1 ПОДСЕКЦИЯ

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

МОНИТОРИНГ КОЛЕБАНИЙ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Калачева В.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Обобщающий доклад по теме диссертационного исследования. Ранее авторами был проведен сравнительный анализ методов экспериментальной оценки амплитудно-частотных характеристик зданий и представлен обоснованный выбор наиболее рационального метода, метода Накамуры, для натурного определения собственных частот колебаний монолитного железобетонного высотного здания для встраивания в автоматизированную систему постоянного мониторинга инженерных конструкций зданий и сооружений [1]. Было продемонстрировано, что консольные модели являются эффективными для алгоритмизации процессов автоматической обработки данных динамического мониторинга с целью исключения накопления больших объемов первичной информации. Показано, что такие модели соответствуют пространственным моделям с жесткими перекрытиями [2]. Определена логарифмическая зависимость коэффициента редуцирования жесткости консольной модели по отношению к пространственной модели с податливыми перекрытиями в результате численных исследований. Также, проведена серия численных экспериментов с целью выявить, какая из динамических нагрузок, ветровая или сейсмическая, является наиболее критической для высотных зданий. Выявлено, что для местностей до 6 ветрового района включительно наиболее значимыми являются сейсмические воздействия интенсивностью 5 и более баллов по макросейсмической шкале MSK-64. Таким образом, учет слабых сейсмических событий обязателен для высотных зданий во всех ветровых районах кроме седьмого [3], т.е. для жилых зданий высотой более 75 м и общественных зданий выше 50 м.

Проведены инструментальные измерения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) четырех существующих зданий с монолитным железобетонным каркасом с использованием программно-аппаратного комплекса «Регистр-SD». Результаты натурного определения АЧХ хорошо коррелируют с результатами определения АЧХ по результатам анализа численных моделей зданий методом конечных элементов в расчетном комплексе SCAD.

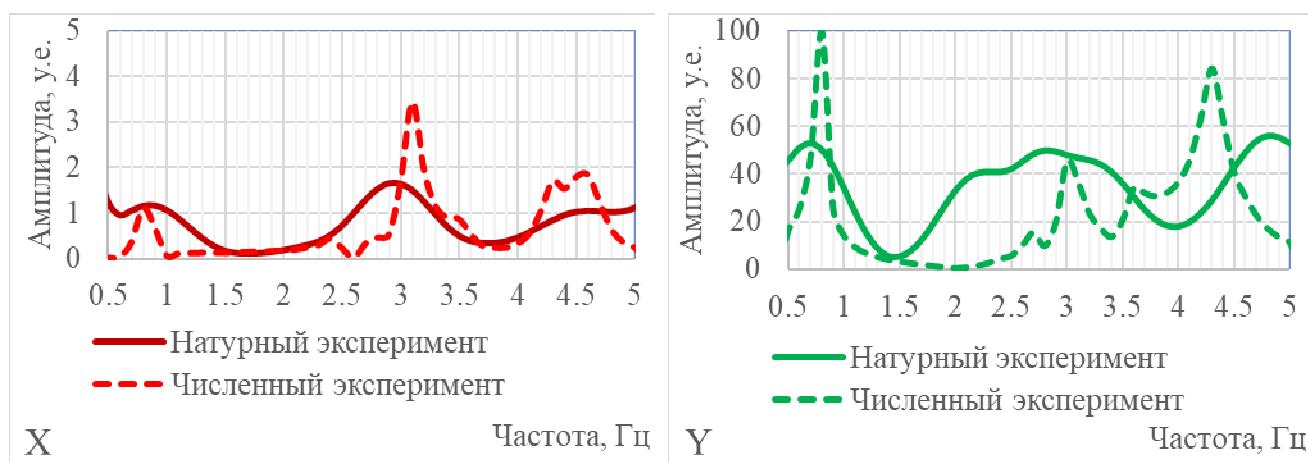


Рисунок 1 – Сравнение спектров АЧХ одного из зданий по осям X, Y при натурном и численном экспериментах

Список литературы

1. Адищев В.В., Калачева В.В., Михайлов В.С. Экспериментальная оценка амплитудно-частотных характеристик зданий с монолитным железобетонным каркасом// Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2025. №2. С.22-27
2. Адищев В.В., Калачева В.В., Михайлов В.С. Определение динамических характеристик здания на основе численных экспериментов// Известия вузов. Строительство. 2024. №12. С.15-29
3. Адищев В.В., Калачева В.В., Михайлов В.С., Акбиев Р. Т. Динамические нагрузки на высотные здания от воздействий ветра и землетрясений. Сравнительный анализ// Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2025. №4. С.21-26

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ*

Мохова Т.В., Журавлева Д.Р., Сухина К.Н.

Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета,
400074, Россия, Волгоград, ул. Академическая 1

Железобетонные конструкции играют ключевую роль в современном строительстве. Однако в условиях повышенного радиационного фона, свойства железобетона могут существенно изменяться [1, 2].

Основным материалом железобетонных конструкций является бетон – композитный материал, состоящий из цементного камня, заполнителей и воды. Под действием гамма - и нейтронного излучения в бетоне происходит нарушение кристаллической структуры минералов и накопление микродефектов; исследования показывают, что кварцевые заполнители под облучением могут терять кристаллический порядок, что ведет к снижению плотности и изменению химических свойств минералов, что может негативно сказаться на сроке службы бетонных конструкций [1, 3].

Ионизирующее излучение способно ускорить процессы радиационного разрушения бетона за счёт образования дефектов кристаллической структуры и микротрещин. Накопление таких повреждений приводит к нарушению прочностных характеристик и снижению устойчивости материала к механическим нагрузкам при длительном облучении. Помимо этого, радиация влияет на разложение гидратированных фаз цементного камня, что оказывает влияние на характеристики защитного слоя бетона, обеспечивающего долговременную защиту арматуры [1, 4].

Особое внимание нужно уделять арматурной стали. В нормальных условиях бетон защищает сталь от ржавчины за счёт щелочной среды, которая создаёт на поверхности стали защитный слой. Однако воздействие радиации способствует нарушению защитного слоя, что приводит к снижению коррозионной стойкости арматуры, особенно в сочетании с другими агрессивными факторами, такими как повышенная влажность и хлориды [2, 5].

Коррозионные процессы в арматурной стали проявляются через образование ржавчины, развития трещин и отслоение защитного бетонного покрытия, что влияет на снижение несущей способности железобетонных конструкций [5]. Радиационный эффект может оказать комплексное воздействие на долговечность конструкций так как коррозия арматуры тесно связана с изменением бетона и его устойчивостью.

Материалы с повышенными свойствами радиационной защиты имеют ключевое значение для повышения стойкости строительных конструкций к воздействию радиации. Альтернативные радиационно – защитные бетоны с высокой плотностью или специализированным составом заполнителей (например, баритсодержащие) обладают повышенной эффективностью ослабления гамма - и нейтронного излучения, что способствует снижению повреждений материала в целом [4]. Такие бетоны применяются в объектах атомной энергетики для усиления биологической защиты сооружений.

Подводя итог, воздействие ионизирующего излучения на железобетонные конструкции выражается через изменения структуры бетона, ухудшение прочностных характеристик и негативным влиянием на защитные свойства стальной арматуры. Для обеспечения безопасности и долговечности объектов, работающих в условиях повышенной радиации, необходима комплексная оценка радиационной стойкости материалов и применение специальных составов бетонов и защитных технологий.

Список литературы

1. Денисов А. В. Радиационные изменения заполнителей бетона при облучении гамма-излучением // Журнал гражданского строительства. – 2020. – № 4. – с. 94–109. – URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2/j21-165.pdf> (дата обращения 09.03.2026). – Текст: электронный.
2. Гарибов Р. Б. К вопросам влияния схем воздействия радиационных сред и нагрузок на армированные элементы конструкций // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2017. – Т. 13, № 4. – С. 53–57. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-vliyaniya-razlichnyh-shem-vozdeystviya-radiatsionnyh-sred-i-nagruzok-na-armirovannye-plastinchatye-elementy-konstruktsiy> (дата обращения 09.03.2026). – Текст: электронный.
3. Аксенов Я. А. Некоторые вопросы условий работы железобетонных конструкций в условиях радиации // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. 2014. №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-voprosy-usloviy-raboty-zhelezobetonnyh-konstruktsiy-v-usloviyah-radiatsii> (дата обращения: 09.03.2026). – Текст: электронный.
4. Павленко З. В. Радиационное упрочнение материала защиты для атомных реакторов АЭС // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – с. 73–76. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/radiatsionnoe-uprochnenie-materiala-zaschity-dlya-atomnyh-reaktorov-aes> (дата обращения: 09.03.2026). – Текст: электронный.
5. Овчинникова Т. С. Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных конструкций // интернет-журнал «Наукovedение». – 2014. – Вып. 5(24). – с. 10–11. – URL: <http://naukovedenie.ru/pdf/06ko514.pdf> (дата обращения: 09.03.2026). – Текст: электронный.

УСИЛЕНИЕ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОНОМ

Попов В.М., Яцковец О.А.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),
190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4

В практике реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений часто возникает необходимость повышения несущей способности и эксплуатационной надежности изгибаемых железобетонных элементов. Одним из перспективных способов усиления является устройство дополнительного слоя сталефибробетона, обладающего повышенной трещиностойкостью, более высокой прочностью на растяжение и большей стойкостью к агрессивным средам (воздействие ЦЗО, хлоридов) по сравнению с обычным бетоном. Применение рубашек из сталефибробетона позволяет повысить несущую способность, жесткость и трещиностойкость железобетонных балок при относительно небольшом увеличении массы конструкции и без значительного изменения ее геометрических параметров [1].

Анализ существующих исследований показывает, что использование сталефибробетона в растянутой или сжатой зоне сечения позволяет существенно повысить прочностные и деформационные характеристики изгибаемых элементов, а также снизить ширину раскрытия трещин [2]. Вместе с тем, применение данного метода усиления в инженерной практике в нашей стране ограничивается отсутствием достаточно простых и универсальных расчетных методик, позволяющих учитывать совместную работу существующей железобетонной конструкции и усиливающего слоя сталефибробетона, а также соответствующих нормативных документов.

В настоящем докладе рассмотрены инженерные методы расчета изгибаемых железобетонных элементов таврового профиля, усиленных сталефиброжелезобетоном. Принято допущение о совместности деформаций бетона и фибробетона, что подтверждается экспериментами в работах других авторов [3-4]. В качестве разрешающих уравнений используются уравнения равновесия продольных усилий и изгибающих моментов.

Предложенный подход позволяет определять несущую способность изгибаемых железобетонных конструкций, усиленных сталефибробетоном и рассчитывать требуемую площадь поперечного сечения продольной арматуры. Полученные решения могут быть использованы для обоснования рациональных параметров усиления изгибаемых железобетонных элементов таврового сечения и повышения надежности реконструируемых строительных конструкций.

Список литературы

1. Радайкин О. В., Шарафутдинов Л. А. К оценке совместного влияния начальных напряжённо-деформированного состояния и силовых трещин на прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных балок, усиляемых сталефибробетонной "рубашкой", на основе компьютерного моделирования в ПК "ANSYS" // Известия КазГАСУ. 2019. №1 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-otsenke-sovmestnogo-vliyaniya-nachalnyh-napryazhyonno-deformirovannogo-sostoyaniya-i-silovyh-treschin-na-prochnost-zhestkost-i>.
2. Уткин Д.Г. ПРОЧНОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЗОННЫМ АРМИРОВАНИЕМ ИЗ СТАЛЬНОЙ ФИБРЫ. // Строительство и реконструкция. 2021;(1):85-95. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-92-6-85-95>.
3. Шарафутдинов, Л. А. Методика расчёта усиления изгибаемых железобетонных элементов сталефибробетоном с применением нелинейной деформационной модели: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // 2022. – 256 с. – EDN HDHGSK.
4. Экспериментальные исследования по обоснованию применения сверхпрочного фибробетона в качестве добавленного слоя усиления в изгибаемых железобетонных элементах / И. М. Сапронов, А. В. Агеев, М. Е. Забродин, Балказар Мосер Браян // Транспортное строительство. – 2024. – № 1. – С. 11-16. – EDN BLQDSA.

1.2 ПОДСЕКЦИЯ

РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СОСТАВНОГО НЕОДНОРОДНОГО СТЕРЖНЯ ПРИ КРУЧЕНИИ

Волков Ф.С.¹, Мищенко А.В.^{1,2}, Гербер Ю.А.¹

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Новосибирское высшее военное командное ордена Жукова училище,
630117, Россия, Новосибирск, ул. Иванова, 49.

Для структурно-неоднородного стержня выполнено моделирование напряженного состояния с применением функции напряжений и мембранной аналогии.

Структура стержня, имеющего призматический общий контур, образована объединением отдельных элементов (слоев), выполненных из различных материалов. За основу принят метод определения касательных напряжений с использованием функции напряжений, удовлетворяющей граничным условиям на контуре поперечного сечения. Метод развит на неоднородные структуры посредством введения функции модулей сдвига материалов. Рассмотрена аппроксимация функции напряжений с помощью гибкой мембраны, опирающейся на контур сечения. Получены конечные зависимости для двух компонент касательного напряжения и жесткости неоднородного сечения при кручении.

Произведено численное исследование результатов аналитического решения при использовании трех аппроксимаций функции напряжений: алгебраической, тригонометрической и гиперболической. Выполнено сопоставление аналитических результатов с численными КЭ расчетами по программам Scad office и Ansys.

ЧИСЛЕННОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Газизов С.Р.¹, Кожевников А.Н.¹

¹ Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Элементы конструкций в виде пластин находят широкое применение в машиностроении, авиационной и космической технике. Типичными представителями таких систем являются крылья летательных аппаратов, лопатки турбин, элементы силовых рам и панели обшивки спутников. Для перечисленных объектов надежность функционирования напрямую связана с их динамическим поведением, вследствие чего ключевой задачей проектирования становится точное определение соответствующих им частот и форм колебаний.

Объектом исследования является пластина из материала АМг5 – алюминивно-магниевый сплав [1]. Определение частот и форм собственных колебаний выполнялось методом конечных элементов в программном комплексе ANSYS с последующей экспериментальной верификацией полученных результатов (см. рис. 1).

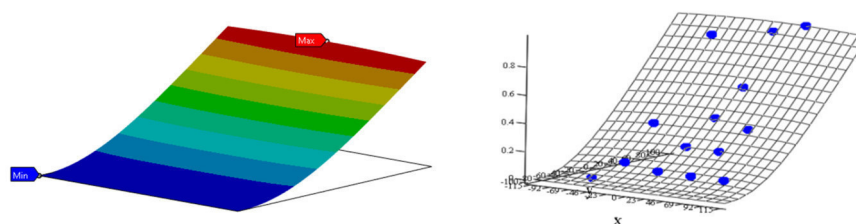


Рисунок 1 – Первая форма колебаний из ANSYS (слева); первая форма колебаний, обозначенная синими точками из эксперимента (справа)

В результате проведения экспериментально-расчетного исследования колебаний пластинчатых конструкций при различных условиях закрепления можно отметить следующие результаты:

1. Верификация численной модели. Разработана конечно-элементная модель в ANSYS, учитывающая реальные условия закрепления пластины (наличие прижимного уголка в отличие, например, от точечного закрепления). Экспериментальное исследование, проведенное с использованием датчика ЛЭПТОН-1 подтвердило гипотезу о необходимости моделирования условий закрепления наиболее адекватно реальным: расхождение по первой собственной частоте снизилось до 11% (26,26 Гц расчет против 23,29 Гц эксперимента) относительно 30% для случая идеального закрепления в расчетной модели. Установлено, что степень соответствия расчетных и экспериментальных данных напрямую зависит от точности моделирования граничных условий [2].
2. Влияние типа закрепления на частотный спектр. Экспериментально подтверждено, что изменение граничных условий (переход от консольного закрепления к двухстороннему) приводит к значительному изменению жесткости системы и как следствие, ее динамических характеристик. Методика анализа собственных частот позволяет фиксировать эти изменения, что может служить индикатором общего состояния конструкции [3].
3. Нелинейность изменения частот собственных колебаний при точечном закреплении пластины. Обнаружена оптимальная зона фиксации равная 150 мм между точками прижима, при которой достигается максимальное значение первой частоты колебаний. Перемещение точек закрепления по ребру пластины приводит к снижению частот из-за падения жесткости конструкции. Применение прижимного уголка обеспечивает более высокую жесткость по сравнению с точечной заделкой [4].

Список литературы

1. Фридман, Я.Б. Механические свойства металлов / Я.Б. Фридман. – М.: Машиностроение, 2014. – 368 с.
2. Вибродиагностика и мониторинг технического состояния машин и оборудования: учебное пособие / А.С. Клюев, Р.А. Макаров, В.В. Никифоров. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – 276 с.
3. Газизов С. Р. Исследование возможности контроля технического состояния элементов металлической обшивки на основе ее колебаний = Feasibility study on monitoring metallic shell elements technical state through vibrations control / С. Р. Газизов, А. Н. Кожевников. – Текст: электронный // Решетневские чтения: материалы 29 междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика Михаила Федоровича Решетнева, Красноярск, 10–14 нояб. 2025 г.: в 2 ч. – Красноярск: Изд-во СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2025. – Ч. 1. – С. 140–142.
4. Прокопенко Н.Н., Богданов А.А. Численное исследование влияния локальной податливости закрепления на колебания консольных пластин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2022. – № 3. – С. 45–58.

РЕГУЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЛИНЕЙНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ ДИНАМИЧЕСКИМИ ГАСИТЕЛЯМИ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Гербер Ю.А., Себешев В.Г., Полякова С.Р.

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Применение динамических гасителей колебаний (ДГК) позволяет существенно снизить вибрации в системах подверженных различным периодическим динамическим нагрузкам [1]. При расчетах систем с ДГК, основной сложностью является определение параметров гасителей колебаний – их масс и жесткостей, которые бы позволяли сразу снизить уровень амплитуд перемещений и усилий до приемлемых. Как правило, желаемый результат достигается многократными перерасчётами с варьированием параметров гасителей. Получить необходимые значения перемещений в определенных точках системы возможно, если решать задачу подбора параметров ДГК, как задачу теории регулирования [2]. Выбрав в качестве условий регулирования перемещения точек системы в местах крепления и направлению работы гасителей используя алгоритм, описанный в [3], возможно сразу определять параметры ДГК удовлетворяющие предъявляемым требованиям.

Однако, при записи условий регулирования с использованием перемещений, фактические усилия в системе определяются по результатам расчета системы с подобранными параметрами ДГК и при невыполнении предъявляемых к системе требований по прочности необходимо менять условия регулирования. В работе предложен новый вариант записи условий регулирования – по характерным усилиям в местах крепления ДГК (1).

$$\left[S_{dn+n_d+1}^r \dots S_{dn+2n_d}^r \right]^T = \left[\langle S_{dn+n_d+1}^r \rangle \dots \langle S_{dn+2n_d}^r \rangle \right]^T, \quad (1)$$

где S_{dk}^r ($k = n + n_d + 1, \dots, n + 2n_d$) – внутренние регулируемое динамическое усилие (M_d^r , Q_d^r , N_d^r) в элементах системы в местах креплений ДГК; $\langle S_{dk}^r \rangle$ – ($k = n + n_d + 1, \dots, n + 2n_d$) – требуемые (регламентируемые) динамические усилия ($\langle M_d^r \rangle$, $\langle Q_d^r \rangle$, $\langle N_d^r \rangle$) в местах крепления гасителей.

Основываясь на алгоритме, описанном в [3], с учетом предложенного условия можно сразу получать необходимые усилия. Также предлагается использовать комбинированные условия регулирования – по усилиям и перемещениям. Разработан необходимый формульный аппарат и получены универсальные аналитические зависимости взаимосвязи массы и жесткости каждого ДГК, с учетом условий регулирования и свойств незащищенной системы. Определены условия применимости предлагаемого подхода.

Разработанный метод верифицирован на модельных задачах, решение которых известно (рис.1), а также на различных балочных и рамных (плоских и пространственных) системах с расположением гасителей по различным направлениям.

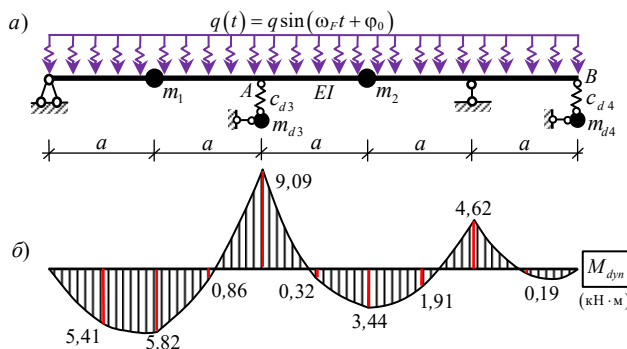


Рисунок 1 – Название рисунка Расчетная модель системы с ДГК (а), динамические эпюры изгибающих моментов при

$$\langle M_A^r \rangle = 9,09 \text{ кН*м и } \langle \Delta_B^r \rangle = 0 \text{ м (б)}$$

Список литературы

1. Коренев Б.Г., Резников Л.М. Динамические гасители колебаний. Теория и технические приложения. М.: Наука, 1988. 304 с.
2. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределимых систем и регулирование усилий в конструкциях: учеб. пособие. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. 164 с.
3. Себешев В.Г., Гербер Ю.А. Регулирование динамическими гасителями колебаний напряженно-деформированного состояния и надежности систем с сосредоточенными массами при гармонических воздействиях // Изв. вузов. Строительство. 2019. № 9. С. 5 – 18.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФРИКЦИОННЫХ ДЕМПФЕРОВ СУХОГО ТРЕНИЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННОМ КАРКАСЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Егерев Э.Н., Семченков Н.В.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений – фактор, который необходимо учитывать, особенно при строительстве в сейсмически-активных районах. В настоящее время одним из главных подходов к повышению сейсмостойкости является использование различных систем сейсмоизоляции. В данной статье предполагается рассмотрение оценки эффективности фрикционных демпферов сухого трения в железобетонном каркасе при различных условиях сейсмического воздействия.

Исследование проведено методом конечных элементов с использованием программного комплекса Abaqus, где была построена модель железобетонного каркаса с демпфером, которая испытывала разную сейсмическую нагрузку (землетрясения магнитудой от 3 до 9 баллов). Также для сравнения были выполнены расчеты варианта конструкции без демпфера.

В ходе исследования было установлено, что наличие демпфера снижает максимальные горизонтальные перемещения и ускорения верхнего этажа, а также напряжения в конструкции по Мизесу. Выявлен эффект стабилизации ускорений.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения фрикционных демпферов для повышения сейсмостойкости каркасных зданий во всем рассмотренном диапазоне нагрузок.

Список литературы

1. Pall A.S., Marsh C. Response of friction damped braced frames // Journal of the Structural Division. – 1982. – Vol. 108, No. 6. – P. 1313–1323.
2. Jaisie S., Yue F., Ooi Y.H. A state-of-the-art review on passive friction dampers and their applications // Engineering Structures. – 2021. – Vol. 235. – P. 112022.
3. Lee B.G. [и др.]. Seismic protection provided by a new diamond-shaped bracing system with a horizontally layered friction damper // Journal of Building Engineering. – 2024. – Vol. 92. – P. 109709.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФРИКЦИОННЫХ ДЕМПФЕРОВ СУХОГО ТРЕНИЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННОМ КАРКАСЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Егерев Э.Н., Семченков Н.В.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений – фактор, который необходимо учитывать, особенно при строительстве в сейсмически-активных районах. В настоящее время одним из главных подходов к повышению сейсмостойкости является использование различных систем сейсмоизоляции. В данной статье предполагается рассмотрение оценки эффективности фрикционных демпферов сухого трения в железобетонном каркасе при различных условиях сейсмического воздействия.

Исследование проведено методом конечных элементов с использованием программного комплекса Abaqus, где была построена модель железобетонного каркаса с демпфером, которая испытывала разную сейсмическую нагрузку (землетрясения магнитудой от 3 до 9 баллов). Также для сравнения были выполнены расчеты варианта конструкции без демпфера.

В ходе исследования было установлено, что наличие демпфера снижает максимальные горизонтальные перемещения и ускорения верхнего этажа, а также напряжения в конструкции по Мизесу. Выявлен эффект стабилизации ускорений.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения фрикционных демпферов для повышения сейсмостойкости каркасных зданий во всем рассмотренном диапазоне нагрузок.

Список литературы

1. Pall A.S., Marsh C. Response of friction damped braced frames // Journal of the Structural Division. – 1982. – Vol. 108, No. 6. – P. 1313–1323.
2. Jaisie S., Yue F., Ooi Y.H. A state-of-the-art review on passive friction dampers and their applications // Engineering Structures. – 2021. – Vol. 235. – P. 112022.
3. Lee B.G. [и др.]. Seismic protection provided by a new diamond-shaped bracing system with a horizontally layered friction damper // Journal of Building Engineering. – 2024. – Vol. 92. – P. 109709.

О ТЕОРИЯХ ПЛАСТИЧНОСТИ, ОСНОВАННЫХ НА МАКСИМАЛЬНОМ И ОКТАЭДРИЧЕСКОМ КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ

Коврижных А. М.

Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,
630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54

Рассматриваются теории пластического сдвига, основанные на максимальном и октаэдрическом касательных напряжениях. Приводится сравнение этих теорий с результатами опытов на различных материалах по пределам текучести, прочности, направлениям скольжения и разрушения. При проведении опытов на малоуглеродистой стали Тейлором и Куини в 1931 г. было установлено существование начальной анизотропии применяемых образцов. Однако этот факт при определении пределов текучести и сравнении теоретических расчётов с данными экспериментов не учитывался. В работе показано, что если учесть начальную анизотропию, то условие пластичности Треска для этой стали лучше подтверждается опытами Тейлора и Куини, чем условие Мизеса. Для горных пород пластическая деформация в предлагаемых моделях являются результатом дилатансионных сдвигов, происходящих в направлениях систем скольжения, связанных с условиями Треска–Кулона и Мизеса–Шлейхера [1-5].

Направления разрушения в этих моделях отождествляются с характеристиками систем дифференциальных уравнений для поля скоростей в области гиперболичности. Для различных материалов и видов напряженных состояний предельные напряжения и направления разрушения, определяемые по теориям пластического сдвига, вполне удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов.

Список литературы

1. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. М.: Изд-во ин. лит-ры, 1954. 648 с.
2. Разрушение. - Т.2. Математические основы теории разрушения. М.: Мир, 1975. С. 336-520.
3. Христианович С.А., Шемякин Е.И. К теории идеальной пластичности. Известия АН СССР. МТТ, 1967, № 4,
4. Коврижных А.М. Пластическое деформирование упрочняющихся материалов при сложном нагружении// Изв. АН СССР. МТТ. 1986. N 4. С.140-146.
5. Коврижных А.М. К теории пластичности учитывающей вид напряженного состояния при сложном нагружении. Известия АН СССР. МТТ, 1987, № 6, с. 98-106.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Кожевников А.Н.

Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

При эксплуатации воздушных линий электропередачи (ВЛ) для обеспечения их надежности применяют периодическое определение Индекса технического состояния (ИТС) функциональных узлов всей линии. Опоры ВЛ относятся к поддерживающим функциональным узлам линии электропередачи, поскольку не участвуют непосредственно в передаче электрической энергии, а выполняют второстепенные функции. Определение ИТС осуществляется на основании инструментального определения ряда параметров состояния как отдельных элементов опоры ВЛ, например, деформация каждого силового элемента, наличие и уровень коррозионного поражения, ослабление болтовых связей, наличие трещин в сварных швах и т.д., так и всей конструкции в целом [1]. Примерами общих параметров являются накренивание опоры относительно вертикали, целостность гирлянды изоляторов и изолирующей подвески и др.

Предлагается заменить все перечисленные выше параметры одним интегральным – экспериментально определенным спектром частот собственных колебаний. Выбранный параметр содержит в себе информацию об изменении как массовых (общая целостность опоры, наличие всех структурных элементов и связей между ними), так и жесткостных (локальные дефекты, ослабление закрепления конструкции в грунте, отсутствие отдельных силовых элементов) характеристик опоры [2]. Среди источников информации достаточно часто встречаются предложения об использовании частот собственных колебаний в качестве индикаторов общего технического состояния объектов и систем [3, 4].

Основная идея методики заключается в сопоставлении экспериментально определенного спектра частот собственных колебаний с некоторым опорным. Под опорным спектром можно понимать и расчетный (на первых шагах) или же статистический, полученный по результатам обширных экспериментов (на более поздних шагах). Статистические результаты являются более предпочтительными, поскольку содержат в себе информацию не только о типовой конструкции, но и об условиях ее эксплуатации. Такой подход позволяет более корректно интерпретировать выявляемые изменения в спектре колебаний отдельной опоры.

Отслеживание изменений в спектре частот собственных колебаний может использоваться как инструмент при решении задач контроля фактического технического состояния конструкции (текущий контроль и периодический мониторинг), организации входного контроля в условиях складского хранения и выявлении признаков наличия подземных дефектов [5]. Третья задача подразделяется на две типовые: непосредственно поиск дефектов в подземной части опоры или ее фундамента и задача оперативной диагностики с определением возможности подъема, например, на деревянную опору контактной сети.

Представленный подход обладает универсальностью, поскольку применим как к промежуточным (наиболее распространенным) или анкерным конструкциям (более мощный силовой набор, но меньшее число экспериментальных данных), так и к уникальным сооружениям (переходные опоры на берегах рек, опоры сверхвысокого класса напряжения). В работе приведены некоторые результаты применения предложенной методики к промежуточным металлическим решетчатым опорам башенного типа и железобетонным одностоечным опорам класса напряжения 110 кВ.

Список литературы

1. СТО 56947007-29.240.01.053-2010. Методические указания по проведению периодического технического освидетельствования воздушных линий электропередачи ЕНЭС. Введ. с 24.08.2010/
2. Бурнышева Т. В., Кожевников А. Н. Методика оценки технического состояния опор воздушных линий электропередачи с учетом типовых эксплуатационных дефектов [Электронный ресурс] // Инженерный журнал: наука и инновации: электрон. журн. - 2021. – № 2 (110). – С. 2. DOI: 10.18698/2308-6033-2021-2-2053.
3. Van der Auweraer H. Structural Dynamics Modeling using Modal Analysis: Applications, Trends and Challenges // proceedings of IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Budapest, Hungary. 2001. vol.3. pp. 1502-1509. doi: 10.1109/IMTC.2001.929456.
4. Исследование частот собственных колебаний металлического стержня с моделированием трещины / Гаврилов А.А., Гребенюк Г.И., Максак В.И., Морозов Н.А. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021;23(2):56-64. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2021-23-2-56-64>.
5. Кожевников А. Н. Исследование влияния ослабления узлов крепления опор воздушных линий электропередачи на их динамические параметры / А. Н. Кожевников, П. В. Ласточкин, Т. В. Бурнышева. - Текст : непосредственный // Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения) : тез. докл. 36 Урал. конф. с междунар. участием, Екатеринбург, 19–20 марта 2025 г. – Екатеринбург : Изд-во ИФМ УрО РАН, 2025. – С. 61–62.

УСТОЙЧИВОСТЬ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОДКРЕПЛЕНИЯМИ ПРИ СЖАТИИ

Копылов В.М.^{1,2}, Ковальчук Л.М.², Бурнышева Т.В.², Кожевников А.Н.²

¹ СибНИА им. С.А. Чаплыгина, 630051, Россия, г. Новосибирск, ул. Ползунова, 21/1

² Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Подкрепленные тонкостенные оболочки применяются в авиа- и ракетостроении в качестве силовых конструкций агрегатов летательных аппаратов. Актуальной является задача выбора типа подкрепления сплошной оболочки с целью повышения ее эксплуатационных характеристик. В данной работе рассматривались восемь типов подкреплений (рис.1), имеющих одинаковую массу, высоту, диаметр, материал.

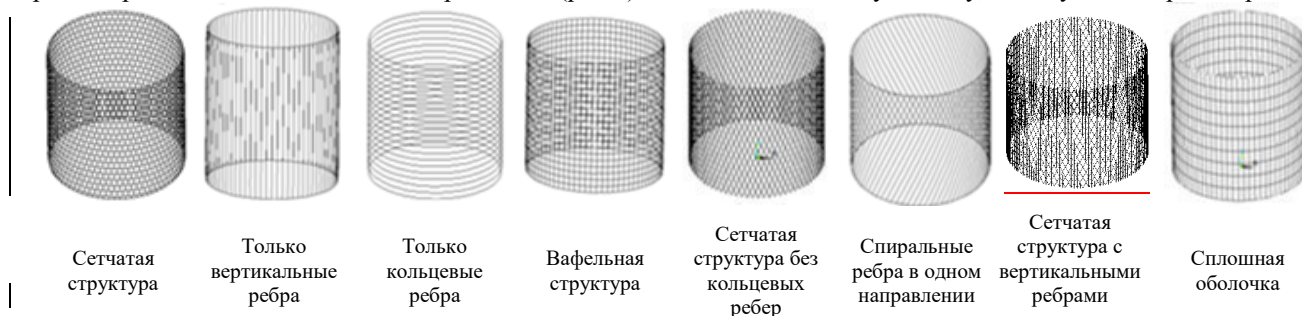


Рисунок 1 – Типы подкреплений

По кромкам конструкций располагались шпангоуты. Нижний шпангоут консольно защемлен, а к верхнему шпангоуту прикладывалась осевая сжимающая эксплуатационная нагрузка равная 108 т.с (1,059 МН). Конечно-элементное моделирование выполнялось в программном комплексе ANSYS MECHANICAL APDL. Для формирования реберной структуры и шпангоутов использовался двухузловой конечный элемент BEAM4. Обшивка моделировалась четырехузловым конечным элементом SHELL181.

Для каждого типа оболочки рассчитывались критические нагрузки (табл.1) и определялись соответствующие формы потери устойчивости (рис.2).

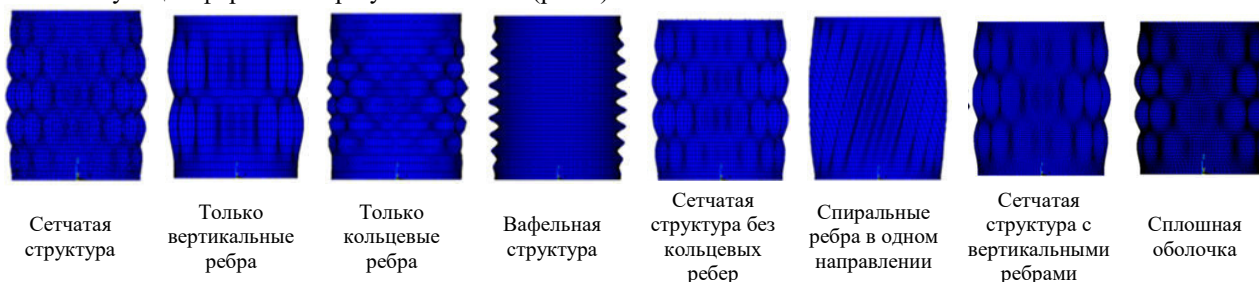


Рисунок 2 – Первые формы потери устойчивости конструкций с выбранным подкреплением

Таблица 1 – Значения критических нагрузок потери устойчивости

№ ТИПА ОБОЛОЧКИ	1	2	3	4	5	6	7	8
Критическая нагрузка, МН	4,248	4,425	0,840	4,257	3,855	2,660	4,553	1,561

Наибольшую критическую нагрузку имеют анизогридные конструкции с кольцевыми (4,248 МН) и вертикальными ребрами (4,553 МН), а также оболочка с вафельным типом подкрепления (4,257 МН). Оболочка с кольцевыми ребрами не выдержала заданную нагрузку и потеряла устойчивость при 79,3% эксплуатационной нагрузки (0,840 МН).

Список литературы

- Ковальчук Л. М. Исследование анизогридных цилиндрических оболочек на прочность, устойчивость и жесткость при кручении = Investigation of anisogrid cylindrical shells for strength, stability and torsional / Л. М. Ковальчук, Т. В. Бурнышева. – DOI 10.26732/j.st.2025.1.03. – Текст : непосредственный // Космические аппараты и технологии = Spacecrafts and technologies : науч. журн. – 2025. – Т. 9, № 1 (51). – С. 23–40
- Исследование напряженно-деформированного состояния и устойчивости изогридной и сплошной конструкций при осевом сжатии / Д. Д. Козырев, Т. В. Гульков, Л. М. Ковальчук, Т. В. Бурнышева. – Текст: непосредственный // Аэродинамика, динамика полета, прочность и конструирование летательных аппаратов: сб. тез. докл. 2 Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, Новосибирск, 10 дек. 2024 г. – Новосибирск : Изд-во СибНИА им. С. А. Чаплыгина, 2024. – С. 30–33. – 50 экз. – ISBN 978-5-6051783-1-6.

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТИ СМЕЖНЫХ ВЫРАБОТОК

Красновский А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала
Сибирского отделения Российской академии наук,
630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54

При обеспечении нормального функционирования горных предприятий во время разработки и эксплуатации месторождений зачастую используют целики различного назначения в зависимости от применяемой технологии. Некоторые из них предполагают ограничение ширины выработки, что достигается оставлением целика и образованием камер [1, 2]. В связи с этим необходимо уметь определять безопасную ширину междуканальных целиков при выбранной ширине камер и глубине залегания массива, которые по условиям взаимодействия с вмещающими породами могут работать в независимом, совместном и комбинированном режимах.

Взаимодействие целиков с вмещающими породами кроме всего прочего определяется типами сил связей с ними и соотношением их жесткостей. Если жесткость целика превосходит жесткость вмещающих пород, то целик действует на вмещающие породы подобно жесткому штампу. В обратном случае действие вмещающих пород приближается к действию жестких плит испытательных прессов, что сопоставимо работе образца, испытываемого на сжатие.

Характер разрушения целиков предопределяется их напряженным состоянием и структурой. Поэтому крайне важно знать напряженно-деформированное состояние на контакте взаимодействующих тел [3].

Рассматривается дополнительная задача по определению напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности двух смежных выработок, разделенных целиком. Целик имеет высоту, равную мощности пласта, и может располагаться несимметрично, а также быть кусочно-однородным.

Метод решения основан на анализе напряженно-деформированного состояния для границ целика, полосы и полуполосы, моделирующих кровлю и пласт, и их сшивке по условиям на контакте (непрерывность нормальных и касательных компонент напряжений и смещений). Решение осуществляется на основе системы сингулярных интегральных уравнений, связывающих граничные значения компонент напряжений и смещений.

Предложенный способ описывает напряженно-деформированное состояние однородного и неоднородного массива горных пород около двух смежных выработок, разделенных целиком. Выписаны соотношения в квадратурах, связывающие значения компонент напряжений и смещений на границе рассматриваемой области и на контактах сред, и построен алгоритм их численной реализации. На тестовом примере показано, что предложенный метод является сходящимся. На основании полученных результатов расчета проведен анализ смещений и напряжений. Установлен характер деформирования контуров выработок и целика при его несимметричном расположении. Предложенный способ позволяет получить условия на контакте целика с вмещающими породами, что дает возможность рассмотреть целик отдельно с соответствующими граничными условиями и провести необходимые расчеты на прочность, подбор ширины целика и т.д.

Список литературы

1. Макаров А. Б., Рассказов И. Ю., Саксин Б. Г., Ливинский И. С., Потапчук М. И. Геомеханическое обоснование параметров камерной системы разработки при переходе на подземный способ добычи руд // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 3. – С. 27–38.
2. Бакиров Ж. Б., Такишов А. А., Бакиров М. Ж., Михайлов В. Ф. Определение ширины целиков при камерной отработке рудного месторождения // Труды университета. 2021. – № 4. – С. 119–125.
3. Красновский А. А. О прочности неоднородных междуканальных целиков // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – 2018. – Т. 5. – № 2. – С. 75–78.

СОВРЕМЕННЫЕ ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Кубасевич А.Е.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4

Повышение требований к обеспечению безопасности сооружений, в т.ч. особо ответственных зданий и сооружений, а также необходимость учета крайне редких экстремальных воздействий (в том числе при оценке устойчивости зданий к прогрессирующему обрушению и огневым воздействиям в условиях сейсмике) обуславливают актуальность развития современных вероятностных методов расчета строительных конструкций.

Вероятность отказа в общем виде определяется интегралом:

$$P(g \leq 0) = \iint_D f_{R,E}(r,e) dr de, \quad (1)$$

где $f_{R,E}(r,e)$ – совместная плотность сопротивления и эффекта воздействия;

D – область отказа при $g(r,e) \leq 0$.

В реальных инженерных задачах, включающих нелинейные расчетные ситуации, зависимые случайные параметры и сложные законы распределения, прямое вычисление интеграла (1) невозможно. В связи с этим на практике используют приближенные вероятностные методы расчета, которые условно можно разделить на следующие группы:

1. Моментные методы: метод двух моментов первого порядка (FOSM – First-Order Second-Moment method); усовершенствованный метод двух моментов первого порядка (AFOSM – Advanced First-Order Second-Moment method).

2. Геометрические методы: метод расчета надежности первого порядка (FORM – First-Order Reliability Method); метод расчета надежности второго порядка (SORM – Second-Order Reliability Method).

3. Имитационные методы: имитационное моделирование Монте-Карло (MCS – Monte Carlo Simulation); метод смещенной выборки (IS – Importance Sampling); метод моделирования подмножеств (SubSim – Subset Simulation) и его модификации.

4. Метамоделирование на основе статистического обучения (Surrogate models): разложение полиномиального хаоса (PCE – Polynomial Chaos Expansion); метод регрессии на основе гауссовского процесса/кригинг (Kriging).

5. Комбинированные методы: FORM и IS; Kriging и MCS; Surrogate в сочетании с SubSim и др.

В отечественной литературе достаточно подробно рассмотрены аналитические методы FOSM, AFOSM, FORM и классический метод имитационного моделирования MCS [1-2]. Метод расчета надежности второго порядка (SORM) [3] и эффективные подходы имитационного моделирования для редких событий, такие как Importance Sampling [4] и Subset Simulation [5], активно развивающийся в последующие десятилетия, представлены значительно менее полно, особенно в прикладном аспекте для решения инженерных задач.

В докладе излагаются методы SORM, Importance Sampling, Subset Simulation. Алгоритмы приводятся в практико-ориентированной форме, пригодной для непосредственного применения в инженерных расчетах. Обозначены границы применимости каждого рассмотренного метода и направления их дальнейшей доработки для повышения точности и эффективности оценок вероятности отказа.

Список литературы

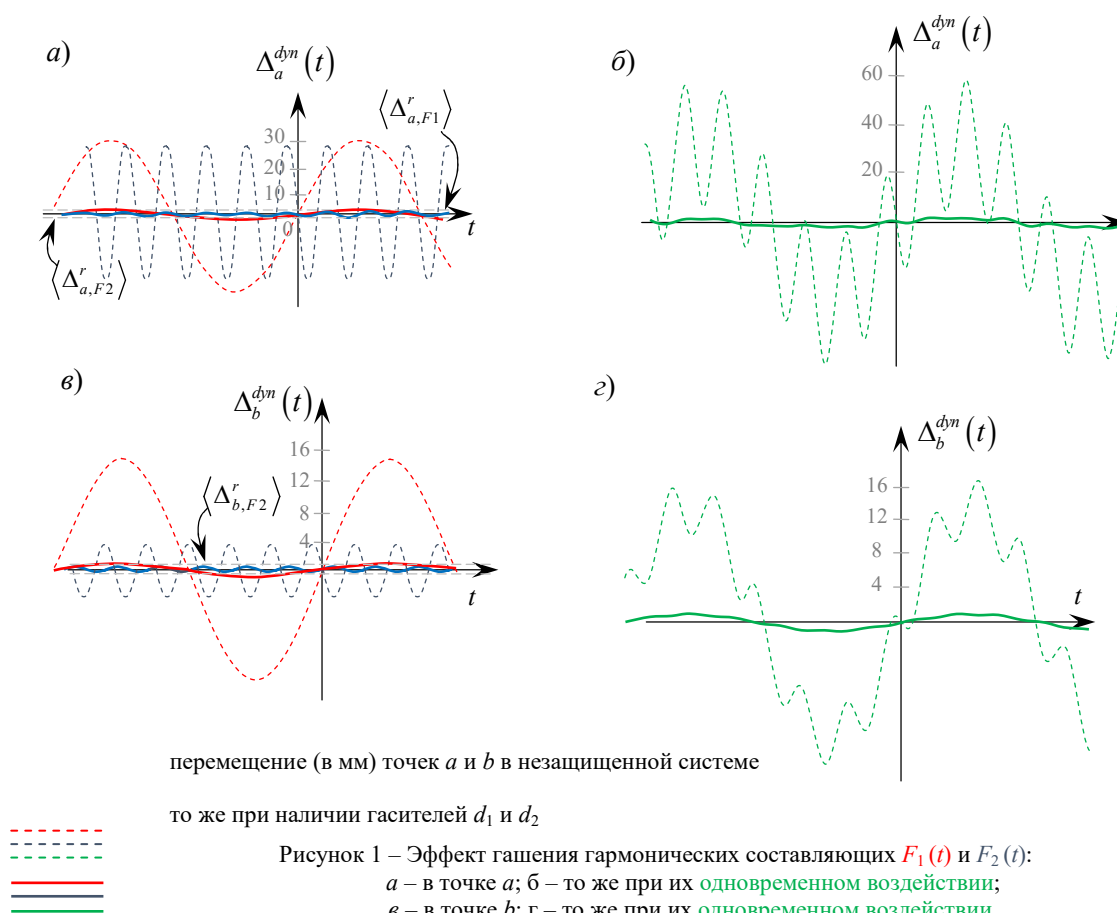
1. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. – М.: Стройиздат, 1978. – 40 с.
2. Мкртычев О.В., Райзер В.Д. Теория надежности в проектировании строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 904 с.
3. Tvedt L. Distribution of quadratic forms in normal space – Application to structural reliability // Journal of Engineering Mechanics. – 1990. – Vol. 116, № 6. – PP. 1183–1197. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1990\)116:6\(1183\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1990)116:6(1183)).
4. Rubinstein R.Y., Kroese D.P. Simulation and the Monte Carlo Method, 2nd ed. New York: Wiley, 2008. 367 p. https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2008.01138_11.x.
5. Zuev K.M., Beck J.L., Au S.-K., Katafygiotis L.S. Bayesian post-processor and other enhancements of Subset Simulation for estimating failure probabilities in high dimensions // Computers & Structures. – 2012. – Vol. 92–93. – PP. 283-296. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2011.10.017>.

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ РАСЧЕТА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ КОМПЛЕКСАМИ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

Люфт Н.А., Себешев В.Г.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Представлено решение задачи виброзащиты сооружений и строительных конструкций от полигармонических динамических воздействий, основанное на усовершенствованной постановке и соответствующих рациональных дополнениях расчетной модели. Задача гашения колебаний формулируется как задача регулирования параметров состояния линейно деформируемой системы, защищаемой от вибрации комплексом динамических гасителей колебаний, параметры которых определяются с учетом изначально заданных требований к амплитудам колебаний перемещений в контрольных точках конструкции. Используется ранее предложенный авторами декомпозиционный подход [1], трансформированный в направлении повышения точности. Его эффективность и возможности расчетного аппарата продемонстрированы на примерах модельных и тестовых задач. Показано, что расчетные параметры гасителей, полученные аналитически, обеспечивают выполнение заданных условий регулирования амплитуд колебаний (см. рис. 1).



Список литературы

1. Себешев В.Г., Люфт Н.А., Гербер Ю.А. Метод расчета параметров комплексов динамических гасителей колебаний как регуляторов напряженно-деформированного состояния сооружений и конструкций при полигармонических воздействиях // Строительство и реконструкция. 2025. № 3(119). С. 45-59.
2. Корнев Б.Г., Резников Л.М. Динамические гасители колебаний: Теория и технические приложения. М.: Наука, 1988. 304 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНЫХ СТЕРЖНЯХ ПРИ ВАРИАЦИОННЫХ ПОСТАНОВКАХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ

Мищенко А.В.^{1,2}, Вешкин М.С.¹

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Новосибирское высшее военное командное ордена Жукова училище,
630117, Россия, Новосибирск, ул. Иванова, 49

Рассмотрена вариационная постановка задачи оптимизации геометрической конфигурации слоисто-неоднородного стержня (рис. 1) при условии постоянства суммарной стоимости материалов. В качестве критерия оптимальности принят интегральный критерий минимума энергии деформации при варьировании геометрических функций, профилирующих слои стержня. В настоящее время данный подход, применяемый в однородных системах, требует развития и распространения на сложные неоднородные среды, разработки методики применения в строительных конструкциях.

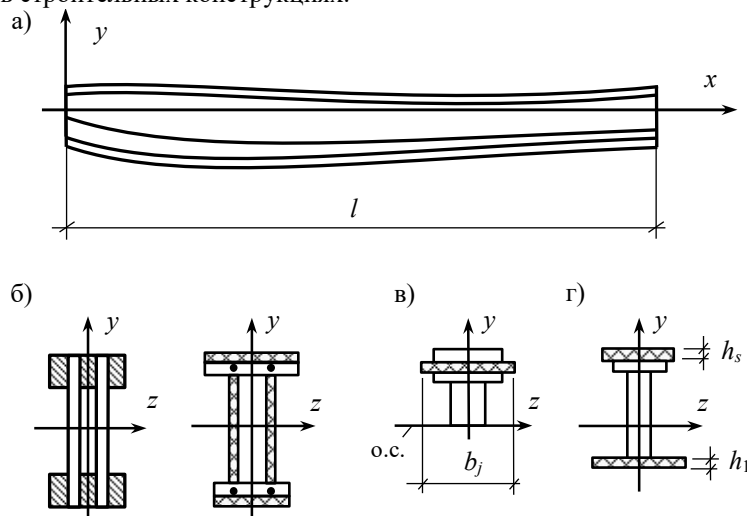


Рисунок 1 – Расчётная схема структурно неоднородного стержня (а) с вариантами поперечных сечений (б)–(г). о.с. – ось симметрии.

С использованием математической модели стержня Тимошенко даны формулы для основных компонент напряжений и жесткостных характеристик нулевого, первого и второго порядков. Сформулирован энергетический функционал и ограничение на суммарную стоимость материалов. Получены уравнения Эйлера при варьировании геометрических функций.

Решены задачи оптимизации слоистого стержня при варьировании ширины и толщины слоев для симметричной и произвольной структур. Исследованы случаи изгиба, растяжения, поперечного сдвига и совместного изгиба с растяжением. Аналитически доказано, что во всех рассмотренных случаях в системе формируются поверхности с равным уровнем удельной энергии деформации. Показано, что изопериметрическая вариационная постановка приводит к минимальной стоимости материалов конструкции.

Выводы. Вариационная постановка с одним ограничением на суммарную стоимость материалов, необходимым по смыслу задачи, даёт глобальный минимум функционала энергии деформации и стоимости материалов системы и отражает, так называемый, эталонный проект. Знание такого проекта является ценным и полезным с практической точки зрения. В оптимальной системе формируются экvipотенциальные поверхности с одинаковым значением удельной энергии деформации. Их форма и расположение определяется действующими усилиями и структурой системы. Из интегрального энергетического критерия вытекают практические критерии выравнивания удельной энергии деформации, а также – основного напряжения либо деформации на поверхностях областей с варьируемыми размерами.

Список литературы

1. Перельмутер А.В. Задачи синтеза в теории сооружений (краткий исторический обзор) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016; (2). С. 70–106.
2. Юрьев А.Г., Панченко Л.А. Энергетическое начало в теории синтеза конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 10. С. 35–41.

3. Yankovskii A.P. Refined Modeling of Flexural Deformation of Layered Plates with a Regular Structure Made from Nonlinear Hereditary Materials // Mechanics of Composite Materials. 2018. Vol. 53, No. 6. – Pp. 705-724. DOI 10.1007/s11029-018-9697-9. – EDN XXUTAL.
4. Yankovskii A.P. Critical Analysis of the Equations of Statics in the Bending Theories of Composite Plates Obtained on the Basis of Variational Principles of Elasticity Theory 1. General Theories of High Order / A. P. Yankovskii // Mechanics of Composite Materials. – 2020. – Vol. 56, No. 3. – P. 271-290. – DOI 10.1007/s11029-020-09880-8. – EDN ASGJMZ.
5. Троицкий В.А., Петухов Л.В. Оптимизация формы упругих тел. М.: Наука, 1982. 432 с.
6. Юрьев А.Г. Вариационные постановки задач структурного синтеза в статике сооружений. М.: МИСИ. 1987. 94 с.
7. Ляхович Л.С., Перельмутер А.В. Некоторые вопросы оптимального проектирования строительных конструкций // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2014. Т. 10. № 2. С. 14–23.
8. Васильков Г.В. Эволюционные задачи строительной механики. Синергетическая парадигма. Ростов-на-Дону. ИнфоСервис. 2003. 178 с.
9. Гольдштейн Ю.Б., Соломещ М.А. Вариационные задачи статики оптимальных стержневых систем Л. Изд-во ЛГУ, 1980. 208 с.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТАЛРЕПА ВЕТРОВОЙ СВЯЗИ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Решетников Д.Е., Кожевников А.Н.

Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

В практике эксплуатации воздушных линий электропередачи встречаются случаи разрушения силовых элементов (талрепов) ветровых связей. Разрушения в реальности характеризуются разрывом элемента талрепа по продольной оси, в то время, как в лабораторных условиях при проведении статического испытания наблюдается фрагментация талрепа на три части. Таким образом, по результатам эксперимента исключается полностью статический механизм разрушения элемента [1].

Для определения причин подобных разрушений необходимо сначала оценить напряженно-деформированное состояние в талрепе в эксплуатационных условиях (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Расчетная схема элемента талрепа

При решении сформулированной задачи предлагается использовать следующий алгоритм:

1. Выявить осевое усилие в ветровой связи, которое в дальнейшем используется в качестве внешней нагрузки. Предлагается по математической модели плоских поперечных колебаний струны на основании экспериментально определенных частот собственных колебаний ветровой связи рассчитать продольное усилие во всей ветровой связи [2]. Выбранная модель предполагает прямолинейную конфигурацию струны без учета провиса реальной конструкции [3].
2. На основании известных геометрических размеров и найденного на предыдущем шаге осевого усилия требуется определить конфигурацию ветровой связи с учетом ее провиса. При решении этой задачи возможно использовать классические подходы [4]. Результатом этого этапа становится деформированное состояние ветровой связи, позволяющее определить угол между осью симметрии талрепа и касательной к осевой линии ветровой связи, что приведет к несимметричному нагружению силовых элементов.
3. Определение напряженно-деформированного состояния элемента талрепа выполняется с применением трехмерных конечных элементов в программном продукте ANSYS Workbench типа Solid185 [5]. Амплитуда и угол приложения внешней нагрузки задаются в соответствии с результатами выполнения предыдущих этапов алгоритма. Результатом выполнения всех шагов является распределение эквивалентных напряжений по Мизесу по элементу талрепа.

Предложенный подход позволит определить напряженно-деформированное состояние элемента ветровой связи, что в дальнейшем приведет к выявлению причин разрушений реальных конструкций. Результаты работы могут быть применены при проектировании подобных конструктивных элементов не только в электроэнергетической, но и в машиностроительной областях.

Список литературы

1. Решетников Д. Е. Экспериментальное определение динамических параметров стального троса / Д. Е. Решетников; науч. рук. А. Н. Кожевников. – Текст: непосредственный // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. 17 Всерос. науч. конф. молодых ученых, Новосибирск, 4–8 дек. 2023 г. : в 11 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2024. – Ч. 10. – С. 57–61. – 100 экз. – ISBN 978-5-7782-5138-0.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. Москва: «Наука» - 1972. - 735 с.
3. Экспериментально-расчетное определение динамических параметров растягиваемых тросов / Д. Е. Решетников, А. Н. Кожевников, К. А. Матвеев. - Текст : электронный // Инженерный журнал: наука и инновации - 2025. – № 6 (162). – С. 1–11
4. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей –М: Машиностроение, 1978. – 222 с.
5. Леонтьев Н.В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа: учебно-методическое пособие / Н.В. Леонтьев. – Нижний Новгород: Издательство ННГУ. 2006 – 101 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТАРГЕТИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ НДС СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Себешев В.Г.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Расчет регулирования характеристик напряженно-деформированного состояния сооружений и конструкций предполагает начальное задание (таргетирование) параметров состояния – в общем случае силовых и/или кинематических. Соответствующие условия (уравнения) используются для определения требуемых значений регуляторов [1, 2].

Если исходные ограничения задаются в отношении кинематических параметров (угловых и/или линейных перемещений), то расчетные процедуры хорошо адаптируются к аппарату классического метода перемещений (МП) или метода конечных элементов (МКЭ) в перемещениях. Но в случае, когда регулируемые параметры – силовые факторы, алгоритм расчета регулирования с использованием МП или МКЭ усложняется. Предлагается трансформировать исходные условия регулирования в отношении силовых факторов

$$S_i = \langle S_i \rangle, i = \overline{1, n_s} \quad (\langle S_i \rangle - \text{требуемое значение})$$

в эквивалентные условия регулирования некоторых характерных перемещений: $\Delta_i = \langle \Delta_i \rangle, i = \overline{1, n_\Delta}$, при этом величины $\langle \Delta_i \rangle$ рассчитываются по изначально задаваемым $\langle S_i \rangle$.

Показано, что с использованием матриц влияния регуляторов на силовые факторы S и перемещения Δ в линейных задачах регулирования [1] преобразование вектора $\langle S \rangle$ в вектор эквивалентных $\langle \Delta \rangle$ может быть осуществлено по следующей полученной зависимости:

$$\langle \Delta \rangle = \Delta_\Sigma + p_{\Delta V} p_{SV}^{-1} (\langle S \rangle - S_\Sigma),$$

где p_{SV} и $p_{\Delta V}$ – матрицы влияния регуляторов v соответственно на усилия S и перемещения Δ ;

Δ_Σ и S_Σ – векторы перемещений и усилий от заданных воздействий (без учета регулирования).

Далее величины $\langle \Delta \rangle$ применяются для таргетирования соответствующих перемещений расчетных узлов конечно-элементной модели рассчитываемой системы (или основных неизвестных МП).

Предложенный способ трансформации регулируемых параметров может быть распространен на случай, когда эти параметры – разнородные (часть – кинематические, остальные – силовые), а также при задании однородных условий регулирования, когда часть элементов векторов $\langle S \rangle$ и $\langle \Delta \rangle$ нулевые.

Список литературы

1. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределимых систем и регулирование усилий в конструкциях. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. 164 с.
2. Зеленецкий С.А. Регулирование напряженно-деформированного состояния ферм способом изменения начальных длин элементов // Сборник научных статей ГрГУ. Гродно, 2024. С. 49–53.

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В УСЛОВИЯХ ПОЛНОГО АВАРИЙНОГО РЕЖИМА

СЕНЬКИН Н.А.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (СПБГАСУ),

190005, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛ. 2-Я КРАСНОАРМЕЙСКАЯ, 4

ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И ИСПЫТАНИЯ СООРУЖЕНИЙ ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ИНСТИТУТА ВЛАДИМИР АНТОНОВИЧ ТРУЛЛЬ ЕЩЕ В 1970 ГОДУ В ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ «ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КОНСТРУКЦИЙ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ» ОТМЕТИЛ ВЫСОКУЮ АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ВЛ): «НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННОЙ ЯВЛЯЕТСЯ НАГРУЗКА АВАРИЙНОГО ТЯЖЕНИЯ, ИМЕЮЩАЯ ДВЕ СТОРОНЫ: ВЕЛИЧИНА ТЯЖЕНИЯ И ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПОРУ». ПРЕДСТАВЛЕНА РАСЧЕТНАЯ ОСНОВА ПОЛНОГО АВАРИЙНОГО РЕЖИМА, ПРЕДЛАГАЕМАЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ВЛ, ВКЛЮЧАЮЩАЯ ОЦЕНКУ ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАЗРУШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ВЛ НА ЖИВУЧЕСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВЛ 110-330 КВ: 1 – ПОВРЕЖДЕНИЕ И ПАДЕНИЕ ОПОР; 2 – ОБРЫВ ПРОВОДА (ПРОВОДОВ ФАЗЫ); 3 – ОБРЫВ ГРОЗОЗАЩИТНОГО ТРОСА (ГЗТ); 4 – ОБРЫВ ГИРЛЯНДЫ ИЗОЛЯТОРОВ ПРОВОДОВ С ОТСОЕДИНЕНИЕМ ОТ ТРАВЕРСЫ И 5 – ОБРЫВ ГИРЛЯНДЫ ИЗОЛЯТОРОВ ГЗТ ОТ ТРАВЕРСЫ. ЗДЕСЬ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛ ПРЕДСТАВЛЕНА В ВИДЕ ЕДИНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ВАНТОВО-СТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ (ВСС), КОТОРАЯ СОСТАВЛЕНА ИЗ СЛЕДУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ: СТАЛЬНЫЕ РЕШЕТЧАТЫЕ ОПОРЫ, СВЯЗАННЫЕ ПРОВОДАМИ И ГЗТ, ПОДВЕШЕННЫМИ К ТРАВЕРСАМ ОПОР ПОСРЕДСТВОМ ГИРЛЯНД ИЗОЛЯТОРОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ УСИЛИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КОМПОНЕНТОВ В МОДЕЛИ ВЫПОЛНЕНО НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОЦЕССОРА MS EXCEL С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ИТЕРАЦИЙ ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ, СВЯЗЫВАЮЩИХ ДЕФОРМАЦИИ ВЫШЕУКАЗАННЫХ КОМПОНЕНТОВ ПО УСЛОВИЯМ СОВМЕСТИМОСТИ ДЕФОРМАЦИЙ. В МОДЕЛИ УЧТЕНА ДЕФОРМАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОПОР В МЕСТАХ ПОДВЕСКИ ПРОВОДОВ И ТРОСОВ, КОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНЫ ПРИ ПОМОЩИ РАСЧЕТНОГО КОМПЛЕКСА SCAD++. РАСЧЕТЫ ВЫЯВИЛИ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, ПРИВОДЯЩИЕ К РАЗРУШЕНИЮ ПРОВОДОВ, ГЗТ И ОПОР: ТАК ЭКСТРЕМАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СОСЕДНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОПОРЫ ВОЗНИКАЮТ ПРИ АВАРИЙНОМ ПАДЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР. НАПРИМЕР, НА ОДНОЦЕПНОЙ ВЛ 330 КВ С ДВУМЯ ПРОВОДАМИ АС 300/66 В ФАЗЕ НАИБОЛЬШЕЕ УСИЛИЕ 160 КН В ГЗТ, ДЕЙСТВУЮЩЕЕ НА СОСЕДНЮЮ ОПОРУ, ВОЗНИКАЕТ ПРИ УГЛЕ ПОВОРОТА СТОЛА 72° ОТ ВЕРТИКАЛИ ПАДАЮЩЕЙ ОПОРЫ ПЗ30Н-1, ЧТО ПРЕВЫШАЕТ В 4,9 РАЗА УСИЛИЕ В ГЗТ ДЛЯ НЕПОВРЕЖДЕННОЙ ВСС. А ЭТО ПРИВЕДЕТ К ОБРЫВУ ГЗТ И ПАДЕНИЮ СОСЕДНИХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР, ЕСЛИ НЕ ПРОИЗОЙДЕТ ЕГО ПРОДЕРГИВАНИЕ В ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ЗАЖИМАХ НА СОСЕДНИХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОРАХ. ВО ВТОРОМ ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА, ДЛЯ ОДНОЦЕПНОЙ ВЛ 220 КВ С ОДИНОЧНЫМ ПРОВОДОМ АС 240/32 В ФАЗЕ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ ПРОЛЕТЕ 450 М ОБРЫВ САМОГО ВЕРХНЕГО ПРОВОДА ПРИВЕДЕТ К МАКСИМАЛЬНОЙ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКЕ НА ПРОМЕЖУТОЧНУЮ ОПОРУ $0,894T_{MAX}$, КОТОРАЯ ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВЫШАЕТ НАГРУЗКУ $0,4T_{MAX}$ ПО П. 2.5.142 ПУЭ-2003 «ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК», ГДЕ T_{MAX} – НАИБОЛЬШАЯ РАСЧЕТНАЯ НАГРУЗКА ОТ ТЯЖЕНИЯ ПРОВОДОВ (ИЛИ ГЗТ) В АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ. АНАЛИЗ РЕАЛЬНЫХ АВАРИЙНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ПАДЕНИЙ ОПОР НА ВЛ 110-750 КВ, А ТАКЖЕ ОБРЫВА ПРОВОДОВ И ГЗТ, ПОДТВЕРЖДАЕТ ВЫШЕУКАЗАННУЮ РАСЧЕТНУЮ ОСНОВУ ПРЕДЛОЖЕННОГО ПОЛНОГО АВАРИЙНОГО РЕЖИМА.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Серяков В.М.

ФГБУН институт горного дела СО РАН,
630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54

Выемка пластовых месторождений часто проводится с заполнением очистного пространства обрушенными породами [1]. Зона непосредственного ведения очистных работ поддерживается крепью, которая перемещается за забоем по мере развития фронта горных работ. Отработка пласта начинается с формирования монтажной камеры для размещения очистного комплекса [2]. В начальный период ведения очистных работ вмещающие породы над отработанным пространством деформируются как сплошная среда, увеличивая давление на элементы крепи. При достижении пролетом отработки определенной величины происходит обрушение налегающих пород в отработанное пространство. На многих пластовых месторождениях пролеты отработки, при которых происходит обрушение пород кровли, определяются опытным путем. [3]. Однако на больших глубинах, где напряжения в зонах их концентрации достигают или превышают соответствующие пределы прочности пород на разрушение и где ранее установленные параметры ведения горных работ уже неприменимы, необходимо решение задач с использованием постановок, в которых учитываются основные технологические особенности отработки пластовых месторождений [4].

На основе разработанных в Институте горного дела СО РАН метода и комплекса программ для расчета распределения напряжений в массиве горных пород с учетом последовательности ведения очистных работ предлагается следующий алгоритм определения напряженного состояния массива в районах выемки пластовых месторождений с обрушением пород в выработанное пространство.

1. Формируется матрица жесткости расчетной системы, отвечающая исходному массиву горных пород до ведения в нем горных работ. Проводится расчет его исходного напряженного состояния.
2. Определяется напряженное состояние массива после формирования монтажной камеры, для чего обращаются в ноль все напряжения в элементах, попадающих в зону ее расположения в расчетной области.
3. Задается месторасположение крепи и механические свойства, которыми она должна обладать. Выполняется расчет перераспределения полей напряжений вследствие отработки первого слоя пласта. На этом этапе также используется матрица жесткости расчетной системы, отвечающая исходному массиву горных пород до ведения в нем горных работ.
4. Для моделирования подвижки крепи вслед за забоем задается ее новое расположение. Выполняется расчет перераспределения полей напряжений вследствие отработки второго слоя пласта. В элементах прежнего расположения крепи все напряжения на этом этапе расчета обращаются в ноль.
5. Происходит следующая подвижка крепи и расчет перераспределения полей напряжений вследствие отработки последующего слоя пласта, аналогично п. 4. Эта последовательность действий выполняется необходимое число раз.

Предложенный алгоритм расчета напряженно-деформированного состояния массива горных пород, реализован при расчете напряженного состояния пласта и вмещающих пород в случае их горизонтального залегания. Приводятся и анализируются картины распределения напряжений при различном удалении очистного забоя от монтажной камеры. Установлено, что уровень сжимающих напряжений в материале крепи значительно ниже, чем в зоне опорного давления. Это является следствием того, что крепь деформируется только под действием дополнительных напряжений, возникающих в ходе отработки очередного слоя пласта.

Список литературы

1. Пучков Л. А., Жежелевский Ю. А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Т. 1. М.: Изд-во Горная книга, 2021. 564 с.
2. Ремезов А.В., Торро В.О., Кузнецов Е.В. Исследование распределения нагрузки у границы предохранительного целика в зоне формирования демонтажной камеры очистным забоем // Вестник Кузбасского государственного технического университета – 2018. – №4. – С. 65-74.
3. Белодедов А.А., Должиков П.Н., Легостаев С.О. Натурные исследования ликвидированности старых вскрывающих горных выработок. // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – №3. – С. 139-145.
4. Клишин В.И., Павлова Л.Д., Фрянов В.Н., Цветков А.Б. Влияние пространственной ориентировки инициирующих щелей направленного гидроразрыва на деформирование пород кровли в окрестности очистного забоя // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2025. № 1. С. 3–16.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ С УЧЕТОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ

Храпунов Е.Ф., Можайский С.А., Новиков А.Н., Корнилов Д.В., Соколов В.В., Соловьев С.Ю.

ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (ФГУП «КГНЦ»),
196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44

В процессе проектирования современных зданий и сооружений перед специалистами стоит задача корректного учета большого количества нагрузок, определяющих конструктивную схему объекта, а иногда и внешний облик. Ветровая нагрузка относится к числу обязательных для учета воздействий, напрямую влияющих на безопасность эксплуатации [1]. При этом важно понимать, что воздействие ветрового потока приводит не только к возникновению непосредственно ветровой нагрузки (статической или динамической), но и влияет на устойчивость сооружения [2], в значительной степени сказывается на снеговой и гололедной нагрузках [3], определяет пешеходную комфортность вблизи проектируемого объекта или на его террасах [4]. В случаях, когда здание имеет высоту меньше 100 м, его форма является простой (описывается геометрическими примитивами), а окружающая застройка отсутствует, для определения ветровых нагрузок допустимо использовать аналитические соотношения, приведенные в нормативных документах или в технической литературе. При невыполнении хотя бы одного из этих условий – высота, простота формы, уединенность – характеристики ветрового воздействия должны определяться на основании специальных исследований [1].

Несмотря на стремительное развитие методов численного моделирования, поддерживаемое увеличением доступности вычислительных ресурсов, наиболее достоверным способом определения ветровых нагрузок по-прежнему остается физическое моделирование в аэродинамической трубе. Современные методы постановки и проведения экспериментальных исследований позволяют определить практически все характеристики, требуемые для корректного проектирования конструкций [5].

В настоящей работе представлены результаты определения ветрового воздействия на здание сложной формы, расположенное в квартале окружающей застройки (см. рис. 1). Работа проведена с использованием Ландшафтной аэродинамической трубы Крыловского государственного научного центра, позволяющей воспроизводить и поддерживать поток с характеристиками природного ветра: распределением скорости и интенсивности турбулентности по высоте. В рамках экспериментальных исследований были получены средние и пиковые ветровые нагрузки, действующие на поверхности объекта; снеговые нагрузки, распределенные по кровле; определены области ускорения потока в пешеходных зонах вблизи объекта.



Рисунок 1 – Фотография модели объекта в рабочей части Ландшафтной аэродинамической трубы

В статье описываются основные методологические особенности постановки и проведения экспериментальных исследований в области строительной аэродинамики, обсуждаются наиболее актуальные подходы к обработке и анализу результатов. Показано, как средняя ветровая нагрузка зависит от угла воздействия воздушного потока, какое влияние оказывает окружающая застройка на пиковые нагрузки и распределение скоростей в пешеходных зонах. Приведены рассуждения о возможности использования справочных и нормативных данных для проектирования высотных объектов сложной формы.

Список литературы

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*
2. Khrapunov E.F., Solovev S.Y. Ensuring the aerodynamic stability of the long-span bridges through studies in the wind tunnel // MATEC Web Conf. 2018. 7 p.
3. Глухов В.Г. Метеорологические условия образования гололеда на высотных сооружениях / Под. ред. М. В. Завариной. – Л.: Гидрометеиздат, 1972.
4. Blocken B. et al. Pedestrian-level wind conditions around buildings: Review of wind-tunnel and CFD techniques and their accuracy for wind comfort assessment // Building and Environment. 2016. pp. 50-81
5. Khrapunov E.F. et al. About Aerodynamic Tests of Tall Structures and Unique Objects // Proceedings of the 8th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. 2025. pp. 301-312

ВЛИЯНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ АНИЗОТРОПИИ МАТЕРИАЛА НА ПОТЕРЮ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕНТОЧНОГО ЦЕЛИКА ПРИ СЖАТИИ

Чанышев А.И., Абдулин И.М., Белоусова О.Е., Лукьяшко О.А.

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН,
630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54

Рассматривается ленточный целик под давлением вертикальных сжимающих усилий. Материал целика – первоначально анизотропен с вариацией шести констант упругости. Целик деформируется в условиях плоской деформации. Задача решается в рамках подхода Лейбензона-Ишлинского. Для разных случаев кратности корней характеристического уравнения в зависимости от значений констант упругих жесткостей получены значения критических нагрузок, при которых целик теряет устойчивость. В случае простых корней критическая нагрузка находится из равенства нулю определителя четвертого порядка. В случае кратных корней получена формула, связывающая критические нагрузки с константами упругости и геометрическими параметрами целика, обобщающая известную формулу для первоначально изотропной среды А.Ю. Ишлинского. Исследуется влияние отношений всех констант упругости к модулю Юнга материала при сжатии в вертикальном направлении на значения предельной нагрузки. Для заданной нагрузки при известной высоте целика определяется его ширина, при которой он может потерять устойчивость.

1.3 ПОДСЕКЦИЯ

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С ОЧЕРТАНИЕМ МЕАНДРА КОРОБЧАТЫХ КОЛОНН СТАЛЬНЫХ РАМ

Кость Ю.С.¹, Дмитриева Т.Л.²

¹ Северо-Восточный государственный университет (СВГУ),

685000, Россия, Магаданская область, г. Магадан, ул. Портовая, д. 13

² Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет,

664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Рамный стальной каркас во многих аспектах показывает себя превосходным конструктивным решением, начиная от свободы планировки, заканчивая сейсмоустойчивостью. Повышенная сейсмоустойчивость обеспечивается высокой гибкостью рамного каркаса, возможностью использования «гибкого этажа», когда за счёт повышенной гибкости этажа можно добиться улучшения динамических характеристик каркаса или использовать его как динамический гаситель колебания, а также возможностью стали продолжительно уходить в пластическое состояние. Автором рассмотрены требования и существующие решения рамных стальных каркасов, проведён анализ их положительных и отрицательных сторон (1) и предложен свой вариант решения рамного узла колонны коробчатого сечения с ригелем их двутавра с помощью стыкового соединения с очертанием меандра коробчатых колонн (2). Расчётом выявлено, что работа такого стыка, идентична работе цельной колонне без разреза. Концепция стыка приведена на рисунке 1.

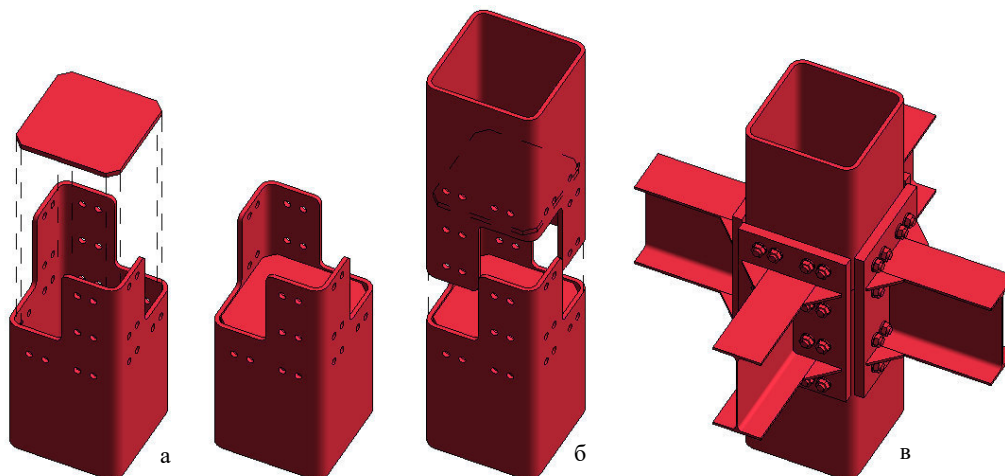


Рисунок 1 – Концепция стыка и узла в целом: а – стыкуемый профиль с обрезкой в форме меандра и место посадки ребра жёсткости, б – комбинирование двух профилей, в – окончательная сборка стыка и узла в целом с помощью металлических пластин и (или) фланцев опорных частей ригелей, стянутых, проходящими насквозь профиль, болтами или шпильками с предварительным натяжением

Расчётами проведена оценка влияния основных параметров на прочность и жёсткость рамного узла в целом.

Основные параметры узла:

- 1) Высота меандра;
- 2) Величина предварительного натяжения болтов;
- 3) Радиус скругления меандра;
- 4) Кол-во и диаметр болтов;
- 5) Толщина горизонтальных рёбер жесткости;
- 6) Толщина фланцев ригеля.

Определены условия, при которых узел имеет приемлемую жесткость и даны рекомендации по подбору его основных параметров.

Список литературы

1. Кость, Ю. С. К вопросу надежности стального рамного узла в сейсмоопасных зонах с пониженными температурами / Ю. С. Кость, Т. Л. Дмитриева // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2024. – Т. 14, № 3(50). – С. 540-555. – DOI 10.21285/2227-2917-2024-3-540-555. – EDN JPAPBK.
2. Kost, Yu. S. Butt joint with meander outline for box-section column in frame moment connection for seismic applications / Yu. S. Kost, T. L. Dmitrieva // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2025. – Vol. 21, No. 2. – P. 83-98. – DOI 10.22337/2587-9618-2025-21-2-83-98. – EDN AMBWUD.

ОПЫТ КОРРЕКТИРОВКИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ЧЕТЫРЕХЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Нуждин М.Л.

ООО «ГРОСФ»,
664029, Россия, Иркутск, ул. Румянцева, 48

Здание административно-бытового корпуса горно-обогатительного комбината имеет сложную близкую к «П»-образной форму в плане с габаритными размерами 71,0×104,0 м. Оно состоит из трех условно прямоугольных объемов – южного (24,0×61,0 м), западного (20,0×15,0 м) и северного крыла (24,0×104,0 м). Здание четырехэтажное с техническим этажом и подпольем. Конструктивная схема представлена металлическим каркасом, состоящим из многопролетных многоярусных поперечных и продольных рам. Шаг расстановки колонн 6,0×6,0 м, колонны двутаврового сечения высотой 400 мм из стали марки С245. К колоннам крепятся главные балки перекрытий и покрытия. Балки – двутаврового и уголкового сечения высотой от 500 мм до 160 мм из стали С245. Вертикальные связи из металлических элементов коробчатого профиля. Перекрытия и покрытие здания – монолитные ребристые железобетонные плиты по несъемной опалубке из профилированных металлических листов с высотой сечения в полке 50 мм и в ребре 110 мм. Наружные стены выполнены из сэндвич-панелей толщиной 200 мм.

Фундаменты здания – отдельно стоящие мелкого заложения из монолитного бетона класса В15 с размерами подошвы от 2,7×3,0 м до 3,0×3,9 м. Проектная нагрузка на фундаменты находится в пределах $N = 78,2 \dots 228,2$ тс, $M = 3,3 \dots 7,4$ тс·м, $Q_y = 0,5 \dots 4,2$ тс и $Q_x = 8,8 \dots 18,4$ тс.

После нескольких лет эксплуатации в строительных конструкциях здания образовались трещины с шириной раскрытия до 15 мм. Результаты дополнительных инженерно-геологических изысканий показали, что основной причиной сложившейся ситуации послужила неоднородность грунтового основания – насыпных грунтов, залегающих непосредственно под подошвой фундаментов, вызванная, очевидно, их недостаточным уплотнением при отсыпке, а также наличием оттаявших смерзшихся включений и льда.

Ремонтные работы были выполнены в два этапа:

- на первом этапе: стабилизация деформаций грунтового основания;
- корректировка вертикального положения (подъем) колонн металлического каркаса на втором.

Для стабилизации деформаций основания был разработан проект усиления грунтов инъектированием геотехнической полимерной расширяющейся смолы (ГПРС). Полимеры: ароматический диизоцианат полиолов с модификаторами, при смешивании исходных компонентов – полуфабриката (компонент «А») и отвердителя (компонент «В»), переходя из жидкой в вязкую, а затем в твердую фазу, образуют жесткую структуру с закрытыми ячейками. При нагнетании под давлением, превышающим структурную прочность грунта – давлением гидроразрыва, сплошность грунтового массива нарушается, геополимерный раствор заполняет образовавшиеся трещины и имеющиеся пустоты. Химическая реакция между исходными компонентами ведет к вспениванию и объемному расширению геополимеров с последующим их отверждением. В результате происходит уплотнение грунта, вплоть до создания избыточного давления – вертикальной подъемной силы.

После выполнения работ первого этапа развитие деформаций грунтового основания было остановлено.

Через полтора года после выполнения работ:

- приращение осадок 8 фундаментов не превысило 1 мм;
- вертикальное положение 12 фундаментов не изменилось;
- 28 фундаментов оказались приподнятыми на 1...5 мм.

Перед началом работ второго этапа было проведено натурное обследование технического состояния строительных конструкций металлического каркаса, в ходе которых был выявлен ряд дефектов и повреждений. Фактическое состояние строительных конструкций учитывалось при проведении совместного расчета системы «Грунтовое основание – фундаменты – надземные строительные конструкции» выполненного с целью определения величины необходимого подъема колонн металлического каркаса административного здания для предотвращения развития аварийной ситуации. Техническое обследование и расчет был выполнен ООО ПЭК «Рекон».

Подъем строительных конструкций производился методом «геотехнического домкрата» – нагнетанием ГПРС под подошву фундаментов с одновременным поддомкрачиванием, в первую очередь, для снижения давления на грунтовое основание. Для этого применялась домкратная система, состоящая из двух стальных домкратных балок 70Б2 и четырех гидравлических домкратов ДГ100П100 грузоподъемностью по 100 тс. Контроль за подъемом несущих строительных конструкций осуществлялся в «реальном» времени с помощью ротационного нивелира.

В результате работ второго этапа был выполнен подъем фундаментов и колонн металлического каркаса административно-бытового корпуса на 22...112 мм.

Через год после проведения ремонтных работ техническое состояние строительных конструкций здания не ухудшилось, развития деформаций грунтового основания и осадок фундаментов здания не зафиксировано.

1.4 ПОДСЕКЦИЯ

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРЯМОГО АНАЛИЗА ПРИ РАСЧЁТЕ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Деордиев С.В., Буданов С.С.

Сибирский федеральный университет, инженерно-строительный институт,
660041, Россия, Красноярск, пр. Свободный, 82

Деревянное строительство в Российской Федерации переживает период интенсивного роста: с 2021 по 2024 г. объём ввода деревянного жилья увеличился на 60 % и составил 17,1 млн м² [1]. Активное внедрение клеёных деревянных конструкций (КДК) и CLT-панелей создаёт предпосылки для применения древесины в многоэтажном строительстве, предъявляя повышенные требования к точности расчётных методов.

Действующий СП 64.13330.2017 [2] основан на методе расчётных длин (МРД), который учитывает начальные несовершенства элементов лишь косвенно – через коэффициент продольного изгиба k_{ϕ} , калиброванный на основе исследований Blaß [3]. МРД не учитывает эффекты второго порядка ($P\Delta\Delta$, $P\Delta\delta$) и нелинейное поведение древесины при сжатии. Исследования Theiler et al. [4] показали, что при средних значениях гибкости расхождение результатов МРД и анализа второго порядка достигает 40 %.

Метод прямого анализа (МПА, DAM), закреплённый в AISC 360 [5] и EN 1993-1-1 [6], включает три компонента: (1) анализ второго порядка; (2) явное моделирование начальных несовершенств; (3) снижение жёсткости для учёта нелинейности материала. Проверка устойчивости выполняется по формуле:

$$\sigma(N, M_{II}) \leq f_{c,d}, \quad (1)$$

где σ – напряжения с учётом усилий второго порядка; $f_{c,d}$ – расчётное сопротивление материала.

Таблица 1 – Сравнение методов расчёта на устойчивость

Критерий	Метод расчётных длин	Метод прямого анализа
Учёт несовершенств	Косвенно	Явное моделирование
Учёт эффектов $P\Delta\Delta$, $P\Delta\delta$	Нет	Да
Нелинейность материала	Косвенно	Напрямую
Точность	Консервативная	Повышенная

Адаптация МПА к древесине требует учёта анизотропии, пороков (сучки, наклон волокон), нелинейного сжатия и значительной изменчивости механических характеристик [7, 8]. Предлагаемый подход предусматривает приведение комплексных начальных несовершенств к единой расчётной модели с верификацией МКЭ, что позволит повысить точность оценки несущей способности и обеспечить экономию материалов 5–15 % [4].

Список литературы

1. Высокинский А. В. Доклад на совещании Совета Федерации по развитию деревянного домостроения. – Совет Федерации, 23.01.2026.
2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. — М.: Минстрой России, 2017.
3. Blaß H. J. Strength model for glulam columns // CIB-W18 Meeting 20. — Dublin, 1987.
4. Theiler M., Frangi A., Steiger R. Design of timber columns based on 2nd order structural analysis // CIB-W18 Meeting 45. — Växjö, 2012.
5. ANSI/AISC 360-22. Specification for Structural Steel Buildings. — Chicago: AISC, 2022.
6. EN 1993-1-1:2005. Eurocode 3: Design of steel structures. — Brussels: CEN, 2005.
7. Kandler G., Füssl J., Eberhardsteiner J. Stochastic finite element approaches for wood-based products // Wood Science and Technology. — 2015. — Vol. 49, No. 5. — P. 985–1010.
8. Лабудин Б. В., Мелехов В. И. Деревянные конструкции и детали в строительстве. — М.: Изд-во АСВ, 2021.

НДС ЦЕНТРАЛЬНО И ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ СТЕНОВЫХ ДПК-ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Заборская О.М., Лабудин Б.В.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (САФУ),
163002, Российская Федерация, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17

Древесина является возобновляемым и экологичным строительным материалом, создает благоприятный микроклимат, имеет высокие эстетические свойства. Деревянные здания сохраняют больше углерода по сравнению с энергетическими затратами на их производство. Внедряются новые технологии в деревянном домостроении: в дополнение к широко известным домам из клееного бруса, оцилиндрованного бревна, каркасным и сэндвич-технологиям разных типов появилась в широком доступе деревянная перекрестно-клееная панель (ДПК, CLT- Cross Laminated Timber). Благодаря перекрёстному расположению слоев снижаются отрицательные свойства древесины, вызванные анизотропией, что позволяет рассматривать ДПК как реальную альтернативу железобетону.

Актуальными являются вопросы разработки и совершенствования методики расчета элементов из ДПК-панелей по предельным состояниям и оценка надежности зданий и сооружений. Поведение таких конструкций под нагрузкой изучено недостаточно, нет единого подхода и методов расчета ДПК, нормы находятся на этапе разработки. Одним из открытых вопросов остаётся вопрос моделирование физико-геометрических и механических свойств ДПК.

При расчете по прочности сжатых элементов необходимо учитывать эксцентриситет продольного усилия, который также может быть случайным, обусловленный неравномерностью включения слоев в работу, неоднородностью склейки, несовершенствами древесины и др.

В работе исследуется напряженно-деформированное состояние ДПК-панели в зависимости от количества и толщины слоев, эксцентриситета приложения сжимающей нагрузки, условий закрепления, с учетом и без учета работы поперечных слоев. Расчеты проведены МКЭ с использованием ПК Scad Office.

По результатам расчета нормальные напряжения в поперечном слое малы по сравнению с напряжениями в несущих (продольных) слоях и их величина практически не зависит от условий закрепления и эксцентриситета нагрузки. При увеличении эксцентриситета увеличивается значение сжимающих нормальных напряжений в продольных слоях до 4 раз, появляются растягивающие напряжения. При увеличении поперечного слоя с 40 до 60 мм, нормальные напряжения в продольных слоях при осевом сжатии уменьшаются на 2%, при внецентренном – до 10%. При исключении поперечных слоев из расчетной схемы, напряжения в продольных слоях при осевом сжатии увеличиваются до 3%, при внецентренном – до 10%.

Касательные напряжения в поперечных слоях при осевом действии нагрузки пренебрежимо малы. При внецентренном приложении нагрузки, появляются сдвигающие усилия, касательные напряжения начинают расти и имеют тот же порядок, что и нормальные напряжения в поперечном слое.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАРОК СТАЛИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Кузнецов С.В., Павлик А.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Строительство в условиях Крайнего Севера представляет собой сложную задачу, обусловленную экстремальными климатическими факторами: низкими температурами, значительными снеговыми и ветровыми нагрузками, а также длительным периодом отрицательных температур. В таких условиях ключевым фактором надежности становится поведение материалов при пониженных температурах, в частности их склонность к переходу от вязкого к хрупкому разрушению металлодеревянных конструкций или узла соединения деревянных элементов на стальных накладках [1].

При соблюдении правил проектирования, характерных для территорий Крайнего Севера, здания из металлодеревянных конструкций, а также деревянные конструкции с применением стальных закладных деталей, в т.ч. зубьев-дюбелей в узлах соединения элементов деревянных ферм рекомендуются для возведения, однако из-за высоких климатических нагрузок, повышенной материалоемкости стали (ввиду ранее описанных условий), а также из-за чувствительности к хладноломкости в стальных изделиях возникает вопрос о надежности таких видов конструкций [2].

Цель доклада: обоснование выбора марок стали для соединяемых элементов металлодеревянных конструкций, эксплуатируемых в условиях Крайнего Севера, с учетом пониженных температур, повышенной влажности, агрессивной среды и динамических воздействий.

Материалы и методы: Методика исследования основана на сравнительном анализе конструкционных углеродистых, низколегированных хладостойких, аустенитных, дисперсно-твердеющих и рессорно-пружинных сталей [3] по показателям прочности, ударной вязкости и области рационального применения в узлах деревянных и металлодеревянных конструкций.

Результат: В результате установлено, что при проектировании металлодеревянных узлов в условиях Крайнего Севера определяющим фактором является не только уровень прочности стали, но и ее ударная вязкость при расчетной температуре эксплуатации. Это связано с тем, что высокопрочные стали, как правило, обладают пониженной вязкостью и требуют дополнительного обоснования применения в условиях низких температур [3].

Показано, что низколегированные стали обладают более благоприятным сочетанием прочности и вязкости, тогда как аустенитные стали сохраняют высокую ударную вязкость за счет особенностей кристаллической решетки. В то же время применение рессорно-пружинных сталей оправдано в элементах, воспринимающих циклические нагрузки, однако требует учета их пониженной хладостойкости [2].

Список литературы

1. Попов К.В. (ред.). Хладостойкость стали и стальных конструкций. — Новосибирск: Наука, 1971.
2. Хлусова Е.И., Сыч О.В., Орлов В.В. Хладостойкие стали: структура, свойства, технологии // Физика металлов и металловедение. 2021.
3. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. — М.: Металлургия, 1971.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПАНЕЛИ И ПЛИТЫ ДЕРЕВЯННЫЕ КАРКАСНЫЕ ДЛЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Павлик А.В.¹, Пуртов В.В.²

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.3-2018 «Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению» технические условия разрабатываются на новую продукцию в связи с отсутствием на эту продукцию национального стандарта Российской Федерации или межгосударственного стандарта.

В связи с этим были разработаны технические условия на панели и плиты деревянные каркасные для предприятия ООО «ЭкоСтрой2009» (Республика Саха (Якутия)).

Настоящие технические условия распространяются на панели и плиты деревянные каркасные (таблица 1), предназначенные для строительства малоэтажных (не более двух этажей) объектов V степени огнестойкости жилищного, промышленного и гражданского назначения (жилые дома, дачи, склады, промышленные здания и др.) в качестве несущих ограждающих стен, несущих внутренних стен, перегородок, перекрытий и покрытий.

Малоэтажные здания возводятся из сборных элементов заводского изготовления и эксплуатируются в неагрессивных и слабоагрессивных средах при температуре наружного воздуха от минус 60 °С до плюс 75 °С, температуре внутреннего воздуха не выше плюс 30 °С, относительной влажности воздуха внутри помещения не более 75 %.

Таблица 1 – Основные размеры панелей и плит в зависимости от их типа и назначения

№ п/п	Наименование панелей	Маркировка	Размеры панелей, мм		
			Длина L	Высота В	Толщина Н
1	Панели наружные стеновые несущие	ПН	от 600 до 6000	от 600 до 3000	от 169 до 220
2	Панели наружные стеновые-диафрагмы несущие	ПНД	от 600 до 6000	от 600 до 3000	от 169 до 220
3	Панели внутренние стеновые несущие	ПВ	от 600 до 6000	от 600 до 3000	от 113 до 220
4	Панели внутренние ненесущие (перегородки)	ПП	от 600 до 6000	от 600 до 3000	от 113 до 163
5	Плиты перекрытия	ПлП	от 1200 до 4000	от 1200 до 2400	от 169 до 220
6	Плиты покрытия	ПлК	от 1200 до 4000	от 1200 до 2400	от 169 до 220

Настоящие технические условия распространяются на панели (наружная несущая, наружная несущая-диафрагма, внутренняя несущая, перегородочная), плиты (покрытия, перекрытия) и могут быть применены для сертификации продукции в Системе сертификации в строительстве.

Разработанные технические условия предназначены и в настоящее время используются для проектирования и строительства многоквартирных жилых домов в Республике Саха (Якутия).

Список литературы

1. ГОСТ Р 1.3-2018 Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению. – М.: Стандартинформ, 2019. – 22 с.
2. ГОСТ 8486-86* Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 7с.
3. ГОСТ 3916.1-2018 Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 19 с.
4. ГОСТ Р 56309-2014 Плиты древесные строительные с ориентированной стружкой (OSB). Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 14 с.
5. СП 64.13330.2017: Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с изм. 1-4). – М.: Информационное агентство Технорма, 2025. – 102 с.
6. ГОСТ Р 59924-2021 Узлы соединения панелей для деревянного домостроения. – М.: Стандартинформ, 2021. – 15 с.
7. ГОСТ Р 57158-2016 Конструкции деревянные. Методы испытаний соединений на гвоздях, винтах, дюбелях и болтах. – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ И РАБОТЫ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДЕРЕВОКОМПОЗИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Починков М.В., Лабудин Б.В.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (САФУ),
163002, Россия, Архангельск, наб. Северной Двины, 17

Введение в действие СП 544.1325800.2025 «Конструкции комбинированных каркасов с применением металла, древесины и железобетона» открыло новые перспективы для проектирования многоэтажных зданий. Для условий Арктической зоны РФ наиболее эффективным решением является применение стального каркаса с перекрытиями из перекрестно-клееной древесины (CLT) или многослойного шпона (LVL). В отличие от традиционных сталежелезобетонных перекрытий, применение массивных деревянных плит позволяет исключить «мокрые» процессы при монтаже, снизить массу здания в 3–4 раза и существенно уменьшить нагрузку на фундаменты, что критически важно для слабых и вечномёрзлых грунтов.

Однако отказ от железобетонной стяжки требует обеспечения надежной совместной работы деревянной плиты и стальной балки (композитное действие) для восприятия изгибающих моментов и обеспечения жесткости диска перекрытия при ветровых нагрузках. Согласно п. 6.1.1 СП 544, расчет комбинированных систем должен выполняться с учетом конструктивной нелинейности. Ситуация усложняется обязательным наличием гидроизоляционной антикоррозионной прокладки (толщиной 3–5 мм) между сталью и древесиной для предотвращения выпадения конденсата. Традиционные методы расчета жестких соединений для данной конструкции неприменимы.

В рамках данного исследования рассматривается работа сдвиговых соединений на основе высокопрочных самонарезающих винтов, устанавливаемых сквозь CLT-плиту и прокладку непосредственно в полку стальной двутавра без предварительного сверления. Авторами предложены и запатентованы новые конструктивные решения комбинированных узлов [2]. Базовое конструктивное решение фрагмента деревокомпозитного перекрытия представлено на рисунке 1 (см. рис. 1).

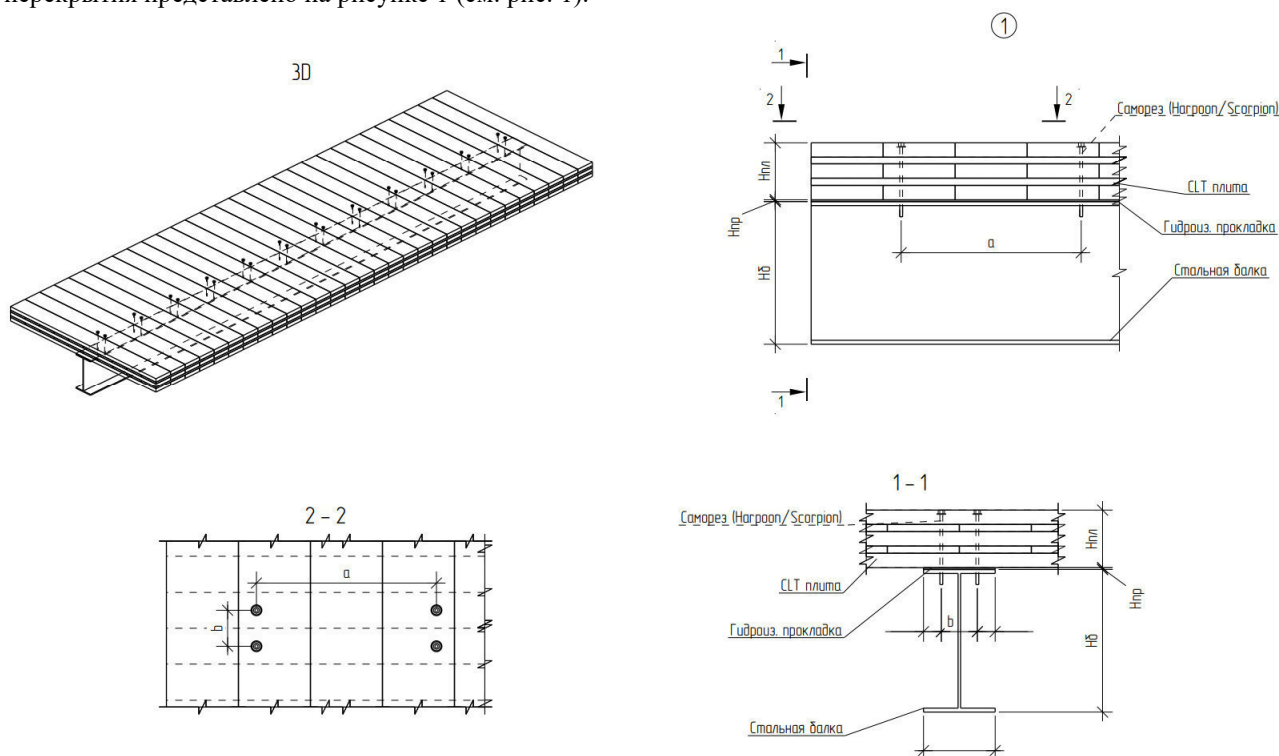


Рисунок 1 – Конструктивное решение узлового соединения CLT-плиты со стальной балкой

Список литературы

1. СП 544.1325800.2025. Конструкции комбинированных каркасов с применением металла, древесины и железобетона. Правила проектирования. – Москва : Минстрой России, 2025. – 33 с.
2. Пат. 229881 U1 Российская Федерация. Узловое комбинированное соединение деревокомпозитных конструкций / Попов Е.В., Лабудин Б.В., Починков М.В. [и др.]. – № 2024114143 ; заявл. 24.05.2024 ; опубл. 31.10.2024. – Текст : непосредственный.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ LVL-КОНСТРУКЦИЙ В ПЕРЕМЕННЫХ СРЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

Коваль П.С., Трунина Ю.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4

Деревянные конструкции эксплуатируются в изменяющихся средовых условиях. Колебания температуры и влажности наружного воздуха влияют на механические свойства материала [1, 2, 3], а напряжения в конструктивных элементах изменяются вслед за нагрузками. Поскольку со временем происходит деградация прочностных и упругих свойств, климатические факторы влияния следует рассматривать как функции времени, следовательно длительная прочность материала и несущая способность элементов из LVL – также функции времени. В данном исследовании применяется термофлуктуационная теория разрушения твёрдых тел [4, 5, 6] с введением математических моделей изменяемости климатических воздействий во времени t :

$$t_{\text{пр}} = z(t) \exp \left[\frac{U_0 - \gamma(t)\sigma(t)}{kT(t)} \right], \quad (1)$$

где $t_{\text{пр}}$ – приведённое время действия нагрузки, с; z – функция, вид и значения которой зависят от температуры, влажности и нагрузки, с; U_0 – начальная энергия активации, Дж/моль; σ – действующие напряжения, МПа; k – постоянная Больцмана, Дж/К; T – температура, К; γ – структурно-чувствительный коэффициент (значения зависят от влажности), Дж/(моль·МПа).

Идентификация функций $z(t)$, $\gamma(t)$, $\sigma(t)$, $T(t)$ в уравнении (1) позволит прогнозировать максимальное время работы элементов конструкции при нестационарных средовых условиях. Одним из частных случаев, в ходе которого эти функции примут определённый вид, можно считать эксперимент. Функция напряжений во времени определяется способом нагружения [6, 7]. Процесс тепломассопереноса (характерный для образцов, помещённых в атмосферные условия отличные от установившихся по всему объёму температуры и влажности) выражается степенными или полиномиальными зависимостями [7, 8, 9]. Определённые параметры в ходе эксперимента на малых образцах возможно применять в математической модели, которая описывает скорость снижения несущей способности элементов конструкции в изменяющихся условиях. По установленным в результате эксперимента прочностям $\sigma_{u,i}$ и соответствующим им значениям приведённого времени $t_{\text{пр},i}$ получим длительную прочность $\sigma_{u,i,\text{дл}}$

$$\sigma_{u,i,\text{дл}} = \sigma_0 \left[1 - \frac{\lg t_{\text{пр},i}}{\lg(z\Lambda)} \right], \quad (2)$$

где σ_0 – прочность, соответствующая приведенному времени 1 с.; Λ – константа, зависящая от U_0 , k и температуры на конец испытаний T_k .

Исходя из длительной прочности $\sigma_{u,LVL,\text{дл}}$ и критериев прочности LVL [10] возможно более точное прогнозирование несущей способности конструкций во времени.

Список литературы

1. Белянкин Ф.П. Механические характеристики дуба и сосны при разных гидротермических состояниях. Киев: 1939.
2. Kollmann Fr. Die mechanischen Eigenschaften Verschiedener feuchter Holzen im Temperaturbereich von -200 bis +200 /Fr. Kollmann // V.D.T. Forschungsheft - 1940.
3. Коваль, П. С. Совместное влияние влажности и температуры на прочность LVL / П. С. Коваль, Ю. В. Трунина // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16, № 5.
4. Регель, В. Р., Слуцкер, А. И., Томашевский, Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974. 560 с.
5. Бартенев, Г. М. Прочность и механизм разрушения полимеров. М.: Химия, 1984. 280 с.
6. Коваль, П. С. Ускоренный метод определения длительной прочности древесины и материалов на её основе / П. С. Коваль // Вестник гражданских инженеров. – 2024. – № 6(107). – С. 68-80.
7. Коваль, П. С. Деформации прочность LVL при сжатии в условиях оттаивания / П. С. Коваль, Ю. В. Трунина // Вестник гражданских инженеров. – 2025. – № 3(110). – С. 38-50.
8. Шубин Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 336 с.
9. Трунина, Ю. В. Моделирование нестационарной теплопередачи в LVL / Ю. В. Трунина // Серовские чтения : сборник материалов Международного научно-технического симпозиума ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2025. – С. 128-136.
10. Clouston, Peggi. Strength Modeling of Structural Composite Lumber. 2001. The University of British Columbia, PhD dissertation.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОТНЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Котлов В. Г., Яковлев М. Ю.

Поволжский государственный технологический университет, ФГБОУ ВО «ПГТУ»,
424000, Россия, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Деревянные высотные здания на основе CLT-панелей и LVL-бруса активно строятся в Европе и Северной Америке, предлагая экологичность и быструю сборку. Эксплуатация таких объектов требует учета уникальных свойств древесины: влагостойкости, огнезащиты, деформаций и защиты от биоповреждений, включая насекомых.

Цель доклада: анализ специфики эксплуатации высотных зданий из инженерной древесины (CLT-панели, LVL-брус) – от 8 до 30 этажей, включая риски, мониторинг и преимущества по сравнению с бетонными или металлическими конструкциями. Актуальность обусловлена массовым строительством за рубежом и ростом популярности на российском рынке.

Методы исследования: анализ нормативных документов, обзор научных источников, сравнительный анализ объектов в России и за рубежом и сравнение прочностных характеристик древесины с другими материалами.

Результаты: древесина не горит открытым пламенем, а образует угольный слой, сохраняя несущую способность до 2 часов, но требует огнезащитные пропитки и прочие противопожарные условия; влажность – главная угроза, вызывает гниение и грибки, для ее предотвращения используют системы вентиляции, пароизоляционные пленки и осушители; древесина также уязвима к насекомым (домовой уса, короед, термит), для профилактики следует использовать антисептические пропитки и барьерные покрытия.

Деревянные высотки экологичны, энергоэффективны, окупаются за 10–15 лет. Ключ успеха — комплексный мониторинг: ежемесячные замеры влажности древесины, ежеквартальный энтомо-контроль, сертифицированные пропитки. В РФ перспективы роста к 2030 г. при доработке СП и реализации пилотных проектов.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80*. – Введ. 2017-11-01. – 78 с.
2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений. – М.: Стандартинформ, 2013. – 61 с.
3. ГОСТ 20022.2-94. Древесина. Метод определения прочности на сжатие вдоль волокон. – М.: Стандартинформ, 1994.
4. Афонин, В. С. Подходы к типологизации конструктивных систем деревянных многоэтажных зданий / В. С. Афонин // Вестник гражданских инженеров. – 2024. – № 65. – С. 45-56.
5. Веселова, Е. А. Конструктивные системы жилых высотных зданий / Е. А. Веселова, С. В. Комшин // Учебно-методические материалы ННГАСУ. – 2019. – 25 с.
6. Использование деревянных конструкций как альтернативы железобетону в многоэтажных зданиях // Бюллетень БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2022. – № 3. – С. 112-120.
7. CLT Handbook: Cross-Laminated Timber / FPInnovations. – Quebec: FPInnovations, 2019. – 486 p.
8. Ramage M. H. The Wood Manifesto / M. H. Ramage et al. – London: Imperial College London, 2017. – 28 p.

1.5 ПОДСЕКЦИЯ

**ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Баранова М.И.¹, Сурнин А.И.²

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Сибирский Научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, АО,
630091, Россия, Новосибирск, ул. Красный проспект, 67

Наука «Инженерная геология» базируется на знании геологии. Геология – комплекс наук о составе, строении, истории развития Земли, движениях земной коры и размещении в недрах Земли полезных ископаемых. Исходя из практических задач человека, основным объектом изучения ее является земная кора.

В настоящее время геология является естественной наукой, состоящей из более 20-ти научных дисциплин. Наиболее связаны с вопросами строительства дисциплины: минералогия, петрография – науки о минералах и горных породах; динамическая геология – учение о процессах на поверхности и в недрах Земли; историческая геология – изучает историю развития Земли; гидрогеология – наука о подземных водах; геоморфология – дисциплина изучающая развитие рельефа поверхности Земной коры.

Инженерная геология как наука возникла в начале прошлого столетия, в 20-е годы за рубежом, в 30-ые годы 20 века – в Советском Союзе. Особое развитие она получила в последние десятилетия. Объектом ее изучения являются: свойства горных пород как составной части грунтов; природные геологические и инженерно-геологические процессы в верхних горизонтах земной коры.

Особую роль при становлении инженерной геологии как самостоятельной отрасли в геологии сыграло массовое строительство железных дорог в первой трети 20 века. Во второй трети 20 века инженерная геология утвердилась как самостоятельная наука, инженеры-геологи приобрели необходимый опыт и разработали методики оценки свойств горных пород. Появились первые научные монографии по инженерной геологии (Н.В.Бобков, 1931; Н.Н. Маслов, 1934 и др.). Существенную роль в становлении инженерной геологии как науки сыграл труд Ф.П.Саваренского «Инженерная геология» (1937) где он писал, что инженерная геология является отраслью геологии, трактующей вопросы приложения геологии к инженерному делу. Он считал, что наука имеет следующие задачи: изучить геологические процессы и физико-механические свойства пород, определяющие условия возведения сооружений; определить направление инженерно-геологических мероприятий по обеспечению устойчивости земляных масс.

В 1959 году известный инженер-геолог И.В.Попов, один из основоположников отечественной инженерной геологии, определял инженерную геологию как науку, которая является отраслью геологии, изучающей динамику верхних горизонтов Земной коры в связи с инженерной деятельностью человека. Задачей инженерной геологии он считал прогноз взаимодействия инженерного сооружения с геологической средой во время строительства и эксплуатации. По его мнению основными разделами инженерной геологии являются: грунтоведение, инженерная динамическая геология или собственно инженерная геология, региональная инженерная геология.

В Большой Советской Энциклопедии (БСЭ) в 1972 это подтверждается и уточняется, что инженерная геология рассматривает состав, структуру, текстуру и свойства горных пород как грунтов, разрабатывает прогнозы процессов и явлений, которые возникают при взаимодействии сооружений с природной обстановкой, пути возможного взаимодействия на процессы с целью устранения их вредного влияния.

Значительную роль в развитии инженерной геологии в настоящее время играют работы В.И.Осипова, В.П.Ананьева, В.Т. Трофимова, Г.К.Бондарика и других современных ученых.

Инженерная геология в классическом представлении включает 3 самостоятельных, тесно связанных между собой научных направления, изучающие главные элементы геологической среды: грунтоведение – горные породы (грунты) и почвы; инженерная геодинамика – природные и антропогенные геологические процессы и явления; региональная инженерная геология – строение и свойства геологической среды определенной территории.

Главная цель инженерной геологии – изучение природной геологической обстановки местности до начала строительства, а также прогноз тех изменений, которые могут произойти в геологической среде и, в первую очередь, в горных породах в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

Все это ставит основные задачи, которые должны решаться инженерами-геологами и инженерами-строителями в процессе изыскательских работ: изучение инженерно-геологических условий (ИГУ) той территории, где предполагается строительство объекта; на основании анализа изученных ИГУ определить наиболее рациональные конструкции фундаментов и объекта в целом, а также технологии производства строительных работ.

Основным предметом «Инженерной динамической геологии и собственно инженерной геологии» являются инженерно-геологические условия. Это совокупность геологической обстановки, которая включает в себя породы, подземные воды, процессы, рельеф. Их изучение, выявление взаимосвязи и зависимости от других

природных явлений (климата и др.) и прогноз взаимодействия с инженерными сооружениями являются основной задачей инженерно-геологических исследований.

Список литературы

1. Трофимов В.Т. «Грунтоведение» – учебник в 2 томах, М.: Изд-во МГУ, 2005.
2. Сергеев Е.М. и др. (ред.) «Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород: В 2 т.» – М.: Недра, 1984.

АНИЗОТРОПИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ И ЕЕ УЧЕТ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Дружинин Н.А., Коробова О.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Проектирование и эксплуатация зданий и сооружений в районах распространения вечной мерзлоты требуют достоверной оценки прочности и деформируемости грунтовых оснований. Механические свойства мерзлых грунтов определяются не только их гранулометрическим составом, влажностью и т.п., но и особенностями криогенного строения (криоструктуры и криотекстуры), условиями промерзания, наличием незамерзшей воды и другими факторами. В связи с этим существенное значение приобретает анизотропия вечномерзлых грунтов, проявляющаяся в зависимости прочностных и деформационных характеристик от направления приложения нагрузки.

Анизотропные свойства вечномерзлых грунтов формируются под влиянием комплекса природных факторов, к числу которых относятся исходная осадочная слоистость, криогенное строение, условия промерзания, наличие незамерзшей воды, засоленность и химический состав поровой воды. Указанные факторы определяют неодинаковое сопротивление грунта деформированию и разрушению в различных направлениях, что оказывает влияние на работу основания под нагрузкой. При этом в инженерной практике мерзлые грунты нередко рассматриваются как условно изотропная среда, что не всегда позволяет корректно описывать их фактическое механическое поведение.

Игнорирование анизотропии может приводить к снижению точности оценки несущей способности грунтовых оснований, их деформативности и характера разрушения. Особенно важен учет данной особенности при решении задач геотехнического прогнозирования в сложных инженерно-геокриологических условиях, где надежность расчетов напрямую влияет на безопасность и долговечность сооружений. В этой связи исследование анизотропных свойств вечномерзлых грунтов и разработка подходов к их учету при прогнозировании прочности и деформируемости оснований являются актуальной научной и практической задачей.

Список литературы

1. Геокриология : учебное пособие / А. К. Алванян, К. А. Алванян ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2020. – 139 с.
2. Методы геокриологических исследований: учеб. пособие / М54 под ред. Э.Д. Ешова. — М.: изд-во МГУ. 2004. — 512 с: ил.
3. Анизотропия мерзлых грунтов в суровых климатических условиях / А. В. Исаков, Д. А. Красков, А. Ю. Асекритов, О. А. Коробова // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). – 2024. – Т. 27, № 2(92). – С. 55-65. – DOI 10.32683/1815-5987-2024-27-92-2-55-65. – EDN MMMSZG.
4. Анизотропные грунты и основания сооружений / А.К. Бугров, А.И. Голубев. — СПб. : Недра, 1993. — 245 с. : ил.

ЧИСЛЕННОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ МАНЖЕТНОЙ ЦЕМЕНТАЦИЕЙ ГРУНТОВ ПРИ ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ

Елифанцева Л.Р.

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»,
625000, Уральский федеральный округ, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского, 38

1. Значительная часть территории Российской Федерации располагается в пределах распространения многолетнемерзлых грунтов (ММГ). В настоящее время процессы общего климатического потепления, происходящие в Арктической зоне России, привели к значительному повышению температуры ММГ и увеличению глубины их сезонного протаивания (деградация мерзлоты). Постепенное оттаивание верхних слоев ММГ приводит к тому, что на застроенных территориях происходит повсеместное снижение несущей способности вмерзших фундаментов, активно уменьшается площадь смерзания при увеличении глубины сезонного оттаивания. Данный процесс растепления ММГ приводит к возникновению неравномерных осадков существующих зданий и сооружений, построенных по «первому принципу» строительства.
2. Одним из эффективных способов усиления свайных фундаментов в условиях деградации ММГ является усиление фундаментов с применением напорной инъекции (НИ по манжетной технологии), основанной на внесении цементного раствора в массив грунта путем образования гидроразрывов и частичной пропитки грунта. Преимуществами метода НИ являются: формирование сетчатой структуры грунта, уплотненного гидроразрывами; создание остаточного напряженного состояния; применимость в неблагоприятных и стесненных условиях; технологичность; экологичность на всех этапах.
3. Способ цементации свайного основания по манжетной технологии был применен в проекте усиления жилого трехэтажного здания (ЯНАО, с. Мужы). Для ликвидации прогрессирующего развития осадков фундаментов и их неравномерности с риском наступления критической (аварийной) ситуации был разработан проект усиления существующих свайных фундаментов с позиций устройства и работы свай в талом основании, сформировавшемся при оттаивании мерзлых грунтов, путем цементации основания, выполняемого в целях повышения физико-механических свойств грунтового основания непосредственно по боковой поверхности и пяте существующих железобетонных свай.
4. Приведены результаты численного моделирования процесса цементации грунтов методом манжетной технологии в зонах сезонного протаивания мерзлотных пород, выполненного в программном комплексе ЛИРА. Описаны особенности формирования цементных экранов, выявлены закономерности распределения давления инъекционного раствора и определены оптимальные режимы нагнетания растворов, обеспечивающие максимальную эффективность укрепления грунтов.

Список литературы

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: в 3 т. / Г.В. Алексеев [и др.]; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. - М.: Росгидромет, 2014. - Т. 1. - 1008 с.
2. Никифорова Н.С., Коннов А.В. Несущая способность свай в многолетнемерзлых грунтах при изменении климата // *Construction and Geotechnics*. - 2021. - Т. 12, № 3. - С. 14-24. DOI: 10.15593/2224-9826/2021.3.02
3. Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 543 с.
4. Полищук А.И., Семенов И.В. Проектирование усиления фундаментов реконструируемых, восстанавливаемых зданий с использованием свай // *Construction and Geotechnics*. - 2020. - Т. 11, № 4. - С. 33-45. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.03
5. Experience in application of drilled injection piles for building and structure strengthening / I.S. Salnyi [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*: 2, Perm, 26-28 of May 2021. - Perm, 2021. - P. 012010. DOI: 10.1088/1742-6596/1928/1/012010
6. Malinin A.G., Malinin D.A. Procedure for installation of "Atlant" anchor piles // *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. - 2010. - Vol. 47, no 1. - P. 20-25. DOI: 10.1007/s11204-010-9082-8
7. Самохвалов М.А. Исследования взаимодействия буроинъекционных свай, имеющих контролируемое уширение, с пылевато-глинистым грунтовым основанием в условиях реконструкции: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02. - Тюмень, 2015. - 26 с.
8. Улицкий А.М., Шашкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов. - М.: Изд-во АСВ, 2004. - 324 с.
9. Растворы для формирования буроинъекционных свай / И.С. Сальный [и др.] // *Construction and Geotechnics*. - 2020. - Т. 11, № 4. - С. 69-80. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.06

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СВАИ В ЗАГРЯЗНЁННОМ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПЕСЧАНОМ ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ

Линовский С.В., Якушкина Т.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Как показали ранее выполненные исследования [1, 2], физико-механические свойства и характеристики грунта могут изменяться достаточно существенно при различной степени насыщения их продуктами нефтепереработки. При этом, часто загрязнение грунтовых оснований зданий (сооружений) происходит в режимах аварийного сброса (дефекты и разрушение резервуаров, прорыв трубопроводов и т.п.), что при ухудшении строительных свойств грунта в основании может приводить к существенному повреждению строительных конструкций или полному выходу их из строя вследствие возникновения дополнительных деформаций и снижения несущей способности фундаментов.

Авторами исследования выполнена оценка изменения несущей способности свайных фундаментов в лабораторных условиях при загрязнении несвязного (песчаного) грунтового основания продуктами нефтепереработки (бензин, дизельное топливо, моторное масло). Для испытаний использовались деревянные модели свай с покрытием из эпоксидной смолы, погруженные в песчаное грунтовое основание (песок средней крупности).

В частности установлено, что несущая способность свай может снижаться от 10 до 60 % в зависимости от вида загрязняющего продукта, концентрации загрязнения и ряда других факторов. Выявлена также зависимость дополнительных деформаций моделей фундаментов от степени загрязнения грунтового основания. По результатам исследований сделаны выводы и сформулированы практические рекомендации.

Список литературы

1. Квашук, А. В. Изменение механических свойств песчаных грунтов при их загрязнении нефтепродуктами / А. В. Квашук // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 3(98). – С. 33-43. – DOI 10.23968/1999-5571-2023-20-3-33-43.
2. Абелев, М. Ю. Особенности строительства сооружений на насыщенных нефтепродуктами мелкозернистых песках / М. Ю. Абелев, Б. К. Абильдин, Д. Ю. Чунюк // Промышленное и гражданское строительство. - 2022. - № 8. -С. 41-47. - DOI 10.33622/0869-7019.2022.08.41-47. - EDN DXFRTE.

ТЕХНОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «МАЛОЕ ТРАНСПОРТНОЕ КОЛЬЦО» Г. ТОМСК

Лощев В.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Грунтовые условия являются основными исходными данными для проектирования конструкций и сооружений. От характеристик и агрегатного состояния грунтов основания зависит обосновывающие материалы всех конструкций и сооружений, запроектированных на данном грунтовом основании.

В процессе строительства автомобильной дороги в г. Томск обнаружено изменение грунтовых условий в виде стремительного подтопления территории в короткий период времени. Выполненный геотехнический анализ показал, что подтопление не зависит от погодных условий, а выполненные пьезометрические скважины показали напорный характер грунтовых вод. Причиной изменения грунтовых условий послужила массовая застройка территории прилегающих участков. Рассмотренные в хронологическом порядке события на прилегающих площадках позволили определить причину подтопления, а обнаруженный на месте «индикатор» в виде вертикальной водозаборной металлической трубы позволил зафиксировать интенсивность техногенного влияния.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДСКИХ ПОДЗЕМНЫХ И ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Молчанов В.С.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

До недавнего прошлого строительство подземных сооружений выполняли открытым или закрытым способами. Открытый способ (в котлованах) требует закрытия большой территории на продолжительный период строительства, что в условиях большого города нарушает транспортную инфраструктуру, требует устройства объездов. Закрытый способ, исключая названные осложнения, в несколько раз дороже открытого.

В настоящее время для строительства коротких подземных сооружений распространяется применение специальных технологий. К ним относятся следующие.

Проходки под защитным экраном из металлических труб, продавливание которых выполняется из вертикальных выработок относительно малых сечений, позволяет исключить отрывку котлована на всю длину сооружения.

Горный способ проходки выработок может быть заменен продавливанием секций конструкций в грунтовом массиве или использование тоннелепроходческих комплексов, включая комплексы микротоннелирования (малых диаметров) или бестраншейные технологии.

При строительстве сооружений больших габаритов могут применяться технологии Стены в грунте из бурокасательных, буросекущихся свай или в виде плоских железобетонных конструкций.

При строительстве заглубленных подземных сооружений (частей сооружений ниже земной поверхности) начинают использоваться методы Top-Down и Up-Down (сверху-вниз и вверх-вниз), позволяющие сооружать подземные этажи не со дна котлована, а с постепенным их заглублением от поверхности земли, и даже одновременно с возведением надземной части.

Конечно, выбор технологии выполняется с учетом многих факторов, включая геологические и гидрогеологические условия места строительства, градостроительные особенности (плотность застройки, интенсивность движения транспортных средств), габариты сооружения, материалы, формы и особенности конструкций обделок и др.

Список литературы

1. Конюхов Д.С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. – М.: Архитектура, 2005 - 298 с.
2. Снарский В.И., Айгунов М.М., Снарский С.В. Технология возведения подземных сооружений: Учебное пособие. – Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2009. -125 с.
3. Маковский Л. В., Городские подземные транспортные сооружения, 2 изд., М., 1985.
4. Колесников В. С. _Возведение подземных сооружений методом Стена в грунте. Технологии и средства механизации. Учебное пособие.- Волгоград, Изд-во ВолГУ, 1999.- 144 с.
5. Главатских В.А., Молчанов В.С. Строительство метрополитенов. Учебное пособие.- М.: изд-во Маршрут, 2006.- 680 с.

ПРОТИВОАВАРИЙНОЕ УСИЛЕНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ МАНЖЕТНОЙ ЦЕМЕНТАЦИЕЙ ГРУНТОВ ПРИ ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ

Наумкина Ю.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»,
625000, Уральский федеральный округ, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского, 38

1. Изменение геокриологических условий как фактор риска. Повышение среднегодовых температур в Арктической зоне провоцирует деградацию многолетнемерзлых пород: рост температуры грунтов и увеличение глубины сезонного оттаивания становятся причиной снижения несущей способности оснований. Это напрямую угрожает конструктивной безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений. В сложившихся геотехнических условиях традиционные методы возврата грунтов в мерзлое состояние зачастую технически сложно реализуемы или экономически нецелесообразны.

2. Манжетная цементация: принцип и механизм воздействия. В качестве эффективного метода усиления свайных фундаментов при оттаивании основания рассматривается манжетная технология цементации. Суть метода заключается в нагнетании цементного раствора в массив грунта под высоким давлением, что приводит к образованию гидроразрывов и частичной пропитке породы. Технология позволяет достичь комплекса эффектов: улучшаются деформационные и прочностные характеристики грунта под подошвой сваи, а за счет вынужденных поперечных деформаций создается дополнительное обжатие ствола сваи, что повышает трение по боковой поверхности.

3. Объект исследования: диагностика аварийности. Апробация метода выполнена при обследовании трехэтажного жилого дома в селе Мужы (ЯНАО). Инструментальная оценка технического состояния выявила дефицит несущей способности свайного фундамента, что послужило основанием для присвоения объекту ограниченно-работоспособной категории и разработки противоаварийных мероприятий.

4. Проектное решение и моделирование НДС. Для восстановления эксплуатационных качеств фундамента разработан проект усиления грунтового основания методом манжетной инъекции цемента. При инъектировании с образованием гидроразрывов в массиве формируется наведенное напряженное состояние. Это приводит к трансформации физико-механических свойств грунта: фиксируется изменение коэффициента пористости и показателя текучести, возрастает модуль деформации. Формируются армирующие цементные связи, уплотняющие и закрепляющие массив. Помимо упрочнения грунта под пятой сваи, критически важным фактором является дополнительное боковое обжатие сваи за счет роста горизонтальных напряжений в массиве.

5. Оценка прироста несущей способности. Выполнены аналитические расчеты, количественно оценивающие вклад манжетной цементации в повышение несущей способности сваи. Установлено, что суммарный эффект складывается из работы уплотненного грунта под нижним концом сваи и увеличения сил трения по боковой поверхности, обусловленного ростом горизонтальных напряжений от нагнетаемого раствора. Представленные зависимости позволяют прогнозировать эффективность усиления на стадии проектирования.

Список литературы

1. Деградация мерзлоты: результаты многолетнего геокриологического мониторинга в западном секторе российской Арктики / А.А. Васильев [и др.] // Криосфера Земли. - 2020. - Т. 24, № 2. - С. 15-30. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2020-2(15-30).

2. Ильичев В.А., Никифорова Н.С., Коннов А.В. Прогноз изменения температурного состояния основания здания в условиях потепления климата // Жилищное строительство. - 2021. - № 6. - С. 18-24. DOI: 10.31659/0044-4472-2021-6-18-24/

3. Пронозин Я.А., Малышкин А.П., Сальный И.С. Использование буроинъекционных свай в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов // Современные исследования трансформации криосферы и вопросы геотехнической безопасности сооружений в Арктике, Салехард, 03-12 ноября 2021 г. - Салехард, 2021. - С. 353-356. DOI: 10.7868/9785604610848095/

4. Ермолаев В.А. Закрепление оснований зданий и сооружений методом гидроразрыва при неоднократном инъектировании: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02. - СПб., 2013. - 25 с.

5. Кузьмин Г.П. Влияние влажности на показатели физических свойств дисперсных грунтов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2021. - № 5. - С. 52-56. DOI: 10.17513/mjrfi.13218/

6. Методическое пособие по укреплению грунтов методами струйной цементации, глубинным перемешиванием, инъекции растворами на основе микроцементов, манжетной инъекцией в режиме гидроразрывов. - М.: Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве, 2020. - 83 с.

7. Определение несущей способности набивной сваи по грунту, выполненной в раскатанной скважине / А. Л. Ланис [и др.] // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2017. - № 9 (705). - С. 31-40.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ АЭС*

Субботин Д.А.

ФГБОУ высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет» (НИУ МГСУ),
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

1. На таких крупных промышленных объектах, как атомные электростанции, происходит интенсивное техногенное изменение геологической среды. Важнейшей составляющей прогноза устойчивости сооружений АЭС во времени является подтверждение требуемых показателей прочностных и деформационных свойств и стабильности состояния грунтов активной зоны оснований ответственных зданий и сооружений в целом, что отражено в документах Ростехнадзора и Федеральной службы по атомному надзору. Рассмотрение вопросов оценки изменения свойств грунтов основания ответственных или уникальных зданий и сооружений в процессе их строительства и длительной эксплуатации невозможно без разработки методики инженерно-геологических и геоэкологических исследований.
2. Учитывая актуальность проблемы продления срока дальнейшей эксплуатации ответственных сооружений атомных энергокомплексов, построенных в нашей стране преимущественно в 70–80-х годах, крайняя ограниченность научных публикаций и литературы методического характера по инженерно-геологическим изысканиям на территориях действующих АЭС говорит о недостаточной изученности данного вопроса.
3. Решая конкретную задачу по обоснованию возможности безопасной эксплуатации энергоблоков № 1 и № 2 Калининской АЭС в период дополнительного срока эксплуатации был проведен комплекс инженерно-геологических изысканий по специально разработанной программе, согласованной с соответствующими подразделениями Госкорпорации «Росатом» и руководством Филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция». При изучении пространственной изменчивости инженерно-геологических условий, разработке оценочных критериев в прогнозных построениях динамики развития и формирования этих условий применительно к обоснованию возможности безаварийной эксплуатации наиболее ответственных сооружений использовались методы сравнительно-геологического анализа, регионального инженерно-геологического прогнозирования (математический) и геотехнического (в большей части геодезического) мониторинга. Для анализа изменений основных свойств грунтов основания и прогноза возможности их дальнейшей трансформации были привлечены материалы выполненных нами современных инженерно-геологических изысканий, архивные материалы инженерно-геологических изысканий, выполненных в 1972–1980 годах на стадии проектирования; материалы многолетнего ежемесячного геодезического мониторинга за осадками фундаментных плит.

Список литературы

1. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии: Недра, 1981. — 256 с.
2. Основы концепции геодинамической безопасности экологически опасных инженерных объектов / В.М. Макеев, Н.В. Макарова, В.Н. Леденев [и др.] // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2015. — № 2. — С. 99–110. — EDN TSAVWT.
3. Федунец Н.И. Проблема устойчивости зданий и сооружений при обеспечении безопасности атомных электростанций / Н.И. Федунец, Е.А. Гурьева // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2008. — Отдельный выпуск № 11. — С. 9–20.
4. Кашперюк, П.И. Влияние режима эксплуатации объектов АЭС на формирование свойств грунтов основания / П.И. Кашперюк // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. — 2020. — № 1. — С. 64–66.
5. Соколов Н.С. Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов при повышенных нагрузках / Н.С. Соколов // Жилищное строительство. — 2018. — № 5. — С. 3–8.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ

Цуканов А.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Тезис 1. Актуальность и проблема.

Современное строительство в условиях плотной городской застройки, реконструкции исторических зданий и освоения подземного пространства требует малоинвазивных методов усиления грунтов. Инъекционные технологии являются оптимальным решением, позволяя улучшать свойства основания без масштабных земляных работ. Ключевой фактор эффективности — инъекционный материал, свойства которого определяют прочность, долговечность и экологичность усиления.

Тезис 2. Ограничения традиционных материалов.

Традиционные материалы (цементация, силикатизация, смолизация) имеют существенные недостатки, это стимулирует поиск новых, более эффективных и экологичных составов.

Тезис 3. Органосиланы — химическая модификация поверхности.

Органосиланы образуют на поверхности силикатных минералов ковалентно связанный гидрофобный слой толщиной 4-6 нм. Это обеспечивает: снижение водопоглощения и морозного пучения, повышение прочности и жесткости грунта, практически мгновенный эффект, полевые испытания на трассе Е39 (Норвегия) показали увеличение модуля упругости в 2,1 раза по сравнению с необработанным грунтом.

Тезис 4. Лигносульфонаты — экологичная альтернатива

Лигносульфонаты — побочный продукт целлюлозно-бумажной промышленности. Они нетоксичны, возобновляемы и дешевы. Механизм действия основан на пленкообразовании и ионообмене. Недостатки: медленное нарастание прочности (до 23 дней) и чувствительность к воде на начальном этапе. Однако при правильной дозировке они эффективны в решении ряда задач.

Тезис 5. Наноматериалы как модификаторы

Наночастицы (нанокремнезем, наноглина, наноллисты h-BN) не являются самостоятельными инъекционными растворами, но выступают мощными модификаторами. Они служат центрами нуклеации, уплотняют микроструктуру и армируют материал на наноуровне.

Тезис 6. Биотехнологии: MICP и EICP

Биоцементация использует природные процессы гидролиза мочевины для осаждения кальцита. MICP (с бактериями) и EICP (с растительным ферментом) позволяют закреплять даже мелкие пески экологичным способом. MICP обеспечивает более высокую прочность благодаря бактериальным клеткам — центрам нуклеации, но сложнее в применении. EICP проще, но требует добавок для создания центров кристаллизации (например, h-BN).

Тезис 7. Сравнительный анализ

Сравнение материалов по ключевым параметрам: проникающая способность, прочность, гидрофобизация, экологичность, скорость действия.

Выбор материала зависит от инженерно-геологических условий и экономической целесообразности.

Тезис 8. Практическая значимость

Применение современных инъекционных материалов позволяет:

- использовать местные грунты (например, щебень из тоннелей) без привозных материалов;
- увеличивать межремонтные сроки благодаря долговечности модификации;
- работать в стесненных условиях без остановки эксплуатации зданий.

Тезис 9. Перспективы развития

Дальнейшее развитие связано с:

- гибридными системами (органосилан + наночастицы, биоцементация + h-BN);
- цифровым проектированием инъекционных работ (моделирование растекания);
- разработкой «умных» материалов с сенсорами и способностью к самозалечиванию;
- совершенствованием нормативной базы для внедрения инноваций в массовое строительство.

Тезис 10. Заключение

Современные инъекционные материалы — это не просто замена цементу, а принципиально новый уровень геотехники, позволяющий управлять свойствами грунта на микроуровне. Их грамотный выбор и применение открывают путь к более надежным, долговечным и экологичным фундаментам будущего.

Приношу благодарность Леониду Викторовичу Нуждину за неоценимую поддержку.

Список литературы

1. Huang, Y., & Wang, L. (2016). Experimental studies on nanomaterials for soil improvement: a review. *Environmental Earth Sciences*, 75(6), 497.
2. Barbieri, D. M., Hoff, I., & Mork, M. B. E. (2020). Organosilane and lignosulfonate as innovative stabilization techniques for crushed rocks used in road unbound layers. *Transportation Geotechnics*, 24, 100308.
3. Alazigha, D. P., Indraratna, B., & Vinod, J. S. (2018). Mechanisms of stabilization of expansive soil with lignosulfonate admixture. *Transportation Geotechnics*, 14, 81-92.
4. Chen, Q., Indraratna, B., Carter, J., & Rujikiatkamjorn, C. (2014). A theoretical and experimental study on the behaviour of lignosulfonate-treated sandy silt. *Computers and Geotechnics*, 61, 316-327.
5. Fouladi, A. S., Arulrajah, A., Chu, J., & Horpibulsuk, S. (2023). Effects of hexagonal boron nitride nanosheets on the biostabilization of recycled sands for geotechnical fill applications. *Transportation Geotechnics*, 42, 101085.
6. Almajed, A., Lateef, M. A., Moghal, A. A. B., & Lemboye, K. (2021). State-of-the-art review of the applicability and challenges of microbial-induced calcite precipitation (MICP) and enzyme-induced calcite precipitation (EICP) techniques. *Crystals*, 11(4), 370.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОДУКТАМИ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ НЕСВЯЗНОГО ГРУНТА

Якушкина Т.А., Линовский С.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Большинство исследований, посвященных поведению грунтовых массивов при загрязнении их продуктами нефтепереработки, оценивают геоэкологические аспекты воздействия жидкостей на состояние среды. Однако, в последние годы появились работы, направленные на установление степени влияния загрязнения грунтов углеводородами на строительные свойства оснований, и поведение зданий (сооружений), фундаменты которых расположены на таких грунтах. Это обстоятельство обусловлено имеющими место фактами разлива нефти и нефтепродуктов при коррозионном повреждении днищ резервуаров, авариями на транспортных магистралях, несанкционированным механическим воздействием на инфраструктуру нефтеперерабатывающих предприятий и хранилищ. В диссертационной работе [1], защищенной в 2025 году, приведён значительный объём сведений об изменении прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик песчаных грунтов в зависимости от его загрязнённости нефтью, дизельным топливом и бензином.

Авторами настоящего исследования сделана попытка оценить поведение несвязного грунта (песка средней крупности) при воздействии на него трех видов нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, моторное масло) при различной степени насыщения грунта загрязнениями, разных способах насыщения грунта (сверху, снизу), изменения влажности грунта.

Эксперименты проводились в лабораторных условиях с использованием стандартной приборной базы. Результаты испытаний, в частности, подтверждают, отмеченное другими авторами влияние загрязнения грунта нефтепродуктами на показатели деформируемости (модуль деформации, относительная деформация и др.). Установлена зависимость деформации грунта от способа введения загрязняющей добавки, времени действия сжимающего давления, степени водонасыщения грунта. По результатам испытаний сделаны соответствующие выводы и практические рекомендации для использования в строительной практике.

Список литературы

1. Квашук А.В. Влияние загрязнения песчаных грунтов нефтепродуктами на состояние оснований сооружений, Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидат технических наук. Санкт-Петербург, 2025, 26 стр.

2 СЕКЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ
И ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

2.1 ПОДСЕКЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО- АРХИТЕКТУРНО- ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ В СТРУКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ САМАРЫ)

Алямкина П.С., Веретенников Д.Б.

Самарский государственный технический университет (СамГТУ),
443100, Россия, Самара, ул. Молодогвардейская., 194

Актуальность исследования обусловлена необходимостью интеграции разрастающейся транспортной инфраструктуры и системы общественных центров в крупнейших городах России. Интенсивная автомобилизация, суточная миграция населения и возникновение новых жилых образований на периферии Самары приводят к перегрузке улично-дорожной сети (УДС) и снижению качества городской среды. В этих условиях транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) перестают быть исключительно инженерными сооружениями и превращаются в ключевые элементы градостроительного каркаса, способные стать точками роста и новыми центрами общественной активности [1].

Целью работы является разработка архитектурно-градостроительной концепции формирования ТПУ как активных элементов системы общественных центров Самары. Для достижения цели были решены задачи: проведен комплексный градостроительный и транспортный анализ города; выявлены перспективные локации для размещения ТПУ; разработана типология узлов и сформулированы принципы их формирования.

Историческое развитие Самары привело к формированию ярко выраженной полицентричной структуры (исторический центр, район Безымянки, зона вдоль Московского шоссе), что создает объективную потребность в распределенной системе ТПУ [2]. Анализ современной УДС выявил ее линейную структуру, хронические перегрузки основных магистралей, преобладание радиальных связей и недостаточное использование потенциала железнодорожной инфраструктуры для внутригородских перевозок.

Комплексный картографический анализ с наложением данных о транспортных потоках, пассажиропотоках и расположении общественных центров позволил выявить 12 перспективных локаций для размещения ТПУ (см. рис. 1). Наиболее значимыми являются: «Центральный» (пл. Революции), «Вокзальный» (Ж/д вокзал – ст. метро «Алабинская»), «Кировский» (пересечение пр. Кирова и ул. Стара-Загора), «Южные Ворота» (выезд на Южное шоссе).

На основе теоретических классификаций [3] все выявленные узлы разделены на два типа: ТПУ «догоняющего» типа (реконструкция существующих проблемных узлов в сложившейся застройке) и ТПУ «формирующего» типа (новое строительство в зонах перспективного развития как катализатор роста территории).

Разработанная концепция базируется на принципе иерархического построения системы ТПУ, соответствующей структуре общественных центров Самары. Выделены три уровня: межрегиональные/городские узлы (многофункциональные комплексы с интеграцией всех видов транспорта), районные узлы (центры обслуживания крупных жилых массивов с объектами повседневного спроса) и локальные узлы (формируемые на базе крупных остановок общественного транспорта).

Ключевыми принципами формирования ТПУ в концепции определены: полифункциональность и синергия (трансформация ТПУ в общественно-транспортные центры); компактная многоуровневая организация с реализацией принципа «сухих ног»; принцип «зеленого» каркаса (интеграция экологических технологий и инфраструктуры для микромобильности); универсальный дизайн для создания безбарьерной среды [4].

Предложенная концепция позволяет дифференцировать подходы к проектированию: для исторического центра приоритетом является деликатная реконструкция и подземное освоение пространства, для периферийных зон – создание крупных мультимодальных хабов с перехватывающими парковками, стимулирующих развитие новых общественных центров. Интеграция коммерческих функций на базе ТПУ повышает их экономическую эффективность и создает комфортную городскую среду.

Полицентричная структура Самары является ключевой предпосылкой для формирования иерархической системы ТПУ. Выявленные 12 перспективных локаций классифицированы на два типа, требующих дифференцированных архитектурно-планировочных подходов. Предложенная концепция базируется на принципах иерархичности, полифункциональности, компактной организации, «зеленых» технологий и универсального дизайна, что позволяет трансформировать ТПУ в активные элементы общественного пространства [5].

Список литературы

1. Веретенников Д.Б. Метод изучения и преемственного преобразования планировочных структур крупнейших городов. Монография – Самара: СГАСУ, 2016. – 232 с.
2. Азаренкова З.В. Транспортно-пересадочные узлы в планировке городов. М.: Архитектура-С, 2011. 93 с.
3. Calthorpe P. The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream. New York: Princeton Architectural Press, 1993. 175 p.

4. Cervero R. The Transit Metropolis: A Global Inquiry. Washington: Island Press, 1998. 536 p.
5. Москвичев О.В., Леонова С.А. Развитие системы транспортно-пересадочных узлов в городской транспортной сети // Transportation Research Procedia. 2021. Vol. 54. P. 44-52.
6. Закирова Л.Р. Современные тенденции формирования транспортно-пересадочных узлов в крупных городах // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 4 (87). С. 45-51.
7. Привезенцев С.В. Доступность транспортно-пересадочных узлов для маломобильных групп населения // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2021. № 3. С. 67-73.
8. Geurs K., Grigolon A., Münzel K. et al. The Smarthubs integration ladder: a conceptual model for the categorisation of shared mobility hubs // Transport Reviews. 2024. Vol. 44, № 1. P. 112-139. DOI: 10.1080/01441647.2023.2242587.
9. Banister D. The Sustainable Mobility Paradigm // Transport Policy. 2008. Vol. 15, № 2. P. 73-80.
10. Bertolini L. Planning the Mobile Metropolis: Transport for People, Places and the Planet. London: Palgrave Macmillan, 2017. 198 p.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ

Бубенщикова З.П., Гашенко А.Е.

Новосибирский государственный университет архитектуры,
дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова (НГУАДИ),
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

В работе структурируется классификация кластеров по ключевым аспектам. Описываются подходы и структурные модели, их набор параметров. Предлагается классификация кластеров в контексте градостроительства. Цель исследования — создание обобщающей классификации кластеров для дальнейшего применения в исследованиях и проектировании.

Понятие «кластер» часто используется в современном научном лексиконе. На интуитивном уровне термин представляется достаточно понятным, однако при ближайшем рассмотрении обнаруживается множественность его трактовок, что требует содержательного анализа.

Теория кластеров — не инновационная в экономической науке, поскольку ее базовые принципы были сформулированы еще в XIX веке. Основы современного понимания кластера были заложены М. Ю. Портером в рамках экономической географии в 1990-е годы. Он определил кластер как географическую концентрацию взаимосвязанных компаний и организаций в определенной сфере [1]. Впоследствии данное понятие было адаптировано и развито исследователями различных предметных областей, которые привнесли в него свою специфику. В результате, сегодня ученые сталкиваются с обилием определений и подходов, которые не всегда согласуются между собой. Это создает понятийную путаницу и затрудняет практическую деятельность по созданию и развитию кластеров. Таким образом, выявлена необходимость систематизировать накопленные знания, чтобы выработать непротиворечивую основу для дальнейших исследований.

Классификация кластеров отличается многомерностью и может быть проведена по ряду оснований. По уровню развития принято выделять кластеры зарождающиеся, развивающиеся, зрелые (достигшие мирового уровня) и угасающие. По способу формирования разделяются на возникших естественным путем и целенаправленно созданные при участии государства. Отраслевая специализация подразделяет на кластеры сельскохозяйственных, высокотехнологичных (инновационных), агроиндустриальных и креативных комплексов. Организация сотрудничества и экономического развития добавляет классификацию по степени инновационной активности, выделяя кластеры, основанные на знаниях и на опыте. Исследования Высшей школы экономики вносят в классификацию уровни организационного развития, такие как пилотные инновационные территориальные кластеры, промышленные и др. [2, 3, 4].

Особое внимание в исследовании уделено градостроительному аспекту классификации и идентификации кластеров. Уточняются взаимосвязи между типологическими характеристиками кластеров. Выделены следующие критерии: масштаб территории, особенности планировочной структуры, локализация относительно города, морфология застройки. Содержательное наполнение инновационной инфраструктуры объединяет: образовательные учреждения, центры исследований и разработок, центры трансфера технологий, бизнес-инкубаторы, технопарки, центры коллективного пользования научным оборудованием, финансовые институты и центры кластерного развития.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что многообразие существующих подходов к определению и типологии кластеров требует их упорядочивания для эффективного использования в градостроительном проектировании. Предложенная в работе классификация, интегрирующая общеэкономические и градостроительные критерии, создает основу для грамотного территориального планирования. Дальнейшая исследовательская работа видится в изучении инновационных кластеров.

Список литературы

1. М. Портер. Конкуренция. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. 496 с.
2. Монастырный Е. А. Инновационный кластер // Инновации. 2006. №2. С. 38–43.
3. Карта кластеров России : сайт. – URL: <https://map.cluster.hse.ru> (дата обращения: 11.02.2026). – Текст : электронный.
4. Большая российская энциклопедия : сайт. – URL: <https://bigenc.ru/c/innovatsionnyi-klaster-146381> (дата обращения: 27.02.2026). – Текст : электронный

ОЦЕНКА ТВОРЧЕСТВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ОЛИМПИАДЫ ПО ЦИФРОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В АРХИТЕКТУРЕ

Грузина Е.А.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крычкова,
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

Значимость развития творческого метода архитектора в цифровой среде обусловлена тем, что цифровые технологии, при всей их инструментальной ценности, не гарантируют появления оригинальных концепций. Без целенаправленного развития творческого мышления возникает риск подмены содержания проекта техническими приемами.

Введение критериев, ориентированных на оценку творческой составляющей проектных решений, способствует не только повышению объективности результатов профессиональных конкурсов, но и стимулирует развитие творческого метода архитектора, обеспечивая рост качества итоговых проектных работ.

С целью выявления влияния оценки творчества на качество проектных решений был проведен сравнительный анализ критериев оценки Национальной технологической олимпиады школьников 8-11 классов по профилю Цифровые технологии в архитектуре за два сезона: 2024–2025 и 2025–2026.

В сезоне 2024–2025 система оценивания была больше ориентирована на технические параметры, включая точность моделирования, соответствие нормативным требованиям и корректность работы скриптов. Творческие аспекты носили фрагментарный характер и не имели системного отражения в критериях [1].

В сезоне 2025–2026 оценка творчества приобрела системный характер и включила следующие группы параметров:

- Оригинальность - оценивается через нестандартность архитектурной идеи, оригинальность композиционных решений, неочевидность применения цифровых инструментов.
- Концептуальность - фиксируется наличие целостной архитектурной концепции, ее читаемость без текстовых пояснений, взаимосвязь между замыслом и реализацией.
- Вариативность - оценивается способность предлагать множественные сценарии использования пространства, комбинируемость модульных элементов, адаптивность параметрических систем к изменяющимся условиям (например, к положению солнца).
- Новизна использования цифровых инструментов - учитывается применение параметрического моделирования для решения нестандартных задач, интеграция генеративных нейросетей в процесс формирования образа, культура организации скрипта (функциональное группирование, цветовая маркировка, описательные названия).

Кроме того, в сезоне 2025–2026 введены критерии, оценивающие обоснованность проектных решений и способность участников объяснить взаимосвязь между архитектурной концепцией и применением параметрических инструментов. Это отражает переход от оценки результата к оценке творческого метода.

Результаты итоговых работ демонстрируют, что проекты сезона 2025–2026 отличаются большей концептуальной целостностью, разнообразием композиционных решений и более осмысленной интеграцией цифровых технологий в процесс формообразования по сравнению с работами сезона 2024–2025.

Таким образом, внедрение системы критериев оценки творчества в олимпиадах с использованием цифровых технологий способствует повышению качества проектных решений. Сравнительный анализ сезонов 2024–2025 и 2025–2026 демонстрирует, что формализация и систематизация таких параметров, как оригинальность, концептуальность, вариативность и новизна использования цифровых инструментов, стимулирует участников к развитию творческого метода архитектора в цифровой среде. Оценка творчества выступает не только контролирующей, но и формирующей функцией. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании методик профессиональных конкурсов и образовательных программ в области архитектурного проектирования.

Список литературы

1. Национальная технологическая олимпиада. Цифровые технологии в архитектуре : сборник материалов. – URL: <https://ntcontest.ru/upload/sborn2025/%D0%A6%D0%A2%D0%90.pdf> (дата обращения: 15.03.2026). – Текст : электронный.

АРХИТЕКТУРНАЯ ТИПОЛОГИЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕАБИЛИТАЦИОННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КЛАСТЕРОВ: ПРИНЦИПЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В СТРУКТУРЕ НИИ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

Ерилова Е.А., Грек С.О., Лихачева А.Е.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова (НГУАДИ),
630099, Россия, Новосибирск, ул. Красный проспект, 38

Современная система здравоохранения характеризуется переходом от модели лечения острых состояний к концепции длительного сопровождения пациента. В области травматологии и ортопедии хирургическое вмешательство является лишь начальным этапом лечения, после которого следует продолжительный период медицинской и социальной реабилитации. При этом до 25% пациентов с травмами опорно-двигательного аппарата сталкивается с психоневрологическими последствиями: посттравматическим стрессовым расстройством, когнитивными нарушениями, нарушениями адаптации и депрессивными состояниями. Особенно остро проблема стоит в отношении отдельных групп риска, например, участников боевых действий, жертв ДТП, пожилых людей и пациентов после тяжелых операций (до 40% посттравматических стрессовых расстройств).

В существующей практике учреждения хирургического профиля, реабилитационные центры и психоневрологические службы чаще всего размещаются пространственно разобщенно. Такая дискретная структура медицинской инфраструктуры приводит к фрагментации лечебного процесса, усложняет логистику перемещения пациентов и снижает эффективность междисциплинарного взаимодействия специалистов, увеличивая сроки восстановления пациентов.

В связи с этим возрастает актуальность формирования реабилитационно-исследовательских медицинских кластеров, объединяющих научно-исследовательские институты травматологии и ортопедии с центрами физической и психоневрологической реабилитации в единую объемно-пространственную и функционально-планировочную систему. В рамках данной концепции особое значение приобретает синтез физической и психоневрологической реабилитации, реализуемый в соответствии с принципами «исцеляющей» архитектуры, где пространственная среда рассматривается как активный фактор восстановления пациента.

Научная новизна исследования заключается в формировании новых функциональных моделей реабилитационно-исследовательского кластера, основанных на интеграции хирургических, реабилитационных и психоневрологических функций. В работе предложены принципы пространственной организации, выявлены функциональные архитектурно-пространственные взаимосвязи, обеспечивающие непрерывность медицинского маршрута пациента, эффективное междисциплинарное взаимодействие специалистов и формирование единой терапевтической среды путем архитектурно-планировочных и объемно-пространственных решений.

Целью исследования является разработка новых функциональных моделей объемно-пространственной интеграции психоневрологических центров, реабилитационных учреждений и научно-исследовательских институтов травматологии и ортопедии в структуре единого медицинского кластера, на основе выявленных взаимосвязей архитектурно-планировочных принципов формирования данных типологических объектов.

В рамках исследования поставлены задачи: проанализировать функциональные и пространственные связи между научно-исследовательскими институтами травматологии и ортопедии и учреждениями психоневрологической и физической реабилитации; изучить отечественный и зарубежный опыт формирования медицинских кластеров и реабилитационных комплексов; выявить требования архитектурно-планировочной организации на основе нормативной базы и нормативные ограничения при интеграции данных учреждений в единый кластер; выявить принципы объемно-пространственной организации реабилитационно-исследовательского кластера.

В результате исследования выявлены основные принципы и приемы архитектурно-планировочного формирования кластера, включающего интеграцию травматолого-ортопедических, психоневрологических и реабилитационных функций, обеспечивающие непрерывность лечебно-реабилитационного процесса и оптимизацию маршрутов пациентов. Разработаны три типологические модели реабилитационно-исследовательского кластера, включающие различные варианты объемно-пространственной и архитектурно-планировочной организации, которые позволяют оптимизировать логистику и создать непрерывную лечебно-реабилитационную среду с элементами «исцеляющей» архитектуры.

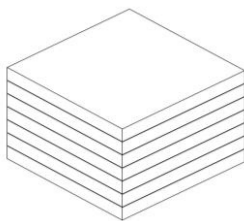


Рисунок 1 – Централизованная многоуровневая (моноблочная) модель

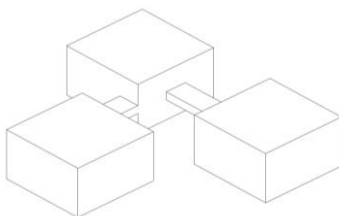


Рисунок 2 – Павильонная (многокорпусная) модель

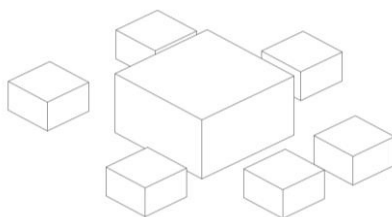


Рисунок 3 – Смешанная (гибридная) модель

Список литературы:

1. Назаров М. В., Чичановская Л. В., Ахмадеева Л. Р. Тревога и депрессия у пациентов с посттравматической невропатией. // Эффективная фармакотерапия. - 2025. - №21 (43). - С. 10–14.
2. Министерство Здравоохранения Российской Федерации Статистический сборник. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, организация травматолого-ортопедической помощи в Российской Федерации в 2019 году. - М: 2021. - 384 с.
3. Айдаров, В. И. Интегративная модель медико-психологопедагогического сопровождения социальной реабилитации инвалидов с заболеваниями и травмами опорно-двигательного аппарата // Практическая медицина. – 2011. – № 7. – С. 39–42.
4. Ульрих Р. С. Вид из окна может повлиять на восстановление после операции // Science. — 1984. — №224. — С. 420.
5. Чанцулис М., Мирский А., Расмус А., Кропотов Ю. Д., Пачальска М. Нейропсихологическая реабилитация пациентов с черепно-мозговыми травмами // Annals of Agricultural and Enviromental Medicine. - 2015. - №22(2). - С. 368-379.
6. Рыбачева О. С., Дорасев М. В. Особенности архитектуры современных центров реабилитации // Innovative Project. - 2023. - №14(8). - С. 78-84.
7. Кукшина А. А., Котельникова А. В., Погонченкова И. В., Турова Е. А., Лямина Н. П. ОРГАНИЗАЦИЯ ПСИХОКОРРЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ВТОРОМ ЭТАПЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ // Проблемы стандартизации в здравоохранении. - 2022. - №1-2. - С. 35-43.
8. Аксенова Е. И., Камынина Н. Н., Мыльникова Л. А. Экспертный обзор: Новые подходы к пространственным, архитектурным и интерьерным решениям для медицинских учреждений. - М: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020. - 36 с.
9. Гайдук А. Р. Новая типология медицинских учреждений // Молодой ученый. - 2011. - №3(26). - С. 212-216.
10. Протопопова Д. А., Зубко С. С. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ // Молодой исследователь Дона. - 2023. - №2(41). - С. 62-66.

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА СКАНДИНАВСКИХ СТРАН)

Мещерякова Е.В., Арбатский В.П.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д.Крычкова,
630099, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 38

В условиях глобального экологического кризиса и активных процессов урбанизации особую актуальность приобретает переход к принципам устойчивого развития в архитектуре и градостроительстве. Устойчивая архитектура рассматривается как комплексный подход к формированию среды, учитывающий экологические, экономические и социальные аспекты развития. Особенно значимыми данные принципы становятся при проектировании туристско-рекреационных комплексов, где требуется создание комфортной и экологически безопасной среды для отдыха при сохранении природных ландшафтов.

Цель исследования заключается в анализе методов формирования экологичной архитектурной среды на основе опыта скандинавских стран. Методология исследования основана на принципах устойчивой архитектуры и включает анализ зарубежных архитектурных практик, научных публикаций и реализованных проектов. В рамках исследования применён многокейсовый подход, позволяющий выявить ключевые закономерности устойчивого развития городской среды в странах Северной Европы.

Скандинавская модель устойчивого развития базируется на трёх основных принципах: экологичности, энергоэффективности и социальной ответственности. В архитектурной практике это выражается в применении энергоэффективных конструктивных решений, использовании возобновляемых источников энергии, интеграции природных элементов в архитектурную среду и применении экологичных строительных материалов. Значительное внимание уделяется концепции пассивных зданий, характеризующихся высокой теплоизоляцией, отсутствием тепловых мостов и использованием систем рекуперации тепла.

Важным направлением является интеграция зелёной инфраструктуры в архитектуру. Использование зелёных фасадов, крыш и внутренних дворов способствует формированию благоприятного микроклимата, снижению энергопотребления зданий и повышению качества городской среды. Наряду с этим активно внедряются инновационные строительные материалы, включая древесные конструкции и технологии с пониженным углеродным следом.

Проведённый анализ показал, что опыт скандинавских стран обладает высоким потенциалом адаптации к российским условиям, особенно в регионах с холодным климатом. Использование энергоэффективных технологий, возобновляемых источников энергии и экологичных материалов может стать основой формирования устойчивой архитектурной среды спортивно-туристических комплексов в России.

Список литературы

1. Любин Н. С. Архитектура как часть устойчивого развития // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 5.
2. Власенко Д. С., Скопинцев А. В. Анализ европейского опыта проектирования устойчивой архитектуры на примере преобразования бывших портово-промышленных комплексов // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 5.
3. Bollano S., Lubonja O., Golgota B. Social and Urban Sustainability in Scandinavian Urbanism // European Journal of Interdisciplinary Studies. – 2024. – Vol. 10, Issue 1.
4. Sirviö A., Illikainen K. Sustainable Buildings for the High North. Energy performance, technologies and challenges of new buildings in Russia and Scandinavia. – Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, 2015. – URL: <http://urn.fi/urn:isbn:978-951-597-131-9> (дата обращения: 11.12.2025). – Текст: электронный.
5. Snøhetta: сайт. – URL: <https://snohetta.prezly.com/snohetta-explores-new-material-for-reborn-classic-with-atelje-lyktan> (дата обращения: 8.12.2025). – Текст: электронный.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И СЕРВИСНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МЕЖДУНАРОДНОГО УРОВНЯ

Рошка А.А.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крычкова,
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

Современная архитектура туристических комплексов развивается в условиях глобализации туристической индустрии, цифровизации сервисных систем и внедрения принципов устойчивого развития. В этих условиях туристический комплекс международного уровня рассматривается не только как объект размещения, но как многофункциональная архитектурно-пространственная система, объединяющая жилые, общественные, рекреационные и сервисные функции [2].

Функциональная структура и сервисная инфраструктура становятся ключевыми факторами формирования архитектурной среды туристических комплексов международного уровня. Их взаимосвязь определяет уровень комфорта пользователей, эффективность эксплуатации комплекса и устойчивость его развития. Современные туристические комплексы проектируются как интегрированные системы, в которых архитектура, функциональное зонирование и сервисное обслуживание образуют единую модель рекреационного пространства [3]. Цель исследования — выявление особенностей формирования функциональной структуры и сервисной инфраструктуры туристических комплексов международного уровня.

Методологической основой исследования является сравнительно-типологический анализ архитектурно-планировочных решений и функционального наполнения туристических комплексов [4]. В качестве объектов исследования рассмотрены российские и зарубежные примеры туристических комплексов: Манжерок (Республика Алтай), Mriya Resort & Spa (Крым), Роза Хутор (Сочи), Zermatt (Швейцария), Chamonix-Mont-Blanc (Франция) и Aspen Snowmass (США).

Проведённый анализ показывает, что российские туристические комплексы демонстрируют активное развитие функциональной структуры и расширение сервисной инфраструктуры. Так, комплекс Манжерок формируется по принципу каскадной застройки, интегрированной в природный рельеф, что обеспечивает гармоничное взаимодействие архитектуры и ландшафта. Курорт Mriya Resort & Spa представляет пример концептуальной архитектуры, где функциональная структура объединяет гостиничные, медицинские, спортивные и рекреационные зоны в единую систему обслуживания [5].

Зарубежные комплексы демонстрируют высокий уровень интеграции архитектуры, сервисной инфраструктуры и природного контекста, что соответствует современным принципам устойчивого развития архитектурной среды [1]. Курорт Zermatt ориентирован на экологическую модель развития и приоритет пешеходной среды. Chamonix-Mont-Blanc сочетает историческую архитектуру с современной туристической инфраструктурой. Aspen Snowmass представляет высокотехнологичный горный курорт, где цифровые технологии активно интегрированы в систему сервисного обслуживания.

Сравнительный анализ позволил выявить основные закономерности формирования архитектурной и функциональной структуры туристических комплексов международного уровня. К ним относятся: иерархическая система функционального зонирования территории, интеграция архитектуры в природный ландшафт, высокая насыщенность сервисной инфраструктуры, использование энергоэффективных технологий и формирование выразительного архитектурного образа территории. Полученные результаты могут быть использованы при разработке архитектурных концепций туристических комплексов международного уровня на территории Алтайского региона и других природно-рекреационных территорий.

Список литературы

1. Гельфонд А. Л., Ерофеева В. Т., Ямашкина А. А. Устойчивое строительство и городской дизайн. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019.
2. Абрамова Е. И. Архитектура туристических комплексов: планировочные решения и формирование рекреационной среды // Вестник ННГАСУ. – 2020. – № 3. – С. 48–55.
3. Кузьмина Н. А. Рекреационная архитектура как инструмент устойчивого развития территорий // Academia. Архитектура и строительство. – 2021. – № 4. – С. 22–28.
4. Марченко И. В. Современные тенденции проектирования туристических и рекреационных комплексов // Известия вузов. Строительство. – 2022. – № 8. – С. 63–69.
5. Mriya Resort & Spa. Foster + Partners : сайт. – URL: <https://www.fosterandpartners.com/projects/mriya-resort> (дата обращения: 25.10.2025). – Текст : электронный.

ПРИЕМЫ ЗАСТРОЙКИ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ В СРЕДИННОЙ ЗОНЕ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

Сидорчук Д.С., Тарасова Ю.И.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крычкова,
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

Современные тенденции в развитии планировочной структуры и городской среды Новосибирска определяют новые требования к организации жилой застройки. Используются усовершенствованные или новые приемы в ее формировании на заданной территории и в градостроительном контексте, применяются корпуса жилых зданий нового типа (урбан-виллы). Наблюдается укрупнение размеров, как кварталов для застройки жилыми домами, так и самих корпусов жилых структур. [1] И, как следствие, меняется архитектурный облик жилых кварталов. Немаловажным фактором, влияющим на архитектуру современных жилых комплексов, оказывают и меняющиеся технологии в строительстве, в частности, стремление к унификации фасадных элементов и их сборке непосредственно на строительной площадке.

Срединная зона планировочной структуры Новосибирска больше всего иллюстрирует новые приемы в застройке, обладая потенциалом за счет свободных (незастроенных) земельных участков, подлежащих комплексному развитию на месте частного сектора, промышленной территории, устаревшего фонда и т.п. и застройке многоэтажными жилыми комплексами. Развитие срединной зоны имеет тенденцию к созданию многофункциональных микрорайонов, что позволяет разгрузить магистрали и создать новые точки притяжения. Концепция многофункциональности становится особенно актуальной. Девелоперы стремятся создавать не просто дома, а мини-города, где жилые, деловые, развлекательные и образовательные функции сосредоточены в шаговой доступности, что позволяет жителям экономить время на ежедневных передвижениях и снижает нагрузку на транспортную сеть города. Ключевым принципом формирования жилой застройки в срединной зоне города является «архитектурный конструктор», при котором новые здания интегрируются в ограниченное пространство существующей городской среды и ее инфраструктуру. Вместо закрытых дворов застройщики переходят к созданию взаимосвязанных общественных пространств. [2] Сохранение исторической идентичности также является одним из аспектов, определяющих неповторимый облик Новосибирска.

Важным фактором, определяющим прием застройки, является и уровень комфорта жилого комплекса. В срединной зоне чаще встречаются среднего класса и их вариации, например, «комфорт-плюс». Таким образом, критериями выбора жилых комплексов и кварталов для исследования стали: расположение в планировочной структуре города (срединной зоне), уровень комфорта (средний класс и чуть выше), период возведения (последнее десятилетие).

Рассмотрены следующие жилые комплексы среднего класса срединной зоны планировочной структуры Новосибирска, построенные в период с 2015 года: ЖК «Авиатор», ЖК «Марсель», ЖК «Цитатум», ЖК «На Никитина». Выявлено, что расположение жилых кварталов и групп домов формируется или вдоль магистрали (ЖК «Академия», ЖК «Сакура-парк»), или в глубине микрорайона (ЖК «Мылзавод», ЖК «На Декабристов»), что определяет специфику застройки и ее характерные приемы. Среди них для расположенных вдоль магистрали отметим *линейный тип*, когда комплекс вытягивается вдоль нее, *квартальный*, когда один из его фронтов выходит на магистраль и становится передним – «парадным», *смешанный тип (периметральный и свободный)*, когда фронт жилого комплекса прикрывает квартал, внутри которого развивается свободная расстановка жилых домов (ЖК «Онега»). В глубине микрорайона получают развитие *периметральная застройка, свободная и др.* [1, 3]

Активное строительство новых жилых комплексов в Новосибирске и особенности их архитектурного облика, получившие сегодня распространение, предопределяют необходимость изучения и выявления особенностей как приемов застройки, так и приемов формирования архитектуры жилых комплексов города в целом.

Список литературы

1. Калабин, А.В. Виды жилой застройки: современное состояние // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. - 2017. - № 4. - С. 50-58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-zhiloy-zastroyki-sovremennoe-sostoyanie/viewer> (дата обращения: 13.03.2026).
2. КБ Стрелка. Каталог 4. Принципиальные архитектурно-планировочные решения. Застройка кварталов. URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/f33/10_Katalog-4-Printsipialnye-arkhitekturno-planirovochnye-resheniya-zastroyka-kvartalov.pdf (дата обращения: 13.03.2026).
3. Приёмы пространственной компоновки жилой застройки. URL: <https://student-servis.ru/spravochnik/priyomy-prostranstvennoj-komponovki-zhiloy-zastroyki/> (дата обращения: 13.03.2026).

КОЛОРИСТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ БРУСНИКИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ ИХ ЗАСТРОЙКИ В НОВОСИБИРСКЕ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Стукалова Е.А., Тарасова Ю.И.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крычкова,
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

В Новосибирске с 2018 года работает архитектурно-строительная компания «Брусника. Сибкадемстрой». Согласно заявленной концепции, данная компания выбирает под строительство новых многоэтажных жилых комплексов (далее - ЖК) такие районы, которые требуют улучшения городской среды, и благодаря этим современным ЖК, а также благоустройству прилегающих территорий, должно происходить повышение ее качества. На 2026 год компания освоила 7 территорий в 3-х районах города: Октябрьский, Центральный, Заельцовский. Некоторые объекты, как ЖК «Город-на-озере», «Лебедевский» находятся на этапе строительства и планируются к сдаче в 2028 году. ЖК «Авиатор», микрорайон «Европейский берег», имеют недостроенные объекты, а планируемый срок сдачи - 2026 год. [1] Строительство ЖК «На Никитина», ЖК «На Декабристов» Октябрьского района завершены, поэтому поднимается актуальность ожидаемого изменения окружающей среды, ее качества и видовых точек в местах их строительства.

Анализ построенных Брусникой ЖК, позволяет констатировать, что архитектурный облик и благоустройство территорий безусловно повышают качество городской среды, но вместе с тем наблюдаются диссонансы с архитектурным обликом застройки, окружающей новые комплексы и кварталы. В первую очередь это касается фасадных решений – качества их отделки и цветовой палитры.

Рассматривая проблему колористических несоответствий в застройках (новой и существующих), а также решая ее, следует упомянуть о введенных требованиях к архитектурно-градостроительному облику (далее – АГО). 29 мая 2023 года утверждены требования на согласование АГО. Колористические регулирования носит в себе пункт (3.3) относительно требования к цветовым решениям объектов капитального строительства. [2] Исследуемые территории застройки попадают в зону регулирования требований АГО-2, где рекомендуются подбирать нейтральное цветовое решение. Постановление действует 5 лет - до 1 сентября 2028 г.

Также, согласно Федерального закона, применяется программа по капитальному ремонту фасадов, но выбранные для исследования территории не относятся к обозначенному программой перечню. Это мало способствует решению проблематики или отдаляет его, однако не мешает ставить проблему в формировании застройки городской среды.

Проблема заключается в несоответствии архитектурного облика новых жилых комплексов Брусники и существующей (сложившейся ранее и исторически), окружающей их застройки, а именно качества отделки фасадов и колористических решений. Так, концепция застройщика, преследующая повышение качества среды района, достигается за счет наличия современного ЖК и благоустройства, но и порождает иную проблему - при строительстве нового ЖК окружающая территория автоматически не видоизменяется, что способствует возникновению дисбаланса в облике застроек. [3] Предполагается, что повысить качество среды способна гармонизация колористических решений нового строительства и существующих кварталов вокруг.

Цель доклада - рассмотреть и выявить колористические паттерны жилых кварталов застройщика и сравнить с цветовыми паттернами окружающей их застройки, определив дисгармоничные сочетания, в Новосибирске. Для достижения цели, поставлены следующие задачи:

1. Обозначить колористические паттерны жилых кварталов застройщика «Брусника» в Новосибирске.
2. Определить цветовые паттерны застройки, окружающей исследуемые новые жилые кварталы, по разворотам прилегающих к ним улиц.
3. Выявить наличие дисбаланса в колористических решениях нового ЖК и застройки вокруг него.

Применяемые методы: натурные исследования территорий строительства застройщика «Брусника», фотофиксация мест, видовых точек и фасадных решений, сбор информации о цвете с использованием веера NCS для фиксации цветовых оттенков.

Для исследования и постановки проблемы выбраны ЖК Октябрьского района: «На Декабристов», «На Никитина», микрорайон «Европейский берег».

Список литературы

1. Брусника: официальный сайт. URL: <https://sibakademstroy.brusnika.ru/projects/mylzavod/> (дата обращения: 13.03.2026).
2. Российская Федерация. Постановление правительства «О правилах землепользования и застройки города Новосибирска»: №551: текст с изм. и доп. на 28 июня 2023 г. -Новосибирск: -Текст: непосредственный
3. Крупник, Л.Л. Колористика в формировании архитектурного пространства жилой среды современных жилищных комплексов (на примерах застройки Санкт-Петербурга) // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. - 2025. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koloristika-v-formirovanii-arhitekturnogo-prostranstva-zhiloy-sredy-sovremennyh-zhilischnyh-kompleksov-na-primerah-zastroyki-sankt> (дата обращения: 15.03.2026).

АРХИТЕКТУРНЫЕ ИННОВАЦИИ В ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСАХ НОВОСИБИРСКА

Тарасова Ю.И.

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова,
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

Жилые комплексы в Новосибирске приобретают сегодня специфичные черты в архитектурном облике и в архитектурно-пространственной организации в целом. Одной из причин, влияющих на изменения, считаем новый инновационно-технологический виток развития человечества. Новшества, продиктованные новыми технологиями в строительстве, производстве материалов, а также современными запросами общества и не только, способствуют трансформации архитектуры жилого комплекса в настоящее время. [1]

Говоря об инновациях в архитектурно-пространственной среде, следует выделить целый перечень направлений, как устойчивое развитие, социальные тренды, цифровая методология проектирования, инновационное формообразование и современные архитектурные стили, искусственный интеллект и нейросети в архитектуре и т.п. [2] Существуют непосредственно архитектурные инновации, затрагивающие определенные аспекты объекта – его типологическую специфику, функциональное наполнение и программу, планировочную организацию, объемно-пространственную структуру и композицию, конструктивное решение, архитектурный облик и фасадные решения с применяемыми отделочными материалами, их фактурой и цветом и т.д. Именно эти составляющие и нововведения, пронизывающие их, представляют интерес для архитектурного сообщества с точки зрения практики и исследований. Рассмотрим ряд современных жилых комплексов Новосибирска и инновации, затронувшие архитектурные аспекты данной - жилой типологии.

Среди жилых комплексов (далее – ЖК) выберем именно многоэтажные жилые комплексы, размещенные в центральной или срединной зоне планировочной структуры города, среднего уровня комфорта и категории чуть выше - комфорт плюс, в том числе и бизнес-класса, а также ограничимся постройками последнего десятилетия (2015 г. – н.в.). Отметим ряд выбранных для исследования ЖК: «Rich house» (ул. Коммунистическая улица, 34), «На Горького» (ул. Максима Горького, 10), «Montblanc Residence» (ул. Щетинкина, 18), «Prime House» (ул. Советская улица, 75), «Lemont» (ул. Нарымская, 22 стр.), «Тимирязевский парк» (ул. Дуси Ковальчук, 1а), «Русское солнце» (ул. Плановая, 60), «Авиатор» (Аэропорт, 88), «Мылзавод» (ул. Семьи Шамшиных, 93 стр.), «Академия» (ул. Шевченко, 19/1), «Chicago» (ул. Московская, 77), «Willart» (ул. Кирова, 115), «Онега» (Красный проспект, 323) и др. [3]

Типологические особенности ЖК: сити-квартал, дом-бутик, клубный дом. **Функциональная программа** и инновации в ней определяются спецификой новой типологии, наблюдается включение функций для жильцов, способствующих здоровому образу жизни.

Новые **планировочные приемы** организации ЖК: на уровне территории и двора – свободный способ расстановки корпусов на земельном участке (ЖК «Онега»), уличный ритейл внутри двора (ЖК «Мылзавод»); на уровне комплекса – периметральная застройка с применением корпусов башенного типа и урбан-вилл (ЖК Брусники), единое пространство холла на несколько секций (ЖК «Наследие»); на уровне жилой ячейки – мастер-спальни, лоджии, встроенные в объем квартиры и т.д.

Объемно-пространственная структура и композиция: двухуровневые квартиры, включение жилых ячеек с двумя входами в нее - индивидуально (непосредственно с улицы) и через общую коммуникацию дома (лестнично-лифтовой узел) (ЖК «Академия»); террасы на первых этажах (ЖК «На Декабристов»).

Архитектурный облик современных ЖК отличается применением оконных проемов большей площади и в пол, фасадная пластика формируется за счет пилястр и ступенчатого ритма вертикальных или горизонтальных выступов в отделке. **Фасадные решения и отделочные материалы** во многом определяют архитектурный облик. Одно из направлений – это унификация готовых фасадных элементов для их сборки непосредственно на строительной площадке. Вариативность и оригинальность облика ЖК зависит в таком случае от количества типов элементов в линейке. Так же развиваются нестандартные решения с применением стеклофибробетона.

Цифровые технологии постепенно внедряются в жилую среду в виде распознавания жильцов по фото и отпечаткам пальцев рук и находятся в стадии развития и совершенствования.

Таким образом, среди отмеченных инноваций в архитектуре ЖК проявляются новшества во всех аспектах жилого объекта и его морфологии, а ряд приведенных ЖК уже можно отнести к инновационным.

Список литературы

1. Рудык, Н.В., Чиркунова, Е.К. Современные тенденции развития инноваций в жилищном строительстве // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. - 2018. – Т. 9. – № 1. – С. 33-37.
2. Тарасова, Ю. И. Понятие «инновационная архитектура» через проявление инноваций в ее морфологии / Ю. И. Тарасова // Приволжский научный журнал. – 2023. – № 1. – С. 154-162.
3. Новостройки (ЖК) в Новосибирске от застройщика / Официальный сайт: Циан. URL: <https://novosibirsk.cian.ru/novostroyki/> (дата обращения: 15.03.2026).

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПОДХОД К СТРАТЕГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Филимонова Л.А.

Тюменский индустриальный университет (ТИУ),
625000, Россия, г. Тюмень ул. Володарского, д. 38

Основной целью стратегии пространственного развития территории (далее – СПРТ) является создание креативного кластера, который объединит творческие индустрии и сохранит уникальное промышленное наследие территории при ее переводе в зону смешенной и общественно-деловой застройки. Формирование современного общественного пространства обеспечит комфорт и доступность для жителей и гостей, создавая условия для культурного и социального взаимодействия. Обеспечение экономической самодостаточности территории предусматривает привлечение резидентов, создание рабочих мест и устойчивую финансовую модель развития. Тактические задачи СПРТ включают разработку архитектурной концепции, маркетинговые кампании и создание механизма управления для эффективной реализации проекта. Сформулируем тактические задачи СПРТ:

1. Сохранение промышленного наследия предполагает адаптивное использование исторических зданий с сохранением их архитектурных особенностей и культурной ценности.

2. Экологическая ориентация подразумевает рекультивацию загрязненных участков и создание комфортной зелёной среды с применением энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий.

3. Социально-экономическая активация и функциональное разнообразие способствуют развитию общественных пространств и привлечению креативных индустрий для устойчивого развития территории

Перспективы и стратегический статус территории.

1. Включение территории в программы КРТ. Территория официально должна быть включена в программу Комплексного Развития Территорий, что открывает возможности для масштабной реновации и привлечения ресурсов.

2. Создание особой экономической зоны. Разрабатывается пакет документов по формированию творческого кластерной особой экономической зоны регионального уровня для стимулирования инноваций и бизнеса.

3. Статус опережающего развития. Рассматривается возможность присвоения статуса опережающего развития для ускоренного инвестирования и поддержки проектов на территории.

4. Инвестиционная поддержка. Сформирован механизм привлечения инвестиций через государственно-частное партнёрство и целевые программы федерального и регионального уровня

Техническое задание на разработку СПРТ включает следующие мероприятия:

1. В рамках технического задания проведется историко-культурная экспертиза для оценки ценности объектов и определения охранных мероприятий на территории.

2. Запланированы комплексные инженерно-экологические изыскания, выявляющие состояние почв, вод и атмосферного воздуха для минимизации экологических рисков до начала работ.

3. Осуществятся археологические спасательные работы, направленные на сохранение и документирование культурного слоя Самары, что позволит учесть историческое наследие при реновации.

4. Разрабатывается эскизный проект с последующей экономико-финансовой моделью и планом-графиком реализации, обеспечивающими четкий контроль и эффективность этапов проекта

Предлагаем следующую структуру мастер-плана реализации СПРТ: Аналитический блок включает детальные исследования территории: исторические, социально-экономические и экологические анализы. Концептуальный блок формирует видение проекта, стратегические цели и основные принципы развития территории бывшего завода клапанов. Пространственный блок охватывает разработку зонирования, планировочных решений и архитектурных концепций для всех функциональных зон. Экономический, организационный и юридический блоки обеспечивают финансовую модель, управление проектом и правовые основы его реализации.

Далее проводится согласование проекта с Управлением архитектуры и градостроительства и получение положительного заключения историко-культурной экспертизы; проводятся общественные обсуждения, согласование с собственниками близлежащих территорий и окончательное утверждение документа на градостроительном совете города.

Территории производственных зон советского наследия обладают колоссальным потенциалом, который практически не реализован, уникальные локации одновременно являются и главными вызовами, так как текущее использование земли нерационально. Концепция реновации таких территорий посредством запуска мастер-планов гармонично сочетает промышленное наследие с современными креативными практиками, стимулируя экономику и снижая социальные и экологические вызовы, становясь примером успешного кейса адаптивного использования исторических зданий с сохранением их архитектурных особенностей и культурной ценности.

ЭРГОНОМИКА ПРОСТРАНСТВА ВЕСТИБЮЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Шабунина Д.Е., Лазарев Ю.Г.

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра великого,
195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Быстрый темп развития агломераций обязует модернизировать маршруты общественного транспорта с целью повышения эффективности их эксплуатации. Метрополитен – объект инфраструктуры внеуличного транспорта, обладающий наибольшей пропускной способностью по сравнению с другими общественными транспортом [1]. На текущий момент сложился подход формирования объемно-планировочных решений метрополитена без учета анализа влияния эргономики пространства вестибюля на движение пассажиропотока.

Рассмотрены три варианта организации пространства вестибюля существующего объекта метрополитена (см. рис. 1).

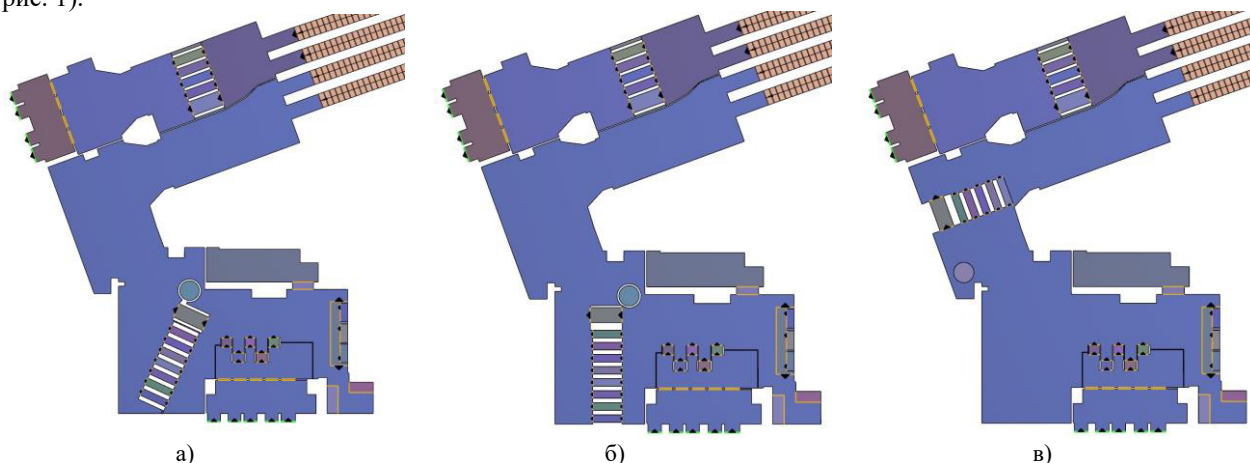


Рисунок 1 – Организация пространства вестибюля: а) первый вариант; б) второй вариант; в) третий вариант

Проведено моделирование пассажиропотока (входной пассажиропоток (7600 чел./ч) задан в соответствии с данными метрополитена) в рамках вестибюля станции при различных вариантах организации пространства вестибюля (см. рис. 2). Скорости движения пассажиров принимались в соответствии с исследованием [2].

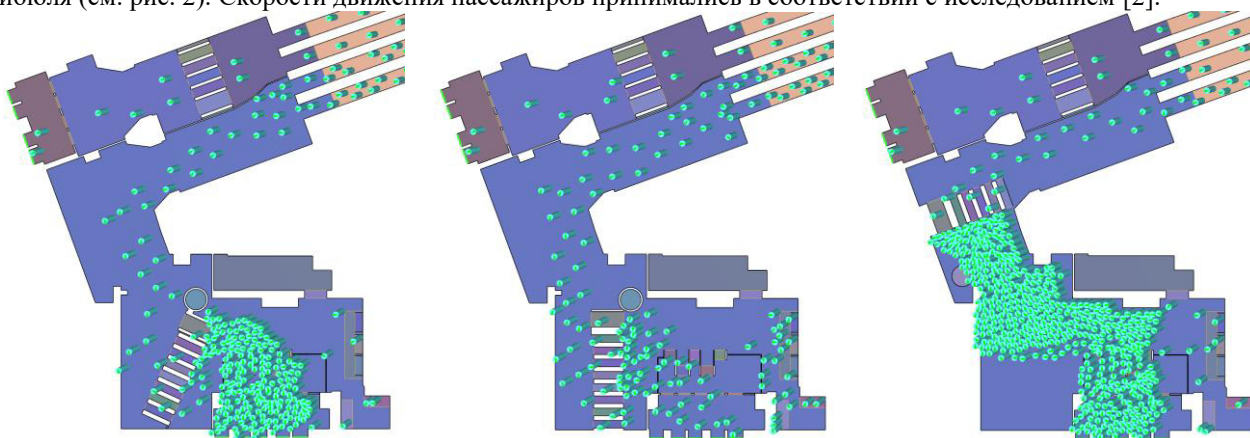


Рисунок 2 – Моделирование пассажиропотока при трех вариантах организации вестибюля на 1500 секунде

По результатам моделирования получено, при первом и третьем вариантах организации пространства вестибюля пропускная способность турникетов ниже входного пассажиропотока по причине неоптимального расположения или недостаточности турникетов, в то время как при втором варианте организации пространства вестибюля наблюдается эффективная эксплуатация вестибюля метрополитена.

Список литературы

1. Shabunina D., Kudryavtsev V., Chizhikov V. Passenger speeds as a function of human traffic density in peak hours of subway operation // Construction of Unique Buildings and Structures. 2024. № 11202(112). С. 1–20. DOI: 10.4123/CUBS.112.2.

2. Братищев А.К. Повышение уровня безопасности и комфорта на объектах метрополитена средствами архитектуры // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2020. С. 436–438. DOI:10.24411/9999-034A-2020-10114.

SUB-SAHARAN AFRICA: THE *WORLDING* OF URBAN SPACE PRODUCTION

Fiacco F.

AESOP (Association of European Schools of Planning),
10125, Italy, Torino, Viale Mattioli 39

Africa is expected to experience one of the biggest expansions of building floor area in the world by 2050 (IEA, 2022). The private sector plays a major role in the production of urban space and, many years after colonialism, African urban realities function again as places of experimentation where clients and local and foreign construction companies interact.

This research investigates the spatial expression of foreign contractors' activities in a representative city in Sub-Saharan Africa: Lusaka (Zambia).

Research questions:

1. To what extent are the foreign contractors' activities influencing the urban space production?
2. Is the foreign know-how recognisable in the architectural output?

To answer these research questions, a) documentary resources have been retrieved and analysed; b) a judgmental sampling was adopted for in-depth semi-structured interviews with relevant Zambian experts in national or local governmental authorities.

Results outlined that foreign contractors account for about 60% of total contractors in Lusaka, with Chinese-owned companies accounting for more than 60% of foreign companies. The foreign know-how is recognisable in the architectural output, both in residential and commercial buildings. Parameters of recognition were discussed.

This study approaches the interlinks between urban space production and foreign contractors' activities, aiming to contribute to the international debate on the growth of Sub-Saharan African cities while supporting decision-makers.

Bibliography

1. International Energy Agency (IEA). (2022). Africa Energy Outlook 2022. In www.iea.org. URL – <https://www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2022>

2.2 ПОДСЕКЦИЯ

**АРХИТЕКТУРА И РЕКОНСТРУКЦИЯ
ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

ОСОБЕННОСТИ МАКЕТНОГО МЕТОДА В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ АРХИТЕКТУРА В ДХШ

Ануфриева Н.А.

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Для решения задач по подготовке подростков к поступлению в вуз на направление «Архитектура» учреждения дополнительного предпрофессионального образования вводят в процесс обучения авторские программы из области архитектурного искусства «Архитектура», программы адаптированы к федеральным государственным требованиям и имеют широкий спектр предметов для решения задач творческого развития и подготовки к вузу.

Объемно-пространственное мышление, как основа формирования творческой деятельности по направлению архитектура.

Основополагающим предметом дополнительной предпрофессиональной программы «Архитектура» в области архитектурного искусства является «Архитектурно-художественное проектирование». Особенности построения учебного процесса в области проектирования и методика образовательного процесса.

Макетный метод занимает важное место в структуре подготовки по предметам Архитектурно-художественное проектирование и Объемно-пространственная композиция с учетом возрастных особенностей детей. При оценке учитывается фантазийный фактор творческого развития детей.

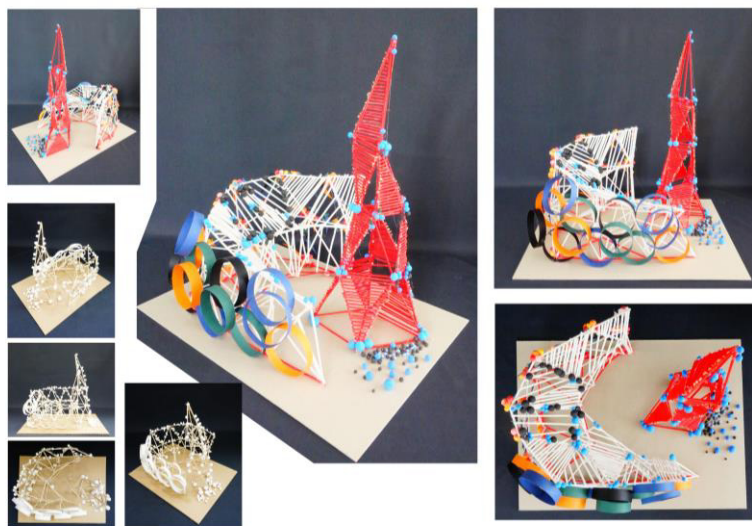


Рисунок 1 – Смотровая площадка арт-объект «Красная башня» Автор: Козлова Мария (макет)



Рисунок 2 – Смотровая площадка арт-объект «Веселый арлекин» Автор: Пискарева Анна (макет)

Рисунок 1 – Мастер-план территории комплексного развития ул. Доз г. Новокузнецк Кемеровская область

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К РЕКОНСТРУКЦИИ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Мотылев Р.В., Барбашов А.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Россия, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4

Значительная часть спортивной инфраструктуры России имеет высокий физический и моральный износ и нуждается в реконструкции. Специфика данных объектов – необходимость непрерывной эксплуатации в силу их социальной значимости – создаёт уникальные вызовы для организации строительного производства. Полная остановка деятельности сооружения на период работ часто неприемлема как с экономической, так и с социальной точек зрения. Существующие организационные подходы (фазирование работ, логистика «точно в срок», применение BIM-технологий) используются фрагментарно и не обеспечивают требуемой эффективности, что проявляется в срывах сроков, конфликтах между строителями и пользователями, неоптимальном расходовании средств.

Цель работы – анализ современных организационных подходов к реконструкции спортивных сооружений, функционирующих в условиях действующей инфраструктуры, и разработка научно обоснованных предложений по их совершенствованию.

В результате исследования выявлены основные ограничения существующих методов: отсутствие формализованных алгоритмов адаптивного фазирования, слабая интеграция цифровых инструментов (BIM, IoT, календарно-сетевое планирование) и преобладание оценки эффективности по первоначальным капитальным затратам (CAPEX) без учёта последующих эксплуатационных расходов (OPEX).

Предложены три взаимосвязанных направления совершенствования организационных подходов:

Адаптивное фазирование на основе многокритериального анализа – формализованный алгоритм разделения работ на этапы, учитывающий график спортивных и коммерческих мероприятий, результаты технического обследования, градостроительные ограничения и экономическую целесообразность каждого этапа.

Интегрированная цифровая платформа управления проектом (CDE) – единая информационная среда, объединяющая BIM-модель (3D), календарно-сетевой график (4D), стоимостные показатели (5D) и данные мониторинга с объектов датчиков (IoT) для оперативного контроля и прогнозного моделирования.

Экономическое обоснование на основе стоимости жизненного цикла (LCC) – смещение акцента с минимизации CAPEX на оптимизацию совокупной стоимости владения, стимулирующее применение долговечных материалов и энергоэффективных решений, а также развитие гибких механизмов государственно-частного партнёрства с учётом поэтапного ввода объектов.

Реализация предложенных направлений позволит сократить общую продолжительность реконструкции на 15–25 % за счёт минимизации коллизий и простоев, снизить простой техники благодаря оптимизации логистики, сохранить эксплуатационные доходы и обеспечить долговременную устойчивость обновлённых спортивных сооружений.

Список литературы

1. Петров А.Н., Волков Д.К. BIM-технологии в управлении жизненным циклом спортивных сооружений // Инженерно-строительный журнал. – 2022. – № 8(120). – С. 22–35.
2. Мотылев Р.В., Карпушкин А.С. Проблематика календарного планирования при строительстве объектов с привлечением бюджетных средств // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 4(93). – С. 73–81.
3. Ghansah F., Lu W. Major opportunities of digital twins for smart buildings // Smart and Sustainable Built Environment. – 2023. – Vol. 13, No. 1. – P. 63–84. истории / пер. с англ. И. Гуровой [и др.]. – Москва ; Тверь : Мартин, 2017. – 381 с.

ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПЛОСКОСТНЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ XX ВЕКА: ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Власов Д.А., Вавилонская Т.В.

Самарский государственный технический университет,
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Конец XIX и весь XX век знаменуются как период активного интереса всемирного сообщества к развитию спорта. На территории СССР начиная с 20-х годов XX века начала массово пропагандироваться идея здорового образа жизни, в связи с чем в городах стали появляться первые спортивные сооружения, площадки и арены. За рубежом же строительство спортивных объектов началось в конце XIX века. Это связывают с развитием спортивных обществ, возобновления Олимпийских игр и укрепления спортивных связей между странами.

На данный момент времени существующие плоскостные спортивные сооружения формируют значительную часть каркаса городов. Но, к сожалению, физический износ, устаревание конструкций и изменение первоначальной функции стадионов ставят вопрос перед архитекторами: снос и новое строительство или же сохранение и адаптация исторических стадионов. Также текущая ситуация усугубляется отсутствием единой методологии, объясняющей способы сохранения идентичности спортивных сооружений в условиях современных требований по безопасности, доступности и техническим характеристикам.

Целью исследования является выявление различных подходов к сохранению и модернизации спортивных объектов XX века на основе анализа отечественных и зарубежных современных практик.

Отечественный опыт показывает, что исторические стадионы часто существуют в убыток — доходы не соответствуют затратам на содержание таких объектов. Также существует потребность в пространствах для занятий профессиональным спортом, но имеющиеся старые стадионы не соответствуют регламентам Российского футбольного союза и не могут эксплуатироваться для проведения соревнований и мероприятий высокого уровня в необходимой мере. До недавнего времени спортивные сооружения на территории России, построенные в XX веке, либо полностью сносили, либо подвергали консервации без дальнейшей эксплуатации. Примером служит стадион «Буревестник», построенный в стилистике сталинского неоклассицизма и разрушенный в 2010 году, но на данный момент является выявленным объектом культурного наследия [1]. Также «Буревестник» — один из самых старых стадионов в Самаре.

Практика последних десятилетий демонстрирует переход к комплексной модернизации стадионов. Большая спортивная арена «Лужники» — пример стадиона с богатой историей реконструкций. Последняя проведенная реконструкция позволила сохранить исторический фасад и колоннады при изменении всех объемно-планировочных параметров чаши стадиона. Это позволило увеличить подтрибунное пространство и улучшить обзор футбольного поля [2].

Зарубежный опыт во многом опережает отечественные поиски в сфере сохранения спортивного наследия. Лондонский стадион клуба Arsenal является примером спортивного объекта, в который вдохнули новую жизнь. «Количество желающих попасть на матчи превысило количество мест для болельщиков. Провести реконструкцию для расширения трибун запретили вследствие значимости сооружения как архитектурного объекта. Поэтому было решено возвести новый стадион, а старый переоборудовали в жилой комплекс» [3].

Другим примером сохранения, модернизации и консервации исторического спортивного наследия является стадион «Олимпиаштадион» в Германии, Берлин. Сохранен монументальный фасад, марафонские ворота и мемориальные таблички, в то время как была проведена реконструкция под современные требования: добавлена кровля над трибунами, увеличено количество посадочных мест с организацией VIP-лож, многие системы функционирования стадиона были размещены под землей, а также за пределами арены [4].

Таким образом, проведенный анализ отечественного и зарубежного опыта показывает смену отношения к плоскостным спортивным сооружениям, построенным в XX веке — произошло переосмысление их ценности как градостроительных доминант и хранителей исторической памяти. Условием успешного синтеза сохранения и соответствия новым требованиям является баланс между запечатлением исторической аутентичности, внедрением современных инженерных коммуникаций и решений, а также обретением объектом экономической и функциональной самостоятельности.

Список литературы

1. Приказ государственной инспекции по охране объектов культурного наследия от 30.09.2025 № 133 «О включении объекта, обладающего признаками объекта культурного наследия «Стадион «Буревестник», расположенного по адресу: Самарская область, г. Самара, Ленинский район, в границах улиц: Буянова, Маяковского, Коммунистической, в Перечень выявленных объектов культурного наследия Самарской области»
2. Король Елена Анатольевна, Дудина Анна Геннадьевна Выбор организационно-технологических решений с учётом влияния концептуальных подходов реконструкции футбольных стадионов // Academia. Архитектура и

строительство. 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-organizatsionno-tehnologicheskikh-resheniy-s-uchyotom-vliyaniya-kontseptu-alnyh-podhodov-rekonstruktsii-futbolnyh-stadionov> (дата обращения: 15.02.2026).

3. Довлятова Анна Константиновна Функционирование крупных спортивных сооружений после Олимпийских игр и чемпионатов мира по футболу // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionirovanie-krupnyh-sportivnyh-sooruzheniy-posle-olimpiyskikh-igr-i-chempionatov-mira-po-futbolu> (дата обращения: 16.02.2026).

4. Olympic Stadium, Reconstruction and Roofing - Projects - gmp Architekten : официальный сайт. — Berlin, 2026. URL: <https://www.gmp.de/en/projects/394/olympic-stadium-reconstruction-and-roofing> (дата обращения: 17.02.2026)

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО САДОВОГО ПОСЕЛЕНИЯ

Наволоцкая А.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В последние десятилетия человечество сталкивается с проблемами деградации окружающей среды, смены климата и социального неравенства. Внедрение информационно-коммуникационных технологий и искусственного интеллекта трансформирует рынок труда и усугубляет социальную изоляцию, что влияет на здоровье и качество жизни людей. В условиях нарастающего жилищного кризиса в 2017 году правительство Великобритании вновь обратилось к концепциям Говарда и Анвина, объявив о создании «городов-садов», что соответствует вызовам XXI века. В октябре 2018 года Фонд наследия Лечворта-Гарден-Сити совместно с Королевским институтом архитекторов (РИБА) запустил конкурс на переосмысление дизайна садового поселения.

В «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года» акцентируется необходимость увеличения объёмов индивидуального жилищного строительства и его комплексного развития. Стратегия подчёркивает важность повышения энергоэффективности зданий, внедрения технологий для снижения выбросов и разработки эколого-экономической модели жизненного цикла зданий. Однако образцовых проектов поселений с индивидуальной застройкой, которые могли бы соответствовать этим задачам и представлять будущее, ещё требуют разработки.

Цель доклада – сформулировать принципы архитектурно-градостроительного проектирования садового поселения, адаптированного к решению современных социальных, экономических и экологических проблем, на основе анализа проектных практик Великобритании.

Ревизия проектов-победителей конкурса «Переосмысление города-сада», проведённого в Великобритании в 2019 году позволила пересмотреть идеи города-сада Эбенизера Говарда и Раймонда Анвина, и обобщить принципы проектирования садового поселения нового времени:

1. *Алгоритм проектирования поселения* включает: создание зелёной системы, водно-дренажной системы, организацию транспортного движения, формирование многофункциональных кварталов с общественными садами, соединение участков и улиц, интеграцию инфраструктуры с помощью информационных систем и детализированное проектирование улиц, зданий и открытых пространств.

2. *Принцип планирования чистого прироста биоразнообразия* нацелен на его максимизацию с акцентом на местные виды растений и связанность озеленения с окружающим ландшафтом.

3. *Принцип водосбережения и водонейтральности* предполагает управление поверхностными и грунтовыми водами для предотвращения затоплений.

4. *Принцип повышения доступности низкоуглеродного передвижения*, включая ходьбу, езду на велосипеде и экологичный общественный транспорт.

5. *Принцип баланса между общественной жизнью и приватностью* предполагает вынос на фасад квартала магазинов, мастерских и гаражей.

6. *Принцип создания частно-общественных пространств с контролируемым доступом* внутрь кварталов предназначен для активных игр детей и организации общественных садов

7. *Принцип создания баланса между неконтролируемыми и контролируемыми общественными пространствами* внутри кварталов.

8. *Алгоритм проектирования жилых зданий* включает: определение местоположения активных фасадов; схематичное размещение служебных зон, таких как магазины и мастерские.

9. *Принцип трансформации планировки жилых зданий и их фасадов* учитывает изменяющиеся потребности семьи

10. *Принцип застройки кварталов разнообразными типами жилья* для людей разного возраста и образа жизни.

11. *Принцип использования проектных приёмов пассивной климатологии* для максимального использования солнечного света и материалоёмкости, таких как древесина и целлюлоза.

13. *Принцип внедрения технологических инноваций* включает переосмысление зданий как источников и потребителей энергии, создание местных систем водоснабжения и переработки, а также организацию строительства как производственного процесса.

14. *Принцип высококачественного дизайна*: бережное отношение к местному наследию, человеческие масштабы и понимание важности «вложенных шкал» для детальной проработки дизайна на разных уровнях [14].

15. *Принцип кооперации, поддерживаемый информационными системами*, реализуется через специальное приложение.

Принципы, разработанные в ходе конкурсного проектирования, формируют взаимосвязанную основу для создания качественных садовых поселений XXI века.

ФУНКЦИИ И ФОРМА БАЗИЛИКИ АНТИЧНОГО ЦЕНТРА РИМА

Наволоцкая А.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Задача проведённого исследования – упорядочить информацию о функциональных и архитектурных характеристиках римских античных базилик.

Античные базилики – многофункциональные общественные здания римского мира, существовавшей как тип в течении девяти веков, появились в Риме на рубеже III и II веков до н.э.

Основные функции базилик античного центра Рима

Первая функциональная классификация базилик, которая основывалась на сходствах в форме, была предпринята Зестерманом и его последователями в середине XIX века, утвердились термины: «судебная базилика», «дворцовая базилика», «прогулочная базилика», «винная базилика». Исследование пересматривает функциональную классификацию базилик, предложенную Зестерманом.

С тех пор опубликованы новые исследования в области археологии, архитектуры и строительства, античной экономики, касающиеся римских базилик. На основе современных зарубежных исследований уточняются сведения о римских позднеереспубликанских базиликах: Порции, Фульвии, Семпронии, Юлии, Опимии; имперских базиликах: Павла; Ульпии, Максенция и Константина.

Новые данные полученные исследователями форумных базилик, позволили уточнить их специализацию как: коммерческую, судебную, административную, мемориальную, политико-представительскую, культурную и социальную, а также выявить их основные объёмно-планировочные характеристики.

В республиканский период эти базилики в основном служили коммерческим целям, подобно современным банкам и фондовым биржам. С началом строительства монументальных базилик в Римском форуме в ранний имперский период возникло стремление создать финансовый центр Средиземноморья. Также базилики стали местами для арбитражных судов, где решались гражданские дела, включая наследственные и налоговые вопросы. Рост населения привёл к увеличению числа судебных процессов и необходимости строительства новых базилик.

Форумные базилики развивались к многофункциональности, включая специализированные торговые зоны, как, например, в случае базилики Ульпия. Базилики оставались доступными для всех сословий и использовались для собраний, хотя их значение в этом отношении несколько уменьшилось в имперский период.

Архитектурно-планировочная организация базилик античного центра Рима

Базилики в позднеереспубликанский период представляли собой трёхнефные здания с высоким центральным нефом, площадью приблизительно 25 на 40 метров, вдоль длинной стороны которых располагались таберны.

В имперский период базилики становились многоневными залами, где таберны и магазины размещались вдоль одной из длинных сторон, интегрируясь в архитектуру. Они были функционально связаны с форумом, их фасады и портики ориентировались на центральную площадь, а входы располагались по центру. Со временем размеры зданий значительно увеличивались: ширина достигала около 30 метров, а длина – до 90 метров с пропорциями 1:3. Например, базилика Ульпия имела ширину 55 метров и длину до 169 метров, включая апсиды, а количество нефов увеличивалось до пяти.

В некоторых базиликах начали появляться абсиды, расположенные напротив входов по центральным осям. Перед входом размещался портик с аркадами, поддерживающий террасу, где зрители могли наблюдать за событиями на форуме, обеспечивая эффектный фон для праздников и триумфальных шествий.

Центральный неф окружался более узкими боковыми нефами, иногда двойными, а колонны поддерживали стропильную крышу, создавая открытое внутреннее пространство. Высота центрального нефа превышала боковые, что позволяло организовать окна для освещения. Боковые нефы могли иметь крытые или открытые галереи. В позднеереспубликанский период цилиндрические своды использовались только для таберн внутри базилик.

На пике имперского могущества Рима в поздней базилике Константина использовались цилиндрические и крестообразные перекрытия. Здание адаптировалось для различных функций с помощью лёгких деревянных конструкций и перегородок, позволяя изменять внутреннее пространство нефов. Для судей были предусмотрены приподнятые платформы, устанавливаемые также в апсидах.

В течение пяти веков римские базилики увеличивались в длину и ширину за счёт добавления нефов, при этом центральный неф всегда оставался выше. Основной тип перекрытия – стропильная система, в то время как цилиндрические и крестообразные своды начали появляться только к концу империи. Использование колонн обеспечивало свободную планировку, а организация различных деятельности достигалась благодаря лёгким деревянным передвижным конструкциям.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ МОДЕРНИЗМА В ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЕ ПОСЁЛКА КРАСНООБСК

Нурутдинова В.П., Тарасова Ю.И.

¹ Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова,
630099, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 38

Исследование актуально в контексте переосмысления модернистского наследия рабочего поселка Краснообск. Он был создан в 1970 году как научный центр Сибирского отделения ВАСХНИЛ — Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук. [1] и проектировался как целостный научный городок с чёткой функционально-планировочной структурой: жильё, комплекс научных институтов, общественные пространства и опытные поля. В настоящее время развитие территории происходит вразрез с первоначальным замыслом, что приводит к утрате архитектурной и градостроительной целостности модернистской застройки. [2]

Цель исследования — оценить значимость архитектурного наследия модернизма Краснообска и выявить степень сохранности его первоначальных функций, архитектурного образа и градостроительной роли.

В рамках исследования проанализированы здания и сооружения в стиле модернизм, расположенные в структуре посёлка Краснообск: Дом учёных, комплекс торгового центра и дома связи, комплекс НИИ, Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека, бассейн «Арго», здание магазина и ДДТ «Мастер».

В ходе анализа были рассмотрены следующие аспекты: исходное функциональное назначение и современное использование зданий и сооружений в стиле модернизм в Краснообске, градостроительная роль зданий в планировочной структуре поселка, физическое состояние фасадов и интерьеров зданий.

Выяснилось, что часть зданий утратило исходное назначение, используется фрагментарно (комплекс НИИ, Торговый центр, здание ДДТ «Мастер», продовольственный магазин), остальные сохраняют первоначальную функцию (Дом ученых, здание бассейна «Арго», сельскохозяйственная библиотека). Каждое здание подверглось изменениям внешнего облика (разрушение первоначальной отделки, частичные реконструкции, не учитывающие исторический облик, нарушение фасадной целостности).

Модернистская архитектура Краснообска сохраняет значительный потенциал как элемент культурного и градостроительного наследия, благодаря своим отличительным особенностям и историческому контексту. Однако отсутствие системного подхода к сохранению, адаптации и актуализации данных зданий ведет к постепенной утрате архитектурной выразительности и снижению их роли в планировочной структуре поселка.

Список литературы

1. Краснообск: официальный сайт рабочего поселка. — [Электронный ресурс], URL: <https://krasnoobsk.nso.ru/page/15> (дата обращения: 06.02.2026).
2. Краснообск — наукоград или пригородная спальня? // Akademgorodok2.ru. [Электронный ресурс], URL: <https://www.akademgorodok2.ru/krasnoobsk-naukograd-ili-prigorodnaya-spalnya/> (дата обращения: 06.02.2026).

2.3 ПОДСЕКЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГРАДОУСТРОЙСТВА
И КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА**

ИНТЕГРАЦИЯ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДСКУЮ СРЕДУ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТАЦИИ ДЛЯ УСЛОВИЙ РОССИИ

Гладкая А.М., Кадысева А.Ю.

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
127434, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Интеграция зеленой инфраструктуры (ЗИ) в городскую среду является одним из ключевых направлений решения актуальных вопросов градостроительства и коммунального хозяйства. Она позволяет эффективно управлять ливневыми стоками, снижать загрязнение, улучшать микроклимат и повышать устойчивость городов к климатическим изменениям [1].

Международный опыт подтверждает эффективность ЗИ. В Сингапуре парк Bishan-Ang Mo Kio Park преобразовал бетонные каналы в натурализованные реки, значительно повысив биоразнообразие и качество водных ресурсов. Копенгаген активно использует зеленые крыши и парковые пространства для достижения целей углеродной нейтральности. Портленд (США) применяет дождевые сады и проницаемые покрытия в рамках политики предотвращения городского разрастания [3]. Эти примеры демонстрируют, как ЗИ сочетает экологическую чистоту с высокой эффективностью в плотной городской застройке.

Экологически чистыми и эффективными инструментами ЗИ выступают дождевые сады (биоретенция), зеленые крыши, биосвалы и проницаемые покрытия. Они имитируют природный гидрологический цикл: захватывают, фильтруют и инфильтруют стоки, снижая объем поверхностного стока, улучшая качество воды, уменьшая эффект городского теплового острова и предоставляя дополнительные социальные и экономические преимущества (улучшение здоровья населения, снижение затрат на традиционную «серую» инфраструктуру) [1].

Для климатических условий России требуется адаптация ЗИ с учетом экстремальных температур, снеговых нагрузок, циклов замерзания-оттаивания и применения противогололедных реагентов. В крупных российских городах обеспеченность ЗИ на душу населения высока, однако отмечаются потери зеленых территорий из-за урбанизации и ущерб растительности от зимней эксплуатации [2]. Актуальными решениями станут: использование морозостойких местных видов растений (береза, лиственница и др.), отказ от химических реагентов в пользу экологичных альтернатив, проектирование конструкций с учетом снеговой нагрузки, интеграция крупных парковых зон (>500 га) для эффективного охлаждения и мониторинг экосистемных услуг в генеральных планах городов. Такие меры позволят эффективно решать задачи коммунального хозяйства, минимизировать риски подтоплений и повысить комфорт городской среды в условиях российского климата.

Таким образом, адаптация международного опыта ЗИ с учетом российских особенностей открывает перспективы для устойчивого развития городов.

Список литературы

1. Soak Up the Rain: The Benefits of Green Infrastructure [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.epa.gov/soakuptherain/soak-rain-benefits-green-infrastructure> (дата обращения: 23.03.2026).
2. Klimanova O., Illarionova O., Grunewald K., Bukvareva E. Green Infrastructure, Urbanization, and Ecosystem Services: The Main Challenges for Russia's Largest Cities // Land. – 2021. – Vol. 10. – No. 12. – P. 1292. – DOI: 10.3390/land10121292.
3. Six International Cities With Outstanding Green Infrastructure [Электронный ресурс]. – URL: <https://citygreen.com/six-international-cities-with-outstanding-green-infrastructure/> (дата обращения: 23.03.2026).

АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОСИБИРСК

Голодяев П.А., Карелин Д.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Современные города развиваются стремительно, что отражается в изменении основных типов застройки и трендов развития в разные годы существования города

Для анализа норм и правил благоустройства и озеленения населённых мест исследуемый период дробно рассмотрели в рамках 4 этапов, исходя из исторического фактора развития Новосибирска: 1 этап с 1900 по 1917 год, 2 этап с 1917 по 1941 год, 3 этап с 1941 по 1960 год, 4 этап с 1960 по 1980 год.

В 1 этапе не регламентируются габариты участка промышленной зоны. Каждый объект рассматривается индивидуально. Озеленение имеет рекомендательный характер. Благоустройство заключается в минимальной обеспеченности логистикой производства. Застройка разрознена, стесненность и наличие временных построек, не соблюдаются правила пожарной безопасности. Жилые и общественные участки обустраивались на усмотрение землевладельца.

Во 2 этапе особое внимание уделено быстро развивающимся городам. Внедряется упрощенное зонирование производственной территории. Описаны общие нормы пешеходной доступности и характеристик тротуаров. Открытый грунт засеивается травой. Созданы новые типы зеленых насаждений, как пояса разграничивающие деревянные районы для предотвращения от сплошного выгорания города. Сплошные бульвары, идущие внутри кварталов для снижения уровня шума и пыли.

В 3 этапе вектор комплексного подхода к организации безопасности. Упор сделан на нормирование промышленной зоны и внедрение мер по снижению затрат на строительство, не допускать излишеств в проектах. Максимальное сохранение существующих насаждений. Ширина санитарно-защитной зоны нормируется в зависимости с класса вредности предприятия. Подбор растений с учетом пожарной безопасности, санитарно-защитных свойств и воздействия на них промышленных вредностей. Введены нормы расстановки озеленения до окружающих объектов. Появились условия размещения тротуаров и их габариты. Городской центр-компактная планировочная система. Должен быть связан транспортом с жилыми и промышленными районами города. Площадь зеленых насаждений общего пользования на 1 жителя в прямой зависимости от размеров города и местных условий.

В 4 этапе доработаны требования к использованию санитарно-защитной зоны, так же размер и состав насаждений. Значительное внимание уделено регулированию пешеходных потоков, размещению тротуаров и внедрению их в городскую среду. Тенденция на увеличение площади озеленения в новых районах застройки. Внедрение системы озеленения населенного места с равномерным распределением с учетом пешеходной доступности от микрорайона, от жилого района. Прописаны дополнительные показатели резервной ширины тротуара. Конструкции дорожной одежды и тип покрытия проезжей части назначают с учетом перспективной интенсивности и состава движения, категории улицы, дороги или площади.

На основе проведенного анализа нормативных документов по благоустройству производственных, общественных и жилых зон с конца XIX века по 1980-е годы и их влияние на развитие городской среды г. Новосибирска можно сделать следующие комплексные выводы:

1. Эволюция нормативной базы: наблюдается поступательная динамика— от локальных, часто рекомендательных и ситуативных правил («Устав строительный», временные правила для селений) до всеобъемлющей, детализированной и обязательной системы норм (СНиП, СН, ГОСТ). Произошёл переход от регулирования отдельных аспектов к комплексному проектированию среды с учётом санитарных, противопожарных, транспортных и социальных требований.

2. Основополагающие принципы; Зонирование и разделение, Приоритет озеленения, Инфраструктура для людей.

3. Системный подход к городской среде

4. Детализация и специализация

5. Формирование современной модели расселения

Список литературы

1. Журнал Ново-Николаевской Городской Думы. 25 июня 1909 года. № 49. Об избрании подготовительной комиссии по благоустройству города // ГАНО. Ф. Д_97. Оп. 1. Д. 18. Л. 74–74об.

2. Труды Первого всесоюзного съезда по гражданскому и инженерному строительству (6-15 мая 1926 г.) / Госплан СССР. Бюро нормирования стройпроизводства. - М. : Пл. хоз-во, 1928. - 503 с.

ВКЛЮЧЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В ПЛАНИРОВОЧНУЮ СТРУКТУРУ ВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Крылова Е.А., Третьякова Е.Г.

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

С развитием мегаполисов железнодорожные вокзалы и вокзальные комплексы привлекают все больше внимания туристов и жителей городов. Возможность совмещения транспортной инфраструктуры и культурно-досугового пространства ставит перед архитекторами задачу по органичному и современному вписыванию объекта в городскую застройку с учетом ее особенностей. Одним из методов сохранения динамики существующего центра города является включение подземного пространства в планировочную структуру вокзальных комплексов [1].

Подземные этажи железнодорожных вокзалов используются в проектных решениях по всему миру [2]. Назначение подземного пространства может быть разнообразным, авторы выделили следующие функции:

- размещение вспомогательных коммуникаций;
- перенос основного массива вокзального комплекса под землю;
- организация культурно-досугового пространства с торговыми помещениями.

Особенностью железнодорожных вокзалов является необходимость организации перемещения пассажиров к платформам и иной транспортной инфраструктуре, сохраняя при этом возможность оставаться в объеме здания [3]. Подземные этажи, представляющие собой систему подземных переходов, обеспечивают быстрое перемещение пассажиропотоков и уменьшают их взаимодействие с наземной инфраструктурой.

В историческом центре при росте городов и увеличения количества нагрузки на транспорт, возникает необходимость проектирования железнодорожных вокзалов в ограниченных условиях. Перемещение основных функциональных зон в подземную часть позволяет органично вписывать современное здание в культурный центр города и быстрый доступ к поездам.

Вокзальный комплекс в современном мире становится многофункциональным зданием. Размещение торговых площадей, ресторанов, выставочных павильонов и музеев на подземных этажах позволяет сохранить основную функцию вокзала, как железнодорожного объекта, и дает возможность повысить комфорт и привлекательность центров городов [4].

Возможность включения подземного пространства в объемно-планировочных решениях вокзального комплекса позволяет эффективно использовать весь объем здания, решая проблемы урбанистики и увеличения пассажиропотока. Однако в настоящее время предпочтение больше отдается развитию транспортно-пересадочных узлов, в которых используется вышеописанный опыт по проектированию вокзалов [5].

Список литературы

1. Мурунов, А.Ю. Принципы архитектурной модернизации железнодорожных вокзальных комплексов на современном этапе : Для крупных и крупнейших городов : автореферат дис. ... кандидата архитектуры : 18.00.02 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. — Нижний Новгород, 2005. — 25 с.
2. Алексеев Ю.В., Кузнецов И.В. Особенности и специфика включения подземного пространства в планировочную структуру железнодорожных вокзалов // Градостроительство и архитектура. - 2022. - Т. 12. - №2. - С. 154-160. doi: 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.19.
3. Шманев, Т. М. Организации поточного следования пассажиров на основе принципа «сухие ноги» / Т. М. Шманев, В. И. Ульяницкая // Проблемы безопасности на транспорте : Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях, Гомель, 24–25 ноября 2022 года. – Гомель: Белорусский государственный университет транспорта, 2022. – С. 153-155. – EDN KCCNGS.
4. Ву, Л., Ся, Х., Цао, С. и др. Исследование количественного спроса на развитие подземного пространства в районах станций городского железнодорожного транспорта: пример линии метро № 1 в Сюйчжоу, Китай. Городской железнодорожный транспорт 4, 257–273 (2018). URL: <https://doi.org/10.1007/s40864-018-0091-7>.
5. Азаренкова З.В. Планировочная организация транспортно-пересадочных узлов // Academia. Архитектура и строительство. 2011. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/planirovochnaya-organizatsiya-transportno-peresadochnyh-uzlov>.

ОСНОВЫ САМОАУДИТА ПЕРЕД ВВОДОМ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЗАЩИТНОГО СООРУЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

Федосов С.В.¹, Лазарев А.А.², Бурковская Е.А.¹

¹ Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), 129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 153040, Россия, Иваново, пр. Строителей, 33

За первые девять месяцев 2025 года надзорными органами МЧС России проведено 1510 надзорных мероприятий, что на 90,9% меньше, чем в 2024 году. Плановые проверки снизились на 41,1%, внеплановые — на 91,4%. Внеплановые проверки чаще всего проводились из-за истечения срока устранения нарушений. Результаты проверок: выявлено 8611 нарушений, что на 82% меньше, чем в 2024 году; выдано 1011 предписаний об устранении нарушений, что на 81,7% меньше; средний показатель по устранению нарушений снизился на 14,4%; административная практика снизилась на 78,8%, составлено 1278 протоколов [1]. В этих условиях важно усилить работу по самостоятельному контролю на объектах гражданской обороны [1-5]. Большие перспективы открываются при использовании технических средств контроля. Контроль микроклимата в защитном сооружении гражданской обороны (далее – ЗСГО) важен для безопасности и комфорта укрываемых людей. Требования к измерениям не определены в нормативных документах. Рекомендуются измерять температуру и влажность по ГОСТ 30494-2011 [6].



Рисунок 1 – Основные направления самоаудита в ЗСГО перед вводом в эксплуатацию [2-5].

Основные направления самоаудита представлены на рис.1. Практические рекомендации: использовать только поверенные термометры и гигрометры; избегать источников тепла и холода при измерении; в больших помещениях выбирать несколько точек измерения; фиксировать результаты в журнале технической эксплуатации. Перспективы исследований: определение влияния углекислого газа, влаги и бактерий на железобетонные конструкции; построение математических моделей для прогнозирования условий эксплуатации ЗСГО.

Список литературы

1. Распоряжение МЧС России от 14 ноября 2025 № 1013 «Об утверждении Программы профилактики рисков причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в области гражданской обороны при осуществлении федерального государственного надзора в области гражданской обороны на 2026 год».
2. Приказ МЧС России от 15 декабря 2002 г. № 583 «Об утверждении Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны». — Москва: МЧС России, 2002.
3. Бурковская, Е.А. Объекты гражданской обороны: особенности стандартов советского времени и нынешние технологии их возведения, их различия/ Е.А. Бурковская [и др.]. // Экономика строительства. 2024. № 12. С. 439-442. – EDN: GSIXBC

4. Федосов, С.В. Надзорно-профилактическая деятельность МЧС России: практикум / С. В. Федосов [и др.]. 2-е издание, перераб. и доп. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024 - 244 с.

5. Лазарев, А.А. История развития Российского законодательства об административной ответственности за нарушения в области гражданской обороны /А.А. Лазарев // Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий. XX Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Тезисы докладов. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Москва, 2015. - С.235-236. – EDN: TVBIKZ

6. ГОСТ 30494–2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — Введ. 2012-07-01. — М.: Стандартинформ, 2012.

О ПРОБЛЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРЕГРАД, ЗАЩИЩАЮЩИХ ОТ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

Лазарев А.А.¹, Федосов С.В.²

¹ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
153040, Россия, Иваново, пр. Строителей, 33

² Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Коэффициенты безопасности оценивают внешние воздействия на конструкции: инерционные, гравитационные, динамические, вибрационные и ударные нагрузки. Что важно для распределения внутренних нагрузок, таких как изгибающие и крутящие моменты, поперечные и продольные силы. Эти коэффициенты довольно часто применяются в космонавтике [1, 2]. При этом показатели пожарной опасности, установленные регламентом [3], не дают полной информации о применении композитных материалов для защиты от ландшафтных пожаров. Адаптация коэффициентов безопасности на основе оценочных расчетов с учетом теории математической физики [4] может повысить надежность и безопасность таких конструкций.

Уравнение для расчета коэффициентов безопасности необходимо представить следующим образом:

$$k_{л.п.} = T_{м.ст.} / T_{л.п.}, \quad (1)$$

где $k_{л.п.}$ - коэффициент безопасности строительного материала, предназначенного для защиты объекта от ландшафтных пожаров в определенных условиях применения, безразмерная величина; $T_{м.ст.}$ - температура на тыльной стороне строительного материала (последнего слоя многослойного строительного материала или изделия из него), измеряемая в ходе огневых испытаний в определенных условиях, К; $T_{л.п.}$ - температура тления (или самовоспламенения) сухой травянистой растительности или материалов и изделий, располагаемых в непосредственной близости к тыльной стороне строительного материала (последнего слоя многослойного строительного материала или изделия из него), К.

На основании п. 5.6 ГОСТ 12.1.044-2018 [5] следует ввести следующее неравенство для коэффициента безопасности строительного материала, предназначенного для защиты объекта от ландшафтных пожаров в конкретных условиях эксплуатации:

$$k_{л.п.} < 0,8, \quad (2)$$

При соблюдении неравенства (2) в заданных условиях строительный материал следует признать безопасным при защите объекта от ландшафтных пожаров.

Далее следует рассмотреть пример определения рассматриваемого коэффициента. С учетом ранее полученного опыта [6] проводимое исследование было направлено на оценку огнезащитных свойств стеклопластикового полотна устройства [7, 8] в условиях воздействия моделируемого ландшафтного пожара продолжительностью 8 минут. Для достижения поставленной цели был проведен ряд огневых испытаний, направленных на определение среднего значения коэффициента безопасности $k_{л.п.}$. В рамках испытаний использовались различные типы горючей нагрузки. Для моделирования воздействия воздушных потоков применялась установка STAGE 4 PASSAT 120 DMX. Скорость воздушных потоков измерялась с помощью портативного акустического анемометра АПА – 1/3.

В условиях испытаний применялся тестовый очаг пожара ТОП-1 [5], при котором скорость ветра составляла 5–10 м/с согласно шкале Бофорта. Была оценена возможность использования двух скатов полотна из стеклоткани с нанесенным на ее поверхность кремнийорганическим соединением с учетом опыта проведенных экспериментов.

Результаты испытаний:

- средние значения коэффициента безопасности не превышают 0,8;
- стеклопластиковое полотно обладает приемлемыми характеристиками огнестойкости;
- данное полотно может быть эффективно применено для предотвращения распространения ландшафтных пожаров.

Список литературы

1. Алёшин, В.Ф. Проблемные вопросы прогнозирования и подтверждения надёжности космических аппаратов длительного функционирования В.Ф.Алёшин, А.Ю.Колобов, Ю.А. Петров // Наука и образование. 2015. № 6. С. 31–41.
2. Наговицин, В.Н. Коэффициенты безопасности для изделий из композиционных материалов на примере сжатой цилиндрической оболочки / В.Н. Наговицин, Ю.П. Похабов, Е.А. Иванов, А.Ю. Похабов // Космические аппараты и технологии. 2024. Т. 8. № 2 (48). С. 91–104.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 10.02.2026 г.)

4. Федосов, С.В. Промерзание влажных грунтов, оснований и фундаментов / С.В. Федосов, Р.М. Алоян, А.М. Ибрагимов, Л.Ю. Гнедина, Л.Н. Аксаковская. – М.: Издательство АСВ, 2005 – 501 с.
5. ГОСТ 12.1.044-2018 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (с Поправкой, с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200160696?section=status> (дата обращения: 10.02.2026 г.)
6. Лазарев, А.А. О проблеме создания противопожарных преград для защиты от ландшафтных пожаров / А.А. Лазарев, А.Н. Мальцев // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4 (45). С. 78-85.
7. Пат. 219622 U1 (RU), Российская Федерация, МПК А62С 2/06, А62С 3/02. Устройство для предотвращения распространения ландшафтного пожара / И.А. Малый, И.Ю. Шарабанова, А.Н. Мальцев, А.А. Лазарев, Д.Б. Самойлов; опубл. 28.07.2023, бюл. № 22.
8. Пат. 221505 U1 (RU), Российская Федерация, МПК А62С 2/06, А62С 3/02. Устройство для предотвращения распространения ландшафтного пожара / И.А. Малый, И.Ю. Шарабанова, А.Н. Мальцев, А.А. Лазарев, В.Е. Иванов; опубл. 09.11.2023, бюл. № 31.

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ ЖИЛИЩ ТЮРКСКИХ НАРОДОВ: ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И АРХИТЕКТУРНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ*

Максатова А.М., Карелин Д.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Объемно-планировочное решение традиционного жилища отражает многовековой опыт адаптации человека к природным условиям, а также социальную структуру и мировоззрение общества. Как отмечает С.И. Вайнштейн в исследовании кочевых жилищ, конструкция и пространственная организация здесь неразрывно связаны с образом жизни [1]. Работы М.С. Булатова показывают, что традиционная архитектура Средней Азии подчиняется строгим пропорциональным закономерностям [2]. В.П. Дьяконова в своих трудах по этнографии Сибири дает подробную типологию жилых построек алтайцев и тувинцев [3].

Цель работы — систематизация объемно-планировочных решений жилищ тюркских народов и выявление закономерностей их организации.

Задачи: классифицировать жилища по композиционному принципу, определить пропорциональные характеристики, проанализировать функциональное зонирование.

1. *Типология объемно-планировочных решений.* Выделяются три базовые композиционные схемы. Центрическая схема представлена решетчатой юртой. С.И. Вайнштейн считает юрту вершинным достижением кочевой цивилизации, поскольку ее форма оптимально сочетает мобильность, теплозащиту и функциональность. План юрты имеет форму круга диаметром 4-10 метров. Пространство организовано следующим образом: периферийная зона вдоль стен используется для хранения инвентаря, срединная зона является жилой, центр занимает очаг. Такая организация обеспечивает равномерный обогрев помещения. Фронтальная схема характерна для стационарных построек оседлых групп.

2. *Пропорциональные характеристики.* Анализ образцов выявил устойчивые пропорциональные соотношения. Для юрты характерно отношение полной высоты к диаметру основания $0,61 \pm 0,06$. Это значение близко к пропорциям "золотого сечения", что, по мнению М.С. Булатова, не случайно — такие пропорции воспринимаются как наиболее гармоничные и обеспечивают конструктивную надежность [2]. Коэффициент вариации данного показателя составляет около 8%, что свидетельствует о существовании устойчивого канона.

Для срубных айлов Алтая, отношение высоты сруба к стороне основания составляет $0,52 \pm 0,10$. Более высокий разброс значений объясняется использованием разнородного материала. Коэффициент компактности (отношение площади пола к площади наружных ограждений) у юрты максимален — 0,82-0,88.

3. *Функциональное зонирование.* В юрте выделяются функциональные секторы, строго ориентированные по сторонам света. Вход всегда располагается с южной стороны. Северная сторона, противоположная входу (төр), является почетной — здесь размещается глава семьи и гости. Западная сторона (справа от входа) традиционно считается мужской половиной, восточная (слева) — женской. Центральную зону занимает очаг.

4. *Погрешности реконструкции.* При реконструкции объемно-планировочных решений по этнографическим источникам возникают погрешности. Описания XIX века часто не содержат точных размеров, что дает погрешность до 20%. Деформация музейных экспонатов добавляет еще 3-7%, субъективность графической реконструкции — 5-10%.

Для минимизации погрешностей применяется метод пропорционального анализа, поскольку соотношения размеров устойчивее абсолютных величин, а также сопоставление независимых источников. Итоговая погрешность составляет $\pm 7-10\%$.

Выводы

Традиционные жилища тюркских народов представлены тремя типами объемно-планировочных решений: центрическим (юрта), фронтальным (однокамерные дома) и перистильным (дворовые комплексы). Выбор типа определяется хозяйственным укладом и климатическими условиями.

По пропорциональным характеристикам. Установлены устойчивые пропорции для каждого типа: юрта $H/D = 0,61 \pm 0,06$ (коэффициент компактности 0,82-0,88); срубной аил $H/S = 0,52 \pm 0,10$; глинобитный дом $H/S = 0,42 \pm 0,04$. Наименьшая вариативность (8%) характерна для юрты, что указывает на наличие канона.

По функциональному зонированию. Выявлена жесткая привязка функциональных зон к сторонам света: юг — вход, север (төр) — почетное место, запад — мужская половина, восток — женская, центр — очаг. В стационарных домах зонирование линейное вдоль оси "вход — дальняя стена".

По погрешностям реконструкции. Применение пропорционального анализа и триангуляции данных позволяет снизить погрешность восстановления до 7-10%, что делает результаты пригодными для дальнейшего использования.

Список литературы

1. Вайнштейн С.И. Мир кочевников центра Азии. М.: Наука, 1991.
2. Булатов М.С. Геометрическая гармонизация в архитектуре Средней Азии IX-XV вв. М.: Наука, 1978.
3. Дьяконова В.П. Жилище народов Сибири // Этнография народов Сибири. Л.: Наука, 1984. С. 5-48.

ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА Р.П. СУЗУН НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Маметова Т.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Актуальность изучения историко-архитектурной среды р.п. Сузун обусловлена парадоксальным диссонансом между высоким туристическим потенциалом территории и реальным состоянием ее материального наследия. Сформировавшийся в регионе туристический кластер, отсылающий к эпохе функционирования Сузунского медеплавильного завода, привлекает значительный внутрирегиональный и межрегиональный турпоток. Однако, в отличие от таких центров исторической застройки как г. Куйбышев и п.г.т. Колывань, где сохраняются и восстанавливаются, как целостные архитектурные ансамбли, так и прослеживается преемственность в работе с деревянной резьбой на фасадах частных домов, в Сузуне наблюдается утрата исторического контекста: декоративные элементы фоновых объектов не сохраняются, а признанные объекты историко-архитектурного наследия теряют аутентичную привлекательность. Это ставит вопрос о специфике формирования идентичности современной среды, которая вынуждена компенсировать утрату исторической ткани новыми архитектурными формами.

Целью данного исследования является комплексный анализ современного состояния историко-архитектурной среды р.п. Сузун, выявление сохранившихся элементов исторической застройки и планировочной структуры, а также оценка приемов репрезентации исторического контекста в условиях дефицита подлинных архитектурных памятников.

В ходе исследования применялся комплексный подход, включающий анализ данных Единого государственного реестра объектов культурного наследия [1], открытых источников, а также натурное обследование территории с фотофиксацией современного состояния застройки.

Результаты анализа выявили критически низкую сохранность доиндустриальной и промышленной архитектуры XVIII–XIX веков. В градостроительном аспекте сохраняется приверженность прямоугольной системе улично-дорожной сети, заложенной в дореволюционный период. Однако данные открытых источников практически не раскрывают эволюцию планировки в периоды остановки завода и советскую эпоху, что требует углубленной архивной работы. Выявлена ключевая проблема исследования — высокая степень рассредоточенности документов: основная часть архивов Сузунского монетного двора была передана в состав фонда Алтайского горного округа и сегодня хранится в Государственном архиве Алтайского края (ГААК) в Барнауле и Российском государственном архиве древних актов (РГАДА) в Москве [2]. В противовес утрате подлинной застройки, центральная часть поселка демонстрирует пример современной гуманизации среды: формирование комфортного пространства идет по пути создания новых благоустроенных объектов, которые включают знаковые элементы «исторического контекста» (память о Сибирском монетном дворе, символ императрицы Екатерины II), транслируемые через малые архитектурные формы и стилизацию.

Историко-архитектурная среда р.п. Сузун представляет собой уникальный для Новосибирской области феномен «мемориального ландшафта», где подлинность планировочной структуры контрастирует с почти полным отсутствием материальной ткани исторических зданий. В отличие от Куйбышева и Колывани, здесь отсутствует практика сохранения деревянного декора фоновой застройки, что размывает исторический контекст. Дальнейшее исследование невозможно без комплексной работы в региональных и федеральных архивах (ГААК, РГАДА) для реконструкции утраченных этапов развития поселка. Существует риск, что туристическая привлекательность, основанная лишь на новых объектах благоустройства, без сохранения подлинной архитектурной среды, приведет к формированию симулятивной идентичности и окончательной утрате исторической преемственности Сузуна.

Список литературы

1. Сведения из Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации: сайт. – URL: <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/> (дата обращения: 12.03.2026)
2. Архивы Сузунского медеплавильного: сайт. – URL: <https://www.suzun-spr.ru/articles/istochnikovvedcheskiy/arkhivy-suzunskogo-medepлавilnogo.php> (дата обращения: 12.03.2026)

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АЭРОВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ*

Медведева А.А., Иванова Ж.В.

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, 9

Современная трансформация архитектурного облика и функционального наполнения аэровокзалов обусловлена комплексом глобальных факторов, среди которых ключевую роль играют усиление деловой активности и развитие туристической отрасли. Авиация, оставаясь доминирующим способом перемещения на значительные расстояния, инициирует переход аэропортов от выполнения узконаправленных транспортных задач к формату многофункциональных комплексов [1]. Такие хабы становятся не просто точками пересадки, а полноценными центрами притяжения, совмеща логистические, коммерческие и репрезентативные функции.

Архитектурная эволюция выражается в усложнении объемно-планировочных решений. На смену простым формам приходят структуры, построенные по принципу «центрального ядра с лучами-пирсами» [2], что позволяет максимально увеличить количество выходов на посадку и минимизировать пешеходные перемещения пассажиров. Важным новшеством становится многоуровневое вертикальное зонирование, обеспечивающее четкое разделение потоков прибывающих и убывающих пассажиров, что оптимизирует логистику как внутри здания, так и на привокзальной площади [3].

Отчетливо прослеживается вектор на создание бесшовной мультимодальной среды. Интеграция авиационных терминалов с сетями высокоскоростных железных дорог, метрополитена и городского наземного транспорта формирует единые пересадочные узлы. Подобное объединение, реализованное через подземные тоннели и крытые переходы, синхронизирует расписания и позволяет организовать сквозную регистрацию багажа, что существенно сокращает общее время в пути и повышает доступность воздушных перевозок для жителей удаленных территорий [4].

Коммерческая составляющая современных аэровокзалов выходит на принципиально новый уровень, превращая их в крупные торгово-развлекательные кластеры. Расширение спектра неавиационных услуг — от премиального ритейла и ресторанов до отелей и культурных пространств — позволяет диверсифицировать доходы операторов. Интеграция художественных галерей и выставочных зон в транзитные зоны добавляет объектам культурную ценность, делая их привлекательными не только для пассажиров, но и для посетителей из города.

Экологическая повестка становится неотъемлемой частью проектирования. Применение энергоэффективных фасадов, интеллектуальных систем освещения и использование вторично переработанных материалов направлено на снижение углеродного следа. Особое внимание уделяется биоархитектуре: внедрение зимних садов, вертикальных зеленых стен и водных объектов улучшает микроклимат, способствует психоэмоциональной разгрузке пассажиров и служит естественным инструментом навигации [1].

Прогнозируемый многократный рост пассажиропотока и внедрение новых видов транспорта (в том числе электрических аппаратов вертикального взлета) потребуют дальнейшей адаптации архитектуры. Реализация столь сложных, технологически насыщенных проектов невозможна без применения методов цифрового моделирования. Использование BIM-технологий на всех этапах — от проектирования до эксплуатации — становится критически важным условием для обеспечения точности расчетов, экономической эффективности и соответствия будущих аэропортов высоким требованиям устойчивого развития.

Список литературы

1. Brian Edwards The Modern Airport Terminal. — Second edition — London and New York : Spon Press, 2005. — р. 277 — Текст: электронный — URL: [https://repo.poltekbangsby.ac.id/id/eprint/589/1/The%20modern%20airport%20terminal%20new%20approaches%20to%20airport%20architecture%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://repo.poltekbangsby.ac.id/id/eprint/589/1/The%20modern%20airport%20terminal%20new%20approaches%20to%20airport%20architecture%20(%20PDFDrive%20).pdf) (Дата обращения 30.01.2026).
2. Nathalie Roseau. Airports as urban narratives. Towards a cultural history of global infrastructures. Transfers, Berghahn Journals, 2012, 2 (1), pp.32-54. — Текст: электронный — URL: https://www.researchgate.net/publication/278821317_Airports_as_urban_narratives_Towards_a_cultural_history_of_global_infrastructures. (Дата обращения 02.02.2026).
3. 陈国栋, 航站楼构型的历史演变与当代需求 / - 陈国栋 // 中国民航报 : электронный журнал. — URL: http://att.caacnews.com.cn/mhfzcgjyxb/mhfzcgjyxb1th/202110/t20211031_59751.html. — Дата публикации: 31.10.2021. (Дата обращения 01.02.2026).
4. Francisco Berenguel-Felices, Roberto Alonso González-Lezcano, Juan Manuel Ros García, Evolution of Airport Terminals: Current Situation, Trends and Sustainability / Francisco Berenguel-Felices, Roberto Alonso González-Lezcano, Juan Manuel Ros García // Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering. — 2025. — Т. 2, № 38/2025. — С. 37-52. — Текст: электронный — URL: <https://sace.ktu.lt/index.php/DAS/article/view/40885/17313>. (Дата обращения 01.02.2026).

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НОВОСИБИРСКОГО АКАДЕМГОРОДКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ*

Скуднева М.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Система озеленения Новосибирского Академгородка формировалась в начале 60-х годов XX века, одновременно с его строительством. Основной задачей на этапе развития градостроительной схемы Новосибирского Академгородка стало создание благоприятных условий для жизни научного сообщества, путем вовлечения природных элементов - лесных массивов в его структуру.

На этапе формирования Новосибирского научного центра (далее – ННЦ) большое значение уделялось сохранению природных образований - лесных ландшафтов, окружавших Академгородок, а затем и бережно входящих в различные зоны его планировочной структуры.

В процессе создания объектов озеленения Новосибирского Академгородка привлекались известные ландшафтные архитекторы страны и местные специалисты в области ландшафтного строительства. Благодаря их профессиональной деятельности создавались проекты лесопарков, парков, скверов, и было сажено более 200 тыс. деревьев [1].

Единство градостроительного образования Новосибирского Академгородка достигалось за счет умелой организации его планировочного решения и включения в его структуру новых объектов озеленения. Этот подход обеспечивал комфортные условия для жизни и работы, прежде всего, ученых научного городка, а также минимизировал негативное воздействие человека на природное окружение.

Проблема сохранения объектов озеленения Новосибирского Академгородка является актуальной в наши дни и требует пристального внимания, т.к. в последние десятилетия антропогенная и техногенная нагрузки увеличиваются за счет прироста населения и инфраструктуры, зеленые насаждения, высаженные более полувека назад устаревают и требуют замены.

Решение проблемы по сохранению зеленых насаждений на территории ННЦ должно носить комплексный характер и основываться на создании единой генеральной схемы озеленения Новосибирского Академгородка (далее – схема). Схема позволит сформировать новое видение общей концепции развития системы озеленения на основе градостроительного развития Академгородка, Академгородка 2.0. и других образований. Вместе с тем, она будет учитывать текущее состояние зеленых насаждений, а также пути решения проблем, возникших с самым уязвимым элементом природного ландшафта - зелеными насаждениями.

В процессе создания схемы нельзя забывать о преемственности в организации зеленых пространств на территории Новосибирского Академгородка, созданных для комфортного проживания и творческой научной деятельности его жителей, а также пролонгации ландшафтных традиций, заложенных лучшими ландшафтными школами нашей страны в середине XX века.

Список литературы

1. Ландшафтное искусство Сибири/ Л.Н. Чиндяева, А.А. Гончар – Новосибирск: Издательство «Арта», 2008. – 256 с.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ГОРОДСКОЕ ОРОШЕНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Спирова А. Ю., Карелин Д. В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Арычное орошение – традиционный способ полива зелёных насаждений в городах Центральной Азии. В древности от расположения каналов зависела не только структура городской среды, но и само месторасположение города. Структура городской среды на разных этапах развития города чаще всего была свободной или регулярной, что упрощало разведение сети каналов.

Структура постсоветского города Центральной Азии схожа со структурой городов других стран СНГ: микрорайоны «хрущёвской» и «брежневской» застройки, «сталинские» кварталы, точечная и микрорайонная современная застройка и частный сектор с квартальной и свободной планировкой. В малых городах частный сектор может занимать более 90% площади территории. Организация орошения в современных городах по-прежнему необходима. Арычное орошение остаётся доминирующим методом полива зелёных насаждений, что диктует свои особенности в ориентировании элементов планировочной структуры [1].

Специфические нормативы проектирования и строительства городских ирригационных сетей в нормативно-правовом поле Кыргызстана отсутствуют, однако ряд требований к организации арычной сети можно найти в нормативных актах, регулирующих другие сферы. Наиболее развёрнутые рекомендации по строительству городских арычных сетей даёт А. Н. Римша в учебнике, опубликованном в 1979 году [2], однако нормативов на основе рекомендаций Римши разработано не было.

Арычное орошение строго привязано к направлению уклона земной поверхности. Согласно Строительным Нормам «Планировка и застройка городов», каналы должны располагаться с учётом обеспечения уклона, необходимого для предотвращения застаивания воды, и в то же время позволяющего полив [3]. Рекомендаций по уклонам и формам лотков не приводится. Аналогичные рекомендации отсутствуют и в сельскохозяйственной сфере.

Обычно каналы ориентированы вдоль проездов и улиц, что влечёт за собой привязку улично-дорожной сети к ориентации уклона земной поверхности [1]. Необходимость возведения арычной сети должна закладываться при проектировании улично-дорожной сети, но в нормативной базе такие требования не закреплены.

Рассмотрим орошение основных элементов планировочной структуры.

Парки, скверы. При организации орошения парков и скверов нет необходимости учитывать застройку и проезды. Это позволяет ориентироваться только на уклон. Озеленённые композиции при этом обычно формируются с учётом полива затопливанием.

Озеленённые территории учреждений. Территории учреждений (школ, детских садов, медицинских учреждений и т. д.) озеленяются в соответствии с санитарными нормами, но, тем не менее, обычно допускают относительно свободное расположение орошаемых зон.

Кварталы и микрорайоны со среднеэтажной и многоэтажной жилой застройкой. Зелёные зоны находятся в условиях плотной застройки, и разводка арычной сети сталкивается со следующими требованиями:

- отсутствие угрозы подтопления подвалов;
- необходимость обеспечения доступа для обслуживания ко всем участкам сети в условиях множественности собственников территорий;
- организация пересечений с проездами и тротуарами при сохранении доступа для очистки.

Кварталы и микрорайоны в зоне малоэтажной частной жилой застройки. В частном секторе арычная вода используется для полива приусадебных хозяйств, что влечёт необходимость подведения арыка в каждый двор. Сохраняется необходимость предотвращения подтоплений и усугубляется проблема очистки каналов, поскольку увеличивается количество собственников территорий на протяжении каналов, если канал, в силу особенностей уклона местности, приходится проводить по земельным участкам, а не вдоль улицы.

Выводы. Централизованная оросительная сеть – полноценная составляющая инженерной инфраструктуры города. Её возведение и эксплуатация требуют сложной увязки с другими элементами городской среды и учёт природных особенностей почвы и рельефа. Необходима разработка детальных нормативов строительства и проектирования арычных сетей.

Список литературы

1. Спирова А. Ю., Карелин Д. В. Проблемы и перспективы развития водно-зеленого каркаса г. Бишкек // сборник докладов VII Международной научно-практической конференции. Москва, Россия: МГСУ, 2025.
2. Римша А. Н. Градостроительство в условиях жаркого климата. М.: Стройиздат, 1979. 312 с.
3. Строительные нормы Кыргызской Республики СН КР 30-01:2020 «Планировка и застройка городов и населённых пунктов городского типа» (в ред. от 17 ноября 2025 года). Централизованный банк данных правовой информации Кыргызской Республики, 2025.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОУСТРОЙСТВА НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ (КРТ)

Толкачев А.А., Карелин Д.В.

¹Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Градоустройство современной городской среды — это комплексная деятельность территориального, жизнеустроительного, пространственного развития населённых пунктов, направленная на формирование функционально разнообразной, устойчивой, сбалансированной и ориентированной на горожан городской среды.

Механизм комплексного развития территории (КРТ) является ключевым инструментом реализации принципов градоустройства современной городской среды в существующей градостроительной политике и градостроительных методах. При реализации КРТ предполагается системное преобразование уже застроенных территорий, освоение перспективных территорий, которые встраиваются в существующую городскую ткань, происходит развитие жилой, общественно-деловой, социальной, транспортной и инженерной инфраструктуры[1].

Взаимосвязь градоустройства городской среды с механизмами КРТ приобретает особую значимость при реновации и редевелопменте городских территорий. Реализация проектов КРТ без применения градоустроительных подходов приводит к формированию выделяющейся фрагментарной квартальной застройки и снижению качества городской среды, что является противоречием принципам устойчивого развития территорий. Принцип проектов девелопмента «город в городе» становится разрушительным, поскольку при его реализации происходит уничтожение уникальности, идентичности, целостности и ценности сложившейся территории.

Проблемой является недостаточная взаимосвязь и отсутствие гармонизации градоустроительных принципов в практике реализации механизмов КРТ. В ряде случаев проекты КРТ ориентированы только на экономическую эффективность, достижение показателей финансовой модели и уплотнению застройки, при этом социальные, пространственные, средовые, рекреационные и благоустроительные параметры остаются вторичными и рассматриваются лишь как императивные показатели, которые вносятся в договоры о КРТ и обязательны к выполнению только в части соответствия нормирования на территории проектирования.

Примером вышеуказанных коллизий может служить комплексная застройка бывших промышленных или уже застроенных жилых территорий, при которой не обеспечивается фактическая доступность объектов социальной инфраструктуры, общественных пространств и транспортных связей, что приводит к перегрузке улично-дорожной сети, утрате территориальной идентичности, снижению комфортности проживания и не учитываются привычки и сложившиеся варианты пространственных потребностей горожан, проживающих на территории десятилетиями[2].

В качестве возможных путей решения проблемы предлагается развитие нормативно-правового и нормативно-технического закрепления принципов градоустройства в реализуемых механизмах КРТ, внедрение комплексной всесторонней экспертизы проектов, расширение инструментов общественного участия в рассматриваемых проектах КРТ.

Эффективная реализация механизмов комплексного развития территории возможна лишь при условии системного применения градоустроительного подхода, обеспечивающего формирование качественной, устойчивой и социально ориентированной городской среды[3].

Список литературы

1. Горнова Г.В. Соразмерность города и человека: категорический императив градостроительства // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. – 2016. № 2 (11). – С. 22–25.
2. Фонд «Институт экономики города» мониторинг практики реализации проектов КРТ жилой застройки в российских городах // Аналитический материал от 15.05.2023
3. Е.В. Щербина, Н.В. Данилина Градостроительные аспекты проектирования устойчивой городской среды // Вестник ИргТУ №1

БИОМЕТОДЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРЕНОСНЫХ ЖИЛИЩ

Чмир Ю.Э.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Белинского, 151

Основные направления изучения переносных жилищ с применением биометодов выстраиваются на пересечении народной архитектуры, бионики и концентрируются вокруг принципов адаптации, оптимизации форм и гармоничного сосуществования с природной средой. В исследованиях активно применяются биометоды, где особое место занимает биоаналоговый метод. Суть данного подхода заключается в исследовании принципов формообразования жилищ посредством выявления аналогий с природными системами и живыми организмами. В частности, анализируется использование характерных природных форм — таких как конус, сфера, решётчатые структуры — с точки зрения их вклада в обеспечение ключевых функциональных качеств жилищ: мобильности, компактности и адаптивности к экстремальным климатическим условиям. Параллельно биометоды интегрируются в междисциплинарные исследовательские стратегии: объединяются данные археологии, этнографии, лингвистики и культурологии, что позволяет сформировать комплексное представление о развитии и особенностях жилищ. Кроме того, методы культурной антропологии и философии культуры дают возможность раскрыть ценностное содержание жилища в традиционной картине мира, дополняя биологические аналогии культурно-символическим контекстом.

При изучении переносных жилищ учитывается адаптация к окружающей среде: в народной архитектуре анализируются формы и конструкции, оптимально отвечающие местным климатическим и географическим условиям, а бионика вносит вклад, изучая принципы организации и функционирования живых систем — это позволяет выявлять природные прототипы, обеспечивающие устойчивость и защиту от неблагоприятных погодных условий (например, в виде подражания формам природных укрытий или жилищ животных). Значимым направлением является использование природных материалов и технологий: народная архитектура традиционно опирается на локальные ресурсы (дерево, камень, солома, шкуры), а бионика систематизирует знания о свойствах этих материалов и способах их обработки в живой природе, предлагая пути повышения эффективности и устойчивости строительных решений. Ключевое внимание уделяется оптимизации форм и структур — переносные жилища демонстрируют рациональное соотношение функциональности и затрат ресурсов, а бионика выявляет аналогичные решения в природе (например, сводчатые или конические конструкции, вдохновлённые формами крон деревьев или согнутых кустарников), предлагая их осмысленное применение в архитектуре. Важным вектором исследований выступает симбиоз с природой: традиционная архитектура учитывает взаимодействие с ландшафтом (ориентация по сторонам света, использование естественных склонов), а бионика развивает эти идеи, стремясь к созданию энергоэффективных и экологических решений, минимизирующих антропогенное воздействие.

Таким образом, биометоды в изучении переносных жилищ опираются на общий для народной архитектуры и бионики интерес к принципам адаптации, рациональной организации пространства и гармонизации с природной средой.

Список литературы

1. Ибраева Г.О. К вопросу о генезисе традиционного жилища тюркских народов / Г.О. Ибраева // Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ХАБАРШЫСЫ. – 2025. №3(152). – С. 317-334. <https://doi.org/10.32523/2616-6887-2025-152-3-316-334>
2. Головнёв А.В. Трансформер в технологиях кочевников Арктики / А. В. Головнёв, Д. А. Куканов // Этнография. – 2023. № 4 (22). – С.6-38. doi 10.31250/2618-8600-2023-4(22)-6-38
3. Умориная Ж.Э. Теоретические и научные предпосылки возникновения концепции природных аналогий в современной архитектуре / Ж.Э. Умориная // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2020. № 2(2). – С. 348–352.

2.4 ПОДСЕКЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХУДОЖЕСТВЕННО
ДИЗАЙНЕРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ «АКОНСТАНТНОГО» ВИДЕНИЯ ЦВЕТА В ОБУЧЕНИИ ЖИВОПИСИ

Астраханцева А.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Цвет – это свойство предметов вызывать определенные зрительные ощущения в зависимости от цветовых волн солнечного спектра, которые предмет отражает. Особенности зрительного восприятия цвета и света имеют психологические основы. Знание устройства и работы зрения, физическую природу воздействия на него предметами открывает возможности целенаправленного управления их работой. Различают свет собственный, то есть цвет, закрепленный в сознании на основании жизненного опыта и обусловленный цвет, то есть измененный собственный цвет вследствие воздействия на него условий освещения или окружающей цветовой среды.

Проблема обучения живописи - «константность» восприятия цвета, то есть восприятие, основанное на жизненном опыте и практике. Перестройка зрительного восприятия, выработка «аконстантного» видения цветовых различий начинается профессиональное обучение искусству живописи. Общие методологические принципы изучения цвета и света предполагают анализ полученной зрительной информации, ее осмысление, переработке в сознании человека. Формирование «аконстантного» видения цветовых различий основывается на двух ключевых методах:

1. Метод работы цветовыми отношениями;
2. Метод сравнения предметов при их цельном восприятии.

Освоение этих методов способствует «постановке глаза» и формированию профессиональных навыков живописца. Для этих целей в учебной практике рекомендуется применять специфические упражнения.

Преодоление константности цветового видения является фундаментом реалистичного изображения в живописных произведениях.

Список литературы

1. П.И. Ревякин. Техника акварельной живописи. Гос. Изд-во. Лит-ры по стр-ву, арх-ре и строительным материалам. М., 1959.
2. Г.В.Беда. Живопись: Учеб. Для студентов пед.ин-ов по спец. №2109 «Черчение, изобразит искусство и труд». -М.: Просвещение, 1986. -132с., ил.
3. С.П. Роцин. Живопись. Основы теории и практики-М.: Центр медиапроектов АБФ, 2008.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНЫХ СООРУЖЕНИЙ*

Желностов Д.А., Третьякова Е.Г.

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, 9

В данной статье приводится анализ российских спортивно-зрелищных сооружений, разделенных на группы в зависимости от площади спортивного поля [1].

Анализ больших спортивно-зрелищных сооружений, имеющих площадь поля более 3000 м. кв., производится на основании стадионов, подготовленных к проведению чемпионата мира по футболу 2018 года. Все сооружения имеют возможность проведения соревнований по другим дисциплинам путем реорганизации спортивной арены [2].

Средние спортивно-зрелищные сооружения, имеющие площадь поля от 1000 до 3000 м. кв., анализируются на примере хоккейных стадионов и концертно-спортивных комплексов (КСК). Отличительными особенностями таких сооружений является сплошное перекрытие верхнего уровня и довольно частое устройство восторженных залов без трибун, влияющие на прибыльность таких сооружений [3, 4].

Выбор пространственной перекрестной системы металлических ферм в качестве несущей конструкции покрытия в большинстве крупных и средних спортивно-зрелищных зданиях обусловлен высокими показателями надежности и повышенной архитектурной выразительностью сооружения.

Анализ малых спортивно-зрелищных сооружений с площадью поля не более 1000 м. кв. производится на основании фитнес центров и многофункциональных спортивных комплексов (МСК). Большинство таких зданий выделяются наличием нескольких малых универсальных спортивных площадок, расположенных на разных этажах комплекса. Применение плоскостных конструкций покрытия в случае относительно малых пролетов обеспечивает меньшие трудозатраты на возведение по сравнению с пространственными конструкциями при сохранении необходимой свободы планировки.

Выделены следующие современные тенденции развития спортивно-зрелищных сооружений: многофункциональность, обеспечение требований по надежности, интеграция в окружающую застройку и экологичная и устойчивая архитектура. Использование многофункциональных трансформируемых арен и дополнительных самостоятельных общественных пространств обеспечивает высокую рентабельность. Выбранные конструктивные решения должны обеспечивать надежную эксплуатацию сооружения. Интеграция в существующую застройку и экологичная архитектура позволяют создавать устойчивые и гармоничные архитектурные ансамбли [2, 5, 6].

Список литературы

1. СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения Правила проектирования – Изм. 1. – Введен впервые 15.05.2018 - Москва : Госстрой России, 2018 – 147 с.
2. Агеева Е. Ю. Архитектурные и конструктивные особенности спортивных сооружений к Чемпионату мира по футболу-2018. : монография / Е. Ю. Агеева, П. А. Курилов; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. – 157 с.
3. РИА Новости : сайт - «Как устроен КСК "Фетисов-Арена" во Владивостоке» 27.09.2013 – URL: <https://ria.ru/20130927/966138491.html/> (дата обращения: 09.12.2025) – Текст: электронный.
4. ВТБ Арена : сайт — Центральный стадион «Динамо» – URL: <https://arena-park.ru/about/objects/sport-complex/> (дата обращения: 09.12.2025) – Текст: электронный.
5. Щёголева А.В. Особенности формирования многофункциональных спортивных комплексов: история и современность: учеб. пособие / А.В. Щёголева, Ф.Р. Ибрагимова; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2023. – 80 с.
6. Бектемирова С. И. Экологический подход в архитектуре / С. И. Бектемирова // Инновационная наука. - 2001.- №6-1. - с. 128-131.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ И ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН У СТУДЕНТОВ ДИЗАЙНЕРОВ

Карнаева И.Н.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В статье рассматриваются наиболее эффективные приемы и методы преподавания художественно-творческих дисциплин по направлению подготовки 54.01.03 Дизайн. Актуальность исследования обусловлена текущими изменениями в процессе преобразования системы профессионального художественного образования в России.

Изучая проблему методики преподавания и становления школ дизайна в России, хочется отметить значение системного подхода в подготовке высококвалифицированных специалистов в различных отраслях дизайна для рынка труда. Анализ практики высшего образования позволяет отметить, что перспективными, с точки зрения гуманитарной парадигмы образования, представляются такие подходы, которые изменяют положение, статус и позицию студента. К ним относятся: актуализация диалоговых методов обучения, изучение индивидуального стиля познавательной деятельности, создание условий для развития активности всех участников образовательного процесса. Для создания творческой атмосферы партнерства в студенческой аудитории важно использовать в полной мере все формы учебной деятельности с привлечением личного опыта студентов и преподавателей как носителей духовной и социально-психологической культуры. Социальную среду, в которой развивается личность, формирует умело организованный процесс их гуманистического взаимодействия как в учебной, так и во внеучебной деятельности.

Научные и методические материалы способствуют созданию познавательного пространства, организованного не с целью информировать, а с целью разворачивать их в направлении, развивающем личностные качества и формирующем профессиональные. Учебный предмет становится не просто поводом, а тем самым условием для формирования личности. Это особенно касается общепрофессиональных дисциплин, где изобразительное искусство – непрерывный процесс, связанный с переосмыслением собственной позиции, обнаружением смыслов в содержании художественного обучения.

Список литературы

1. Сенько Ю. В. Гуманитарные основы педагогического образования: Курс лекций: Учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2000. С.35.
2. Власенко О.В. Методы и средства преподавания проектирования в дизайне СРЕДЫ // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ ПЕРВОГО КУРСА К ТЕМЕ «ГОРОДСКОЙ ПЕЙЗАЖ»

Копылова Н.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Городской пейзаж (урбанизированный ландшафт) — жанр изобразительного искусства, фокусирующийся на изображении городских улиц, архитектуры, площадей и инфраструктуры. Он передает дух эпохи, атмосферу, динамику жизни, гармонию или конфликт между созданной человеком средой и природой. Художники используют различные стили и техники для передачи динамики, масштабности и изменений городской среды. При выходе на пленэр студенты первокурсники сталкиваются с трудностями во время зарисовки большого масштаба уличного пейзажа с множеством различных элементов разных по форме, пластике, тону, цвету. Для решения данной проблемы предлагается провести со студентами предварительную подготовку в аудитории.

Система подготовки включает в себя отрисовку отдельных элементов городского пейзажа:

- 1) Изучить опыт известных мастеров пейзажистов.
- 2) Рисунок деревьев: натурные зарисовки комнатных растений и зарисовки из окна деревьев, фрагментов веток, листья. Выполнение копий деревьев с работ великих мастеров. Зарисовки деревьев в сочетании с городской средой.
- 3) Зарисовки людей. Копии Лебедева и натурные зарисовки в аудитории друг друга.
- 4) Зарисовки отдельных автомобилей в различных техниках
- 5) Зарисовки птиц (копии и натурные зарисовки чучел)
- 6) Зарисовки отражений на стеклянных и водных поверхностях (копии и натурные зарисовки видов из окна)
- 7) Зарисовки малых архитектурных форм (скамьи, фонари, беседки, скульптуры и т.д.)
- 8) Финалом подготовительной работы перед выходом на пленэр является зарисовки видов из окна с применением навыков, полученных при создании вышеперечисленных этюдов, зарисовок.

Таким образом, при тщательной подготовке и выполнении всех этюдов, зарисовок студент выходит на пленэр с набором навыков и умений, которые позволят ему создавать завершённые работы при ограниченном времени.

Список литературы

1. Википедия : сайт. URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D0%B7%D0%B0%D0%B6 – Текст : электронный.
2. Лепикашъ В.А. Акварель.-Москва: Издательство Московской государственной специализированной школы акварели Сергея Андрияки с музейно- выставочным комплексом, 2007
3. Фармаковский М.В. Акварель. Ее техника, реставрация и консервация.- Москва: ООО «Издательство В. Шевчук», 2000- 296 с.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОД АТТРАКТИВНОСТИ: ПРИНЦИПЫ ВИЗУАЛЬНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ В ГРАФИЧЕСКОМ, СРЕДОВОМ И ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ

Сысоева Е.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В статье представлены результаты анализа теоретического и практического процесса обучения студентов-дизайнеров направления подготовки 54.01.03 Дизайн, в контексте готовности студентов к дипломному проектированию. Актуальность исследования обусловлена текущими изменениями к роли профессиональной деятельности в России. Автором определена роль психолого-педагогического сопровождения образовательного процесса бакалавров и сформулированы задачи визуального притяжения в графическом, средовом и ландшафтном дизайне. Выявлено, что принцип «аттрактивности» работает как «система маяков».

Привлекательность объекта проектирования достигается через иерархию аттрактантов: «доминанта» - главный аттрактант; «якоря» - вторичные аттрактанты; «детали» – мимолетные аттрактанты. Принцип аттрактивности начинает работать через сценарий раскрытия идеи проекта и ее масштабирования.

Сделан вывод, что успешность раскрытия идеи в графическом, средовом или ландшафтном дизайне становится успешной, если в процессе проектирования раскрывается модель целостности проектного мышления студента-дипломника. Решая проектную задачу в графике, автор получает возможность управлять движением зрителя и скоростью считывания заложенного смысла, в интерьерном пространстве подключается влияние среды на тактильные ощущения человека и его чувство защищенности, в ландшафтной среде автор проекта направляет движение человека в пространстве.

Показана необходимость целенаправленной поддержки профессионального самоопределения бакалавров, развитие интересов и стремлений будущих дизайнеров к самореализации в профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Максименко О.И., Подрядова В.В. Аттрактивность в теории языка // Ученые записки Национального общества прикладной лингвистики. 2013. № 1 (1). С. 66-73.
2. Поморов С.Б. Архитектура и дизайн: способ взаимодействия (методика многоуровневого проектирования). «Сибирская архитектурно-художественная школа»: Материалы Всероссийской научно-практ. конф. – Новосибирск: «Сибпринт», 2021. – С. 58-60.
3. Поморов С.Б. Отдых и туризм в горах и предгорьях Алтая. Архитектурно-градостроительная организация объектов рекреации: / Научная монография. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008. – 167 с.
4. Першина И.Л. Эстетика аттрактивности в архитектуре (динамические смыслы) // Научный результат. Социальные и гуманистические исследования. 2023. Т. 9. №3 С. 80-87.
5. Розенсон И.А. Основы теории дизайна: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2008. – 219 с.

3 СЕКЦИЯ

ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО
И ВОДОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСОВ
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 ПОДСЕКЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

ФОРМИРОВАНИЕ КРИВОЙ СПАДА НА ВОДОСКАТЕ БЫСТРОТОКА ПАВОДКОВОГО ВОДОСБРОСА НА РЕКЕ ИРМЕНЬ

Гусельникова Е.Н., Евграфова А.В., Дегтярев В.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Паводковый водосброс расположен на участке левого примыкания грунтовой плотины, образующей Ирменское водохранилище. Состоит из неукрепленного грунтового подводящего канала и сбросного сооружения, ранее укрепленного железобетонными плитами.

В настоящее время бетонное покрытие водослива полностью разрушено. На месте порога водослива образовалось два русла шириной 5-10 м и глубиной 2-4 м. Дно русел покрыто камнями и обломками бетонных плит. В связи с этим, для восстановления работы водосброса, появилась необходимость выбора материала и способа крепления порога и откосов водослива.

В качестве искусственного крепления были выбраны следующие материалы поверхности русла с коэффициентами шероховатости n :

- Деревянный желоб из строганных досок или брусьев ($n=0,012$);
- Бетонные плиты ($n=0,015$);
- Габионы ($n=0,025$);
- Галечно-гравийная отсыпка или каменная или кирпичная кладка ($n=0,035$)[1].

Расчеты производились для четырех расходов: $Q_{10\%} = 86,7 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{5\%} = 111 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{3\%} = 126 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{0,5\%} = 186 \text{ м}^3/\text{с}$.

В расчеты входило: определение параметров кривой спада: длины, критической и нормальной глубин; построение кривой свободной поверхности на водоскате быстроготока паводкового водосброса по методу В.И. Чарномского.

В результате оценки возможности возникновения процесса аэрации потока на водоскате быстроготока было определено, что поток не аэрирован.

Расчет устойчивости потока показал, что на водоскате быстроготока происходит волнообразование, но за пределами быстроготока.

По результатам расчетов на водоскате быстроготока формируется кривая спада типа II_b (Рис. 1), прыжок затопленный. Расчетные скорости по длине быстроготока превышают неразмывающие для большинства типов крепления.

Так же был произведен расчет с учетом уполаживания уклона быстроготока в 2 раза, что так же не привело к существенному снижению скоростей до допустимых значений.

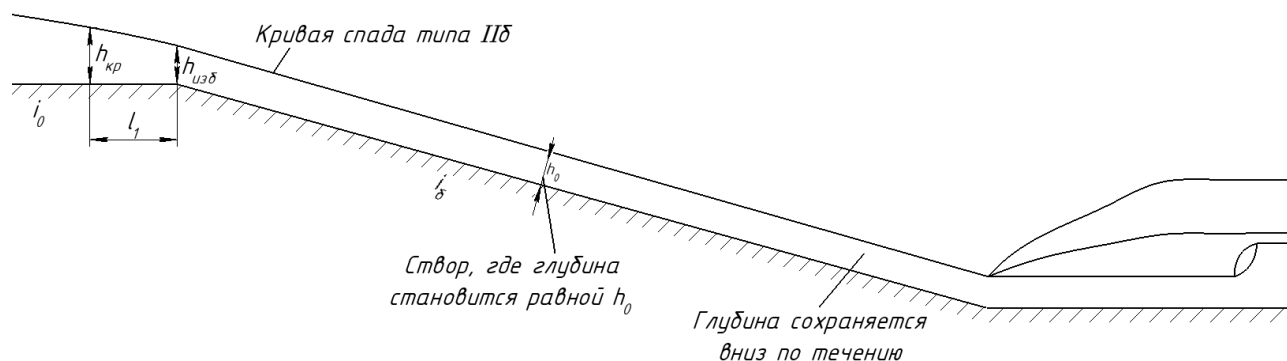


Рисунок 1 – Схема к расчету кривой спада на водоскате быстроготока паводкового водосброса

Список литературы

1. Большаков В.А. и др. Справочник по гидравлике. – Киев: Вища школа, 1984.– 314 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Гусельникова Е.Н., Мизёва А.С.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В государственном докладе Министерства природных ресурсов и экологии Новосибирской области «О состоянии и об охране окружающей среды новосибирской области в 2024 году» приводится информация о том, что на территории Новосибирской области расположено 92 гидроузла, различного назначения.

В состав речных гидроузлов (Новосибирская ГЭС не рассматривается) входят: подпорные сооружения, водосбросные сооружения и водоспуски-водовыпуски. В качестве подпорных сооружений, в большинстве случаев, выступают плотины из местных материалов. Конструкции водосбросных сооружений отличаются значительным разнообразием. Так, 70 водосбросных сооружений по конструктивным особенностям представлены следующими типами: шахтные водосбросы — 28 сооружений (40%), открытые поверхностные водосбросы - 17 сооружений (24%), сифонные водосбросы — 15 сооружений (21%), трубчатые водосбросы — 5 сооружений (7%) и водосбросы совмещённого типа — 5 сооружений (7%).

Каждый тип водосбросных сооружений, в соответствии со своими конструктивными особенностями, имеет специфические уязвимости и возможные сценарии отказов. Таким образом, классификация гидротехнических сооружений (ГТС) по типу водосбросного сооружения позволяет систематизировать типичные проблемы эксплуатации, оценить риски возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), разработать меры целевые меры профилактики, организовать эффективный мониторинг и сформировать алгоритмы реагирования на аварийные ситуации

Особое внимание следует уделить гидроузлам, расположенным в каскаде. Это ГТС, расположенные на реках Сынок, Сарбоян, Койниха и Ояш. В таких системах разрушение верхней ступени неизбежно приводит к прорыву нижерасположенных, чтократно увеличивает масштаб возможной чрезвычайной ситуации. Также зафиксированы бесхозные объекты на реках Черная, Бурла и Оёш, состояние которых не контролируется.

Таким образом, предлагается выполнить классификацию водосбросных сооружений по конструктивному признаку, поскольку полученные результаты могут быть использованы при планировании мониторинга и разработке мероприятий по обеспечению безопасности.

Выводы:

1. **При планировании мониторинга состояния сооружений одного типа возможна унификация таких мероприятий, как:** разработка стандартов эксплуатации; создание методических рекомендаций для собственников ГТС; выбор методов инструментального контроля.
2. **Разработка мероприятий по безопасности:** создание типовых планов ликвидации ЧС для каждого типа водосброса; обучение персонала специфике работы с разными конструкциями
3. **Оптимизации финансирования:** обоснование затрат на ремонт и модернизацию; приоритизация объектов по степени риска; планирование долгосрочных инвестиций.
4. **Повышения эффективности реагирования:** моделирование сценариев аварий для разных типов сооружений; отработка взаимодействия экстренных служб; создание цифровых двойников критически важных объектов; внедрение риск-ориентированного подхода к планированию ремонтных работ, отдавая приоритет объектам с высокой вероятностью аварии.

Список литературы

1. Перечень гидротехнических сооружений Новосибирской области (по данным Министерства природных ресурсов и экологии Новосибирской области). — Новосибирск, 2025. — 235 с.
2. Аварии на гидротехнических сооружениях: анализ причин и последствий / Под ред. В.Г. Орехова. — Москва : Энергия, 2020. — 312 с.
3. Иванов, Ю.П. Каскадное расположение гидроузлов: проблемы безопасности / Ю.П. Иванов // Гидротехническое строительство. — 2021. — № 5. — С. 23–29.
4. ГОСТ Р 55260.1.4-2012. Гидроэлектростанции. Часть 1-4. Сооружения ГЭС гидротехнические. Общие требования по организации и проведению мониторинга. — Москва : Стандартинформ, 2013. — 54 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА РЕКЕ ИРМЕНЬ

Гусельникова Е.Н., Евграфова А.В., Марченко Ю.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Гидротехнические сооружения гидроузла на реке Ирмень построены в 1970 году. В состав гидроузла входят: плотина из местных материалов максимальной высотой 8-9 м, длина плотины по гребню - 730 м; донный водовыпуск башенного типа; паводковый водосброс открытого типа, береговой, с фронтальным входом, нерегулируемый.

Подпорные сооружения образуют водохранилище длиной 4 км, ширина – 350-450 м, площадь зеркала – 2 км², максимальная глубина у плотины – 4,87 м, полный объём – 2,04 млн. м³.

При проведении обследования основное внимание было уделено состоянию паводкового водосброса.

Конструктивно, паводковый водосброс представляет собой неукрепленный грунтовый канал, общей длиной - 470 м (длина подводящей части канала - 137 м) и сбросного сооружения, ранее укрепленного железобетонными плитами. Паводковый водосброс открытого типа расположен в левом плече плотины.

Ширина подводящего канала изменяется от 13 до 36 м, глубина от бровок берегов составляет 2.8 - 2.9 м, берега обрывистые высотой от 0.5 до 0.9 м хорошо задернованы (кустарник и густая травянистая растительность). Ширина укрепленного порога водосброса составляет 63 м. Над порогом водослива расположены пролёты автомобильного моста. В настоящее время плиты бетонного крепления порога и отводящей части, выполненной в виде быстотока, полностью разрушены, под мостом сформированы два рукава шириной от 5 до 10 метров между средними опорами моста. Глубина рукавов 2 — 4 м. Берега крутые, дно русел покрыто камнями и обломками бетонных плит. Бетонное покрытие откосов почти полностью разрушено.

Целью обследования была оценка состояния паводкового водосброса и его готовность к пропуску половодья, которое, вероятно, в этом году будет более полноводным.

По результатам обследования следует сделать вывод: паводковый водосброс к пропуску половодья не готов и более того, деформационные процессы могут привести к обрушению пролетов моста и частичному разрушению сопрягающих устоев плотины из местных материалов. Необходимо проведение восстановительных работ по реконструкции паводкового водосброса: подготовка основания под устройство порога водосброса с выполнением крепления, восстановление отводящего канала и крепление его дна и боковых стенок.

Выполненные расчеты показали, что при разных расходах прыжок остается затопленным, но скорости на быстотоке превышают значения размывающих большинства типов крепления.

Донный водовыпуск башенного типа выполнен в виде ж/бетонного колодца прямоугольного сечения с двумя запорными арматурами. Высота башни водовыпуска - 4.87 м. Максимальная пропускная способность - 11.1 м³/с. Диаметр трубопровода донного водослива - 10000 мм. Длина водопроводящей части трубопровода - 52.2 м. Общая длина сооружения - 69.0 м.



Рисунок 1 – Подводящий канал и паводковый водосброс на реке Ирмень. Вид с подводящей дамбы

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТОЧЕЧНЫХ ВИХРЕЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЙ

Дегтярев В.В., Зырянов К.И.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

При обтекании препятствий (или, протекании через неоднородные участки) жидкостью или газом образуются спутные и попутные потоки, а также, могут возникать вихревые участки (круговые или сдвиговые). Как правило, в этих участках завихренность имеет разный знак. Эти участки воздействуют на окружающее течение и друг на друга. Характер этого взаимодействия может быть разнообразным, однако, основное его проявление заключается в их движении против потока (отставании от него). Описание таких движений может быть достаточно сложным. Однако, если, при определённых условиях, за препятствием образуется пара концентрированных вихрей, то, некоторые первоначальные выводы (прикидки) о характере попутных потоков можно сделать на основе относительно простой гидродинамической модели – “точечные вихри”. Эта модель предложена Гельмгольцем [1] и Кирхгофом [2]. Также её современное описание можно найти в классических учебных изданиях по гидродинамике, таких, как [3]. В основе её лежит более общая модель прямолинейных вихревых нитей, взаимодействующих между собой и определяющих течение окружающей их жидкости. В бесконечном пространстве, заполненном несжимаемой невязкой жидкостью, рассматривается одна вихревая нить или система взаимодействующих вихревых нитей. В точках пространства не принадлежащих этим нитям завихренность равна нулю. Так же, в пространстве отсутствуют источники и стоки. Таким образом, рассматривается кинематическая задача движения среды, полностью определяемая взаимодействующими вихревыми нитями. Следующее упрощение связано с тем, что вихревые нити параллельны друг другу. В таком случае задача упрощается до плоской постановки. То есть, система прямолинейных вихревых нитей заменяется моделью точечных вихрей [3].

В данной работе модель “точечный вихрь” применена как упрощённая постановка для предварительного (оценочного) анализа взаимодействия структур, возникающих за двумя препятствиями, расположенными так, что соединяющая их прямая перпендикулярна набегающему на них потоку жидкости. Каждое препятствие порождает пару вихрей (диаду) с противоположными интенсивностями (циркуляциями). Составлено автомодельное описание, в котором единственным параметром является отношение двух расстояний s/d : между препятствиями и между вихрями, образующимися за каждым препятствием. Это описание представляет собой особую симметричную конфигурацию четырёх вихрей, характеризуемую вышеуказанным параметром. В результате анализа состояния этой системы в начальный момент времени, выявлены несколько критических значений этого параметра (s/d), характеризующих особенности движения как отдельных вихрей, так и пар вихрей. Полученные для начального состояния оценки проверены с помощью численного моделирования эволюции системы.

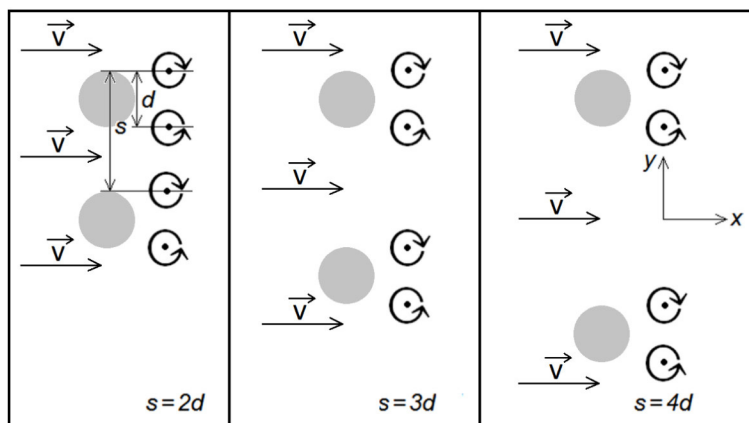


Рисунок 1. Схематическое изображение (начального) положения системы четырёх вихрей (двух диад). Расстояние между диадами (“слева направо”) $s = 2d, 3d$ и $4d$.

Список литературы

1. Helmholtz H. *Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen.* Journal für die reine und angewandte Mathematik. 1858; 55: 25-55.
2. Кирхгоф Г. *Механика. Лекции по математической физике.* – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 403 с.
3. Кочин, Кибель, Розе. *Теоретическая гидродинамика, часть 1.* М.: Физматгиз, 1963, 584 стр.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗАВАРИЙНОГО ПРОПУСКА ПАВОДКОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ: НА ПРИМЕРЕ Р. ТОМЬ

Дубовицкий А.В., Мершина Г.И.

Верхне-Обское БВУ,
630087, Россия, Новосибирск, ул. Н. Данченко, 167

Река Томь - крупная река в Западной Сибири, самый многоводный правый приток Оби, второй по водности после Иртыша. Река Томь берет начало на западном склоне Абаканского хребта Кузнецкого Алатау, на высоте около 1200 м над уровнем моря и впадает в р. Обь справа на 2677 км от устья. Общая длина реки составляет 227 км, в пределах Томской области находится нижний отрезок русла длиной 125 км.

В Томской области обострилась проблема безаварийного пропуска паводковых вод в следствии увеличения участков образования заторов (зажоров) льда на р. Томи на повышенных отметках дна (разветвление русла по протокам в верхнем течении; серия отмелей и осередков, наличие островов Верхний и Нижний Боярские, Собачий в черте г. Томска).

Кроме того, проблема безаварийного пропуска паводковых вод обусловлена также влиянием и других факторов.

Заторные (зажорные) явления явились причиной наводнений 2010, 2013, 2015 гг. Ситуация усугубилась в 2024 году в результате прохождения осеннего ледохода с установлением чешуйчатого ледостава (с торосами) и отрицательных температур при весеннем ледоходе с укреплением заторной массы льда и образованием двух заторных полей в с. Казанка Томского района, речного вокзала г. Томска.

В зоне затопления расположены населенные пункты: город Томск (д. Эушта, с. Нижний склад, ул. Лермонтова, ул. Причальная), ЗАТО Северск, поселения Томского района: Черная речка, Тахтамышево, Казанка, Коларово, Батурино, Вершинино, Барабинка, Калтай, Курлек), садоводческие некоммерческие товарищества с постоянно проживающими жителями.

Для оценки гидрологической обстановки, ежегодно с 2009 г. в рамках государственного мониторинга водных объектов проводится мониторинг заторообразующих условий и ледовой обстановки на р. Томь в местах потенциального заторообразования. По результатам мониторинга определяется тип замерзания реки по классификации Марусенко: ленточный, клиновидный, чешуйчатый. По результатам мониторинга в 2024 году выявлены участки р. Томь с чешуйчатым типом замерзания (Рис. 1). [3]



Рисунок 1 – Снежно-ледяной покров на участке р. Томь – с. Батурино. 04.03.2024.
(Фото ООО «Томскгеомониторинг»)

Список литературы

1. Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Мониторинг заторообразующих условий и ледовой обстановки на р. Томи в местах потенциального заторообразования в 2024 г. (отчет ООО «Томскгеомониторинг» по государственному контракту № 08652000003240000020001 от 06.02.2024 с ОГУ «УГОЧСПБ ТО»).
4. Методика оценки вероятностного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий» (Москва, 2006 г.), разработанной ФГУП «ВИЭМС

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ НОВОСИБИРСКОГО ГИДРОУЗЛА

Ефременко Д.А., Т.В. Пилипенко

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Новосибирское водохранилище является уникальным водным объектом комплексного назначения. Уже более 60 лет оно интенсивно используется в народнохозяйственных целях - является источником водоснабжения, основной зоной рекреации жителей г. Новосибирска, Новосибирской области и Алтайского края, эксплуатируется для судоходства и рыбного хозяйства. Нижний бьеф гидроузла находится на территории города Новосибирска. При этом стоит отметить, что пойменная часть реки Обь активно застраивается в последние десятилетия, не имея стратегического и комплексного развития, а застраивается точечно. Берегозащитные гидротехнические сооружения, возведенные сразу после строительства Новосибирского водохранилища, в основном, устарели и не отвечают новым требованиям надежности и безопасности ГТС. Одновременно с возведением объектов капитального строительства, часть застройщиков проектируют и возводят берегозащитные ГТС для обеспечения безопасности жителей новых жилых комплексов от возможных негативных последствий в следствие регулирования сбросов из водохранилища и ряда других антропогенных факторов.

Для расчётного обоснования берегоукрепительных гидротехнических сооружений на водоемах используются различные методы, которые учитывают, в первую очередь, природные условия и особенности участка береговой линии водного объекта. Результаты расчётов проводятся и уточняются на основе натурных исследований, а также, при необходимости, лабораторных испытаний и экспериментов.

Первоочередной задачей данного исследования является сбор информации о существовании, местоположении, предназначении и состоянии гидротехнических сооружений, расположенных в нижнем бьефе Новосибирского гидроузла. Информация собрана авторами на основании визуального и инструментального обследования, а также спутниковых систем и обработки имеющейся технической документации.

Список литературы

1. Пилипенко Т., Козлов, Д. и др. (2025). Выбор типа берегоукрепительных сооружений на водохранилищах (на примере Новосибирского водохранилища). *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 21(3), 172-187. <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2025-21-3-172-187> (электронный текст).
2. Pilipenko T., Mihailova T., Suslikov E., Ahmatova N. Assessment of the impact of the development of the floodplain of the Ob River on the safety of navigation. Springer Nature Link 2022, №2 (LNNS, том 403). https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5_103
3. Pilipenko T., Kalachnikov A., Botvinkov I. Influence of the slot configuration on its stability (on the example of the Ob river); Springer Nature Link 2022, №2. In book: International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021, Volume 1 (pp.1133-1140) DOI:[10.1007/978-3-030-96380-4_124](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96380-4_124)
4. Постановление Правительства РФ от 05 октября 2020 года №1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений» / Собрание законодательства Российской Федерации, N 41, 12.10.2020.
5. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003(с Изменением N 1) : дата введения 16 декабря 2019/ Минстрой России– Официальное издание – Москва. Стандартинформ, 2020.
6. СП 38.13330.2018 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82* (с Изменением N 1): дата введения 16 августа 2018 г/ Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.

РАСЧЁТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНЫХ ВОД

Куприянов Д.Е., Пилипенко Т.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Берегозащитные гидротехнические сооружения широко применяются для защиты прибрежных территорий от волнового воздействия и разрушения береговой линии. В нормативной практике проектирование таких сооружений ориентировано преимущественно на условия эксплуатации в пресных или слабоминерализованных водоёмах, а также в морских акваториях [1].

Вместе с тем на территории Российской Федерации существуют водоёмы с высокой и сверхвысокой минерализацией воды. К таким объектам относятся солёные озёра Алтайского края – Большое Яровое и Кучукское.

Анализ существующих нормативных и ведомственных методик проектирования показал, что учёт агрессивности водной среды реализуется преимущественно через требования к материалам конструкций – назначение марок бетона, защитных слоёв и конструктивных мероприятий [2]. Однако влияние агрессивности среды практически не учитывается непосредственно в расчётах устойчивости сооружений.

В качестве типового конструктивного решения рассмотрено крепление откоса из плит ПБЗГУ. Расчёт устойчивости выполнялся по действующей ведомственной методике проектирования защитных покрытий откосов [3].

Проведённый анализ позволил выявить противоречие между формально обеспеченной расчётной устойчивостью и фактическими условиями эксплуатации сооружений в высокоминерализованных водных средах. Стандартные методики расчёта отражают начальное состояние конструкции, но не учитывают постепенную деградацию удерживающих свойств конструктивных элементов в процессе эксплуатации.

Предложено использовать универсальный коэффициент деградации условий эксплуатации K_{degr} , позволяющий учитывать влияние минерализации воды на эксплуатационные характеристики конструкций.

В качестве интегрального показателя агрессивности среды принята суммарная минерализация воды S . Коэффициент деградации предлагается определять по зависимости:

$$K_{degr} = \left(\frac{S_{sp}}{S} \right)^{\alpha}, \text{ при } S > S_{sp}, \quad (1)$$

где S_{sp} – верхняя граница нормативной области минерализации воды; S – фактическая минерализация воды;

α – параметр чувствительности модели.

Предлагаемый коэффициент не моделирует отдельные процессы коррозии материалов, а выступает интегральной инженерной поправкой, позволяющей учитывать совокупное влияние агрессивной водной среды на условия эксплуатации сооружений.

Разработанный подход позволяет расширить область применимости существующих расчётных методик и может использоваться при проектировании берегозащитных сооружений на солёных и рассольных озёрах, а также на водоёмах с повышенной минерализацией воды.

Список литературы

1. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. — М.: Минстрой России, 2017. — 72 с.
2. СП 58.13330.2019. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. — М.: Минстрой России, 2019. — 60 с.

3.Методические рекомендации по проектированию и строительству защиты от размыва грунтовых откосов инженерных сооружений из покрытия бетонного защитного гибкого универсального (ПБЗГУ). — М.: ОАО «ЦНИИС», 2012. — 60 с.

4.Широкова В. А. Гидрохимические условия формирования сообществ гидробионтов в солёных и солоноватых водоёмах // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. — 2013. — Т. 18, № 5. — С. 1023–1027.

5.Зернов С. А. Общая гидробиология. — М.; Л.: Госиздат, 1934. — 456 с.

МЕСТНЫЙ РАЗМЫВ РУСЛА У МОСТОВЫХ ОПОР

Назарова В.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Местный размыв грунта у опор мостов является одной из главных причин снижения несущей способности фундаментов и аварийности мостовых переходов. Интенсивное развитие воронок размыва может привести к обнажению фундамента, потере устойчивости опоры и, как следствие, к разрушению пролетных строений. Прогнозирование этого процесса критически важно для обеспечения долговременной надежности и безопасности сооружений, а также для предотвращения экономического ущерба от их преждевременного ремонта или разрушения.

Набегающий на опору моста поток вызывает повышение уровня воды в её верхней части — это так называемая восстановленная энергия (переход кинетической энергии в потенциальную). Из-за этого возникают нисходящие течения, которые ускоряются к основанию опоры, размывают грунт и переносят его частицы вниз по течению. Часть из них откладывается за опорой.

Скорость потока по бокам опоры увеличивается в 1,7–2,0 раза по сравнению с бытовой, что совместно с нисходящими струями приводит к превышению размывающих скоростей у основания и образованию воронки размыва. В ней формируется вихрь с горизонтальной осью (подковообразный), охватывающий опору. Он захватывает частицы грунта: большая часть выносится вниз по течению, меньшая — возвращается в воронку.

Сначала размыв активнее у боковых граней, затем он соединяется с размывом перед лобовой гранью, где со временем формируется наибольшая глубина. Кинематическая структура потока, обтекающего опору, и схема русловых деформаций около нее представлены на рисунке 1.

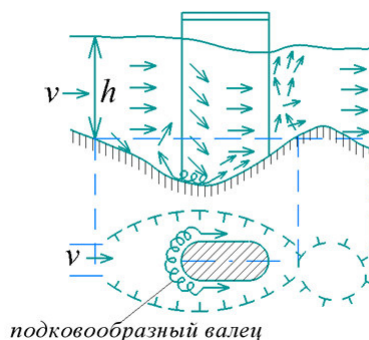


Рисунок 1 – Кинематическая структура потока, обтекающего мостовую опору, и схема русловых деформаций около нее

Глубина местного размыва зависит от комплекса природных и техногенных факторов. Ключевыми из них являются: скорость водного потока, крупность и вес частиц грунта, слагающего русло, степень сжатия потока опорами, геометрическая форма опоры и угол подхода к ней потока воды, а также гидрологический режим реки — форма гидрографа и продолжительность паводков. Детальный анализ перечисленных факторов позволяет перейти к обоснованному выбору методов расчета глубин размыва, что является основой для принятия проектных решений по защите опор.

Список литературы

1. Андреев О. В., Ярославцева И. А. Русловые деформации на участках рек с мостовыми переходами // Русловые процессы. М.: АН СССР, 1958 г. – С. 352–372.
2. Бегам Л. Г., Цыпин В. Ш. Надежность мостовых переходов через водотоки. М.: Транспорт, 1973–456 с.
3. Журавлев М. М. Местный размыв у опор мостов. – М.: Транспорт, 1984. – 113 с.
4. Федотов Г. А. Расчеты мостовых переходов с применением ЭЦВМ. – Транспорт, 1977. – 208 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЙМЫ РЕК НА ГИДРОУЗЛЫ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ГЭС*

Пилипенко Т.В., Давыдов К.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Пойменные комплексы речных долин являются важными элементами гидрографической сети. Они выполняют ключевую роль в регулировании во время паводка. Пойма — это морфологическое образование, представляющее собой часть дна речной долины, покрытое растительностью, имеющее двучленное (русловая и пойменная фации) строение, обусловленное эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек, возвышающееся над меженным уровнем воды в русле реки, эпизодически или ежегодно затапливаемое речными водами в период максимального стока. [1]

В связи с текущим изменением климата опасные гидрологические явления на реках перестают быть статистически редкими. Весенние половодья с выходом воды на пойму всё больше приносят вред городам, расположенным на берегах рек. Кроме того, весенний паводок оказывает значительное влияние на гидроузлы, планирование работы ГЭС непосредственно связано с тем на сколько точно будет спрогнозирован сам паводок. В связи с этим необходимо вновь обратить внимание на механизм взаимодействия реки и её поймы с учетом имеющегося технического прогресса в вопросах численного моделирования речных потоков.

Рассмотрим укрупненно из чего состоит расход воды в реке в период выхода воды на пойму.

$$Q = Q_p + Q_n, \quad (1)$$

где Q – полный средний расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_p – средний расход воды в русле, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_n – средний расход воды на пойме, $\text{м}^3/\text{с}$.

Тогда применяя формулу определения расхода с вычислением скорости по формуле Шези для (1) получаем обобщенную формулу вычисления полного среднего расхода воды в реке с выходом на пойму.

$$Q = \omega_p C_p \sqrt{R_p i_p} + \omega_n C_n \sqrt{R_n i_n}, \quad (2)$$

где ω_p, ω_n – площади поперечного сечения русла и поймы;

C_p, C_n – коэффициенты Шези русла и поймы;

R_p, R_n – гидравлический радиус русла и поймы;

i_p, i_n – уклон русла и поймы.

Однако такая постановка задачи не учитывает начальный и конечный моменты времени, когда часть расхода сначала инфильтруется в пойму, а в конце паводка отдается обратно. Кроме того, нельзя не учитывать и затраты на испарение, если для рек с малыми по площади поймами эти затраты не велики, то для рек с обширными поймами этот показатель уже становится весомым.

Беря во внимание (2) и влияние испарения и фильтрации можно приближенно оценить факторы влияющие на поток при выходе на пойму. [2]

1. Морфодинамические.
2. Гидравлические.
3. Антропогенные.

В качестве примера изучения влияния поймы на объекты гидроэнергетики в период паводка взят паводок 2024 года на реке Обь.

За начальную и конечную точки изучаемого участка поймы реки Обь были взяты города Барнаул и Камень-на-Оби. В связи с отсутствием достоверных данных о расходах воды в районе г. Камень-на-Оби было принято решение сравнить графики колебания уровней. Дополнительно на график колебания уровней на г/п Барнаул был нанесен уровень выхода воды на пойму.

В ходе анализа была выявлена типичная картина весеннего паводка, при этом форма графиков паводка наглядно показывает влияние выхода воды на пойму.

Таким образом можно сделать вывод, что пойма в период паводка оказывает демпфирующий эффект путем трансформации гидрографа и сглаживания его пиков за счет емкости поймы. Также пойма оказывает значительное влияние на продолжительность пика половодья. Однако без должного всестороннего изучения этого вопроса трудно предсказать какой объем воды окажется в пойме, как долго эта часть паводка будет доходить до конечной точки поймы и как часть потока на пойме будет возвращаться обратно в русло и в каком объеме. Поэтому учет морфодинамических и гидравлических характеристик, а также степени антропогенной трансформации поймы, является обязательным условием для повышения точности прогнозов, оптимизации режимов работы ГЭС и минимизации рисков.

Список литературы

1. Нестеренко, Д. П. Водный режим пойм равнинных рек на примере Волжского бассейна : специальность 25.00.27 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» : Диссертация на соискание кандидата географических наук / Нестеренко, Д. П. ; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. — Москва, 2013. — 213 с.
2. Селина, Т. С. Пропускная способность русел с поймами : специальность 25.00.27 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» : Автореферат на соискание кандидата технических наук / Селина, Т. С. ; Российский государственный гидрометеорологический университет. — Санкт-Петербург, 2011. — 25 с.
3. Чалов, Р. С. Руслловые процессы (русловедение) : учебное пособие [Текст] / Р. С. Чалов — Москва: ИНФРА-М, 2016 — 565 с.
4. Карасев И.Ф, Шумков И. Г. ГИДРОМЕТРИЯ [Текст] / Карасев И.Ф, Шумков И. Г. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1985 — 380 с.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДВОДНОГО КАРЬЕРА НА ДЕФОРМАЦИИ РУСЛА (НА УЧАСТКЕ РЕКИ ОБЬ)

Подкорытова Д. А., Пилипенко Т. В.

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Выполнена оценка влияния подводного карьера по добыче песка на переформирование донных отложений и динамику русловых процессов на участке р. Обь. Применён метод М. А. Великанова для трёх характерных расходов воды по гидропосту Новосибирск (1250, 3500 и 4800 м³/с), соответствующих меженному, руслоформирующему и полноводному режимам. В качестве диагностических показателей использованы неразмывающая ($V_{нр}$) и размывающая (V_p) скорости, а также фактические скорости течения ($V_{стр}$) в рассматриваемых сечениях. Сделан вывод о необходимости предварительного прогнозного моделирования русловых процессов при размещении подводных карьеров и разработке компенсирующих мероприятий.

Цель работы – количественная оценка влияния карьера, расположенного в сечениях 1–7 (рис. 1), на перемещение наносов и изменение характера русловых деформаций на участке р. Обь, включающем данные сечения. Исследование проведено для трёх характерных расходов: меженного ($Q = 1250$ м³/с), руслоформирующего ($Q = 3500$ м³/с) и полноводного ($Q = 4800$ м³/с). Основное внимание уделено сопоставлению неразмывающей ($V_{нр}$), размывающей (V_p) и фактической скорости в струях ($V_{стр}$) для идентификации зон аккумуляции и размыва донного материала.

Предполагается, что присутствие карьера приводит к значительной трансформации скоростного поля: в зоне карьера $V_{стр}$ снижается относительно $V_{нр}$, что способствует осаждению наносов, а на участке ниже по течению $V_{стр}$ возрастает выше V_p , инициируя размыв и создавая угрозу устойчивости берегов и сооружений.

Расчёты показали, что в пределах карьера (сечения 1–7) вследствие увеличения площади живого сечения происходит падение $V_{стр}$ ниже $V_{нр}$ при всех рассмотренных расходах. Это формирует область аккумуляции, где наносы, поступающие сверху, частично задерживаются. В то же время непосредственно за карьером (нижний бьеф) наблюдается рост $V_{стр}$, превышающий V_p ; наиболее выражен этот эффект при руслоформирующем расходе 3500 м³/с, что соответствует литературным данным 1,21,2. При меженном и полноводном режимах интенсивность деформаций ниже, однако и в этих случаях фиксируется перестройка продольного профиля и плановых очертаний русла.

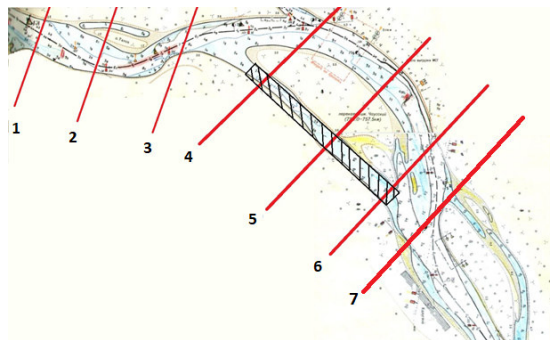


Рисунок 1 – Расположение расчетных сечений на р. Обь

Список литературы

1. Чалов Р. С., Куракова А. А., Михайлова Н. М., Рулева С. Н. Размывы пойменных берегов и эволюция форм русел рек как факторы перестройки русловой сети // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2022. №5. с. 29-40
2. Антроповский В. И., Шелухина О. А. Основные положения гидролого-морфологической теории русловых процессов при преобразовании речных систем // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2007. №38. с. 98-103.
3. Короткова Е. М., Вершинин Д. А. Исследование процесса грядобразования на разветвленном участке р. Томи в связи с особенностями его водного и ледового режимов // Вестн. Том. гос. ун-та. 2011. №351. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protssesa-gryadoobrazovaniya-na-razvetvlennom-uchastke-r-tomi-v-svyazis-osobennostyami-ego-vodnogo-i-ledovogo-rezhimov> (дата обращения: 04.02.2026).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ПЯТЬ МОРЕЙ И ОЗЕРО БАЙКАЛ»

Ревазов Д.Е.¹, Т.В. Пилипенко², А.Ю. Кудряшов²

¹ ФКУ «Речводпуть», 125993, Россия, Москва, ул. Петровка, 3/6

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В декабре 2024 года Правительство РФ утвердило изменения в государственную программу «Развитие туризма», включив в нее специализированный механизм поддержки — федеральный проект «Пять морей и озеро Байкал». Цель настоящего доклада — проанализировать положения, касающиеся именно озера Байкал, выявить потенциальные эффекты, риски и сформулировать рекомендации для участников реализации проекта.

Озеро Байкал прямо названо в названии федерального проекта, что подчеркивает его стратегическое значение как туристско-рекреационного и экологического объекта федерального масштаба. В рамках проекта предусмотрено:

Создание федеральных круглогодичных курортов, в том числе на территории, прилегающей к озеру Байкал.

Финансирование через субсидии из федерального бюджета на софинансирование:

строительства инженерной и транспортной инфраструктуры;

объектов капитального строительства (включая причалы и пирсы, но без создания яхтенных портов/марин);

подключения объектов к сетям ЖКХ;

благоустройства общественных пространств.

Участие субъектов РФ (Иркутская область и Республика Бурятия) в распределении субсидий при соблюдении условий:

наличие инвестиционных проектов с участием организаций, связанных с АО «Корпорация Туризм.РФ»;

гарантии целевого использования и своевременного ввода объектов в эксплуатацию;

наличие разрешительной документации (разрешение на строительство, заключение госэкспертизы и др.).

Федеральный проект «Пять морей и озеро Байкал» открывает значительные возможности для социально-экономического развития байкальских территорий, однако его успешная реализация напрямую зависит от баланса между развитием туризма и сохранением уникальной экосистемы. Без жестких экологических рамок и участия местных сообществ существует риск трансформации Байкала из природного достояния в коммерциализированную зону отдыха, что противоречит национальным и международным обязательствам России.

Рекомендуется рассматривать проект не только как инструмент роста турпотока, но и как платформу для внедрения передовых практик устойчивого развития в особо охраняемых природных территориях.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 23 декабря 2024 г. № 1871
2. Постановление Правительства РФ от 05 октября 2020 года №1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений» / Собрание законодательства Российской Федерации, N 41, 12.10.2020.
3. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003(с Изменением N 1) : дата введения 16 декабря 2019/ Минстрой России— Официальное издание – Москва. Стандартинформ, 2020.
4. СП 38.13330.2018 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82* (с Изменением N 1): дата введения 16 августа 2018 г/ Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.
5. СП 38.13330.2018 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82* (с Изменением N 1): дата введения 16 августа 2018 г/ Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА В РУСЛЕ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ ДНА С УЧЕТОМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Т.В. Пилипенко¹, А.А.Черевко², А.А. Калашников³

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Институт Гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. Ак.Лаврентьева, 15

³ ФГБОУ ВО СГУВТ (Сибирский государственный университет водного транспорта),
630003, Россия, новосибирск, ул.Щетинкина, 33

Цель выполненных исследований заключается установлении возможности применения программного комплекса ANSYS как средства принятия решения при решении задач, связанных русловыми процессами и путевыми работами на реках, а также в разработке методики численного моделирования потока в русле со сложным рельефом дна.

Применения методов численного моделирования является весьма перспективным для решения следующих задач на внутреннем водном транспорте:

- проектирование выправительных сооружений;
- проектирование дноуглубительных работ;
- исследование русловых процессов и русловых деформаций;
- прогнозирование деформаций русловых карьеров.

Для достижения поставленной цели следующим образом сформулированы основные задачи настоящего исследования:

- разработать и реализовать модель в программном комплексе ANSYS Fluent;
- провести экспериментальные исследования движения потока в русле со сложным рельефом дна;
- выполнить сравнение результатов, полученных с использованием численных моделей при решении названных задач, и результатов, полученных в результате экспериментальных исследований.

Программный комплекс ANSYS имеет различные модули (программные компоненты), в каждом из них реализована необходимая математическая модель, и в зависимости от исследуемых физических процессов пользователь выбирает нужный модуль. В настоящем исследовании при проведении численного моделирования использовался модуль ANSYS Fluent.

Представленная методика моделирования в программном комплексе ANSYS хорошо и с достаточной степенью точности описывает процессы физического эксперимента и может быть взята за основу моделирования следующих реальных объектов с учетом анализа натурных данных:

- переходы подводных трубопроводов;
- перекаты судоходных рек;
- русловые карьеры;
- выправительные сооружения.

Дальнейшие перспективы исследования заключаются в следующем.

Использование более совершенных методов визуализации течения жидкости позволит получать полную картину движения потока и его кинематическую структуру.

Применение иных параметров расчета в программной среде ANSYS даст возможность проводить численное моделирование в иной постановке, более полно учитывающей особенности моделируемых потоков.

Проведение эксперимента с другой конфигурацией дна позволит проверить адекватность получаемых решений в иной постановке.

Увеличение размеров модели и экспериментальной установки позволит выполнить гидравлическое моделирование различных объектов и выполнить верификацию моделей с учетом масштабных гидравлических моделей.

Список литературы

1. Пилипенко Т.В., Черевко А.А., Калашников А.А. Моделирование потока в русле со сложным рельефом. СПб: ГУМРФ им. Макарова, 2025 .-224-233 с.
2. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2001. – 108 с.
3. Гармакова М.Е. Численное моделирование гидрофизических процессов при обтекании подводных трубопроводов: дис. ... канд. техн. наук; специальность: 05.16.09 специальность 2.1.6.

Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология / М.Е. Гармакова. – Новосибирск: ФГБОУ ВО «НГАСУ (Сибстрин)».

4. Монин А. С., Яглом А. М. Статистическая гидромеханика : в 2 ч. 1965. – Ч. 1. – 641 с. ; 1967. – Ч. 2. – 720 с.
5. Токарев М.П., Маркович Д.М., Бильский А.В. Адаптивные алгоритмы обработки изображений частиц для расчета мгновенных полей скорости // Вычислительные технологии. 2007. Т. 12. №3. С. 109-131.
6. Штернлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 640 с.

3.2 ПОДСЕКЦИЯ

**ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ПРИ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ПРЕВЫШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО И ОПТИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВ

Петрова Л.Г., Караваев А.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В работе рассматривается влияние вибрации на точность измерения превышений с помощью цифрового нивелира EFT L-0.7 (см. рис. 1) [1] и оптического нивелира EFT DSZ33 (см. рис. 2) [2].

Исследования проводились летом 2025 года на тротуаре, рядом с проезжей частью улицы Кирова. Сначала цифровым нивелиром EFT L-0.7 способом «из середины» [3] было измерено одно и то же превышение между двумя точками десятью приемами 30 июля 2025 года при температуре воздуха +31°C. Затем аналогичную работу производили оптическим нивелиром EFT DSZ33 31 июля 2025 года при температуре воздуха +27°C. Расстояние между выбранными точками составило около 100 метров.

На результаты измерений превышений влияла вибрация от движения автотранспорта и проведения строительных работ.

По результатам равноточных измерений превышений по формулам Бесселя была выполнена оценка точности. Сделан вывод о точности измерения превышений цифровым и оптическим нивелирами при влиянии вибрации.



Рисунок 1 – Цифровой нивелир EFT L-0.7



Рисунок 1 – Оптический нивелир EFT DSZ33

Список литературы

1. Цифровой нивелир EFT L-0.7 : сайт. – URL: https://eftgroup.ru/catalog/niveliry/tsifrovye_niveliry/tsifrovoy_nivelir_eft_l_0_7/ (дата обращения: 16.03.2026). – Текст : электронный.
2. Оптический нивелир EFT DSZ33 : сайт. – URL: https://novosibirsk.eftgroup.ru/catalog/niveliry/opticheskie_niveliry/opticheskiy_nivelir_eft_dsz33/ (дата обращения: 16.03.2026). – Текст : электронный.
3. Инженерная геодезия : учебное пособие / М. И. Лобов, П. И. Соловей, А. Н. Переварюха, А. С. Чирва. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 200 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО И ОПТИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НЕРАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРЕВЫШЕНИЙ

Петрова Л.Г., Караваев А.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Если измерения какой-либо величины выполнены приборами различной точности или одним прибором, но разным числом приемов, то точность таких результатов измерений будет неодинакова. На практике иногда приходится выполнять такие (неравноточные) измерения.

В работе рассматривается использование цифрового нивелира EFT L-0.7 (см. рис. 1) [1] и оптического нивелира EFT AL-32 (см. рис. 2) [2] при исследовании неравноточных измерений превышений.

Исследования проводятся в учебной аудитории. В ходе работы сначала цифровым нивелиром EFT L-0.7 способом «из середины» [3] измеряется поочередно одно и то же превышение двенадцатью, шестью, тремя, девятью, шестью, пятнадцатью приемами. Затем аналогичная работа производится с помощью оптического нивелира EFT AL-32.

По результатам неравноточных измерений превышений по формулам Бесселя выполняется оценка точности. При этом определяются веса неравноточных измерений, средняя квадратическая ошибка единицы веса, средняя квадратическая ошибка общей арифметической середины. Представлен вывод о неравноточных измерениях превышений цифровым и оптическим нивелирами.



Рисунок 1 – Цифровой нивелир EFT L-0.7



Рисунок 1 – Оптический нивелир EFT AL-32

Список литературы

1. Цифровой нивелир EFT L-0.7 : сайт. – URL: https://eftgroup.ru/catalog/niveliry/tsifrovye_niveliry/tsifrovoy_nivelir_eft_l_0_7/ (дата обращения: 16.03.2026). – Текст : электронный.
2. Оптический нивелир EFT AL-32 : сайт. – URL: https://eftgroup.ru/catalog/niveliry/opticheskie_niveliry/opticheskiy_nivelir_eft_al_32/ (дата обращения: 16.03.2026). – Текст : электронный.
3. Нестеренок, М. С. Геодезия : учебное пособие / М. С. Нестеренок. — Минск : Вышэйшая школа, 2012. — 288 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

Солнышкова О.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В настоящий момент обучение направлению «прикладная геодезия» студентов выявило ряд противоречий между готовностью учебных заведений к обучению и неясной профессиональной ориентации абитуриентов и студентов первого курса. Поступая в вуз или колледж, школьники практически не имеют представления о будущей профессии. Такая ситуация приводит, зачастую, к разочарованию в будущей профессии и к переходу в другое учебное заведение, что ведет к потере контингента обучающихся и бесполезной работе преподавателей. А многие абитуриенты узнают о составе профессиональных функций уже во время обучения на другом направлении.

Для решения проблемы есть несколько возможностей, которые и предлагаются в данной работе. Укрепление связующего звена школа-колледж-вуз, создание непрерывной траектории подготовки, которая включает в себя: инженерные классы, кружки, проектную деятельность под руководством преподавателей колледжей и вузов – в рамках школы, затем после 9-го класса получение профессии в колледже (техник-геодезист- 3 года), далее после работы по профессии или после окончания колледжа, или после 11-го класса школы поступление в вуз по выбранному направлению. Эта система обеспечивает быстрый вход в профессию с высокой востребованностью (строительство, ГИС, картография) и перспективой карьерного роста.

В рамках школьного обучения профориентация является важной стратегической задачей не только сотрудников школы, родителей и учеников, но и преподавателей, заинтересованных в осознанных абитуриентах вуза, направленной на воспитание и помощь школьникам в качественном выборе будущей профессии.

В эпоху цифровой трансформации общества, затруднительно однозначно сказать, какие специалисты понадобятся в ближайшее время. Предполагается, что в будущем будут востребованы специалисты с широким кругом компетенций и более глубокими знаниями как в профессиональной сфере, как непосредственно в геодезии, так и в смежных отраслях. Так специалист по прикладной геодезии должен быть способен объединять методы и средства интеграции информационных технологий сбора, обработки и использования пространственных данных, включая геоинформационные технологии для обеспечения, строительства, землеустройства, градостроительства и кадастров.

В этой связи возникает потребность в разработке профессиональных проб для инженера геодезиста в рамках проектной деятельности школьников, что будет способствовать осознанному выбору будущей профессии и затем образовательно-профессиональной траектории.

Таким образом, профориентационные мероприятия в старших классах школ должны быть сориентированы на выполнение простейших профессиональных действий в рамках выбранной профессии, для студентов первого курса колледжа или вуза необходимо организовывать экскурсии, мастер-классы и другие профессиональные мероприятия с приглашением потенциальных работодателей.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС «АКСИОМА» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Терентьев Д.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Проведение геодезических работ является важным составным этапом задач выполняемых в процессе строительства и эксплуатации различные объектов, проведения землеустроительных работ, кадастровых работ. При этом важной составляющей таких работ является камеральная обработка сведений полученных по их результатам. Геоинформационные системы в этом процессе являются важным инструментом направленным на обработку, анализ, визуализацию результатов геодезических работ. Рассматриваемое программное решение является функциональным инструментом для выполнения таких задач и расширяет возможности ранее применяемых аналогов зарубежного производства.

Достоверность и полнота информации, получаемая в процессе применения ГИС, играет важную роль в обеспечении эффективной реализации процесса геодезического производства.

Список литературы

1. Геодезические приборы в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений / Н. С. Косарев, С. О. Шевчук, О. В. Солнышкова, Д. Ю. Терентьев ; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин). – Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2018. – 92 с.
2. Руководство пользователя Аxioma GIS 7.0 [Электронный ресурс]. — URL: axioma-gis.ru (дата обращения: 24.02.2026).
3. Терентьев, Д. Ю. Об особенностях выбора технологических решений и методов выполнения основных геодезических задач при проведении строительных работ / Д. Ю. Терентьев // Таврический научный обозреватель. – 2017. – № 5(22). – С. 221-223.

3.3 ПОДСЕКЦИЯ

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ПОСВЯЩЕННАЯ 100-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ
КАФЕДРЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ТИПА ПЭ100 SDR17 DN110 ДЛЯ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ СТОКОВ

Андреева К.Е., Ермак О.В.

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29

В гравитационной (самотечной) системе внутренней дождевой канализации применяются трубопроводы из различных полиэтиленовых материалов. Однако, отсутствуют применяемые в гидравлических расчетах таблицы [1] для трубопроводов типа ПЭ100 SDR17. Так как данный тип трубопроводов широко применяется в строительстве, в работе составлены таблицы для гидравлического расчета труб типа ПЭ100 SDR17.

Гидравлический расчет гравитационной системы внутренней дождевой канализации производится согласно п.19.1 [2] для здания Мойки подвижного состава по адресу: г. Санкт-Петербург, поселок Шушары, Софийская улица (см. рис. 1).

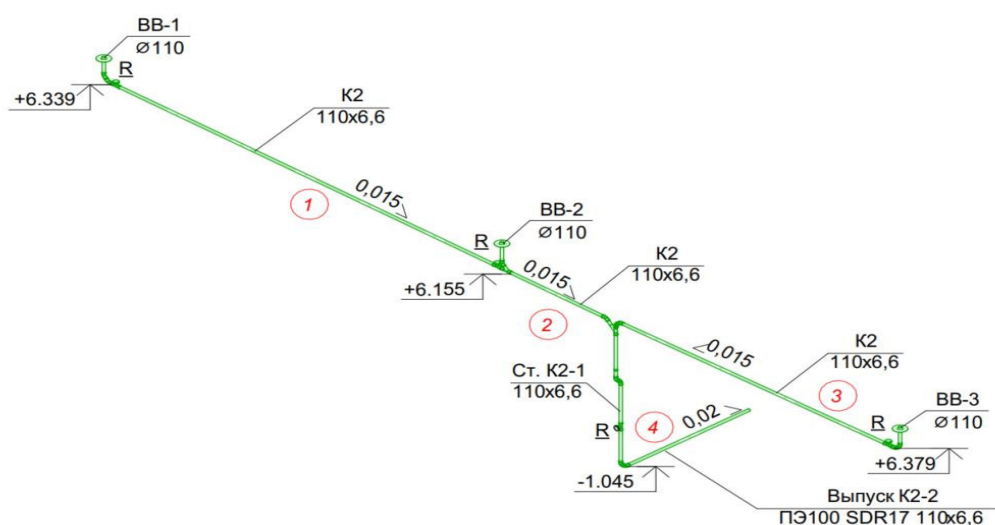


Рисунок 1 – Выпуск системы дождевой канализации здания Мойки подвижного состава

В результате расчета были получены данные для гидравлического расчета полиэтиленовых труб типа ПЭ100 SDR17, которые связывают следующие параметры: наполнение, уклон трубопровода, скорость и расход дождевых вод.

Список литературы

1. Добромислов А.Я. Таблицы для гидравлических расчетов трубопроводов из полимерных материалов. М., изд-во ВНИИМП, 2004. 128 с.
2. СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий СНиП 2.04.01-85* (с изменениями №1-5).

ВОДОСНАБЖЕНИЕ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ

Боронина Л.В.¹, Продоус О.А.²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

²Независимый эксперт по водоснабжению и канализации, ООО «ИЦПС»
190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 37/1, лит. А, пом. 1-Н

Актуальность темы связана с критическим состоянием водоснабжения малых населенных пунктов южных регионов РФ (на примере Астраханской области). Эта проблема усугубляется природным дефицитом воды, высокой антропогенной нагрузкой на источники и износом инфраструктуры.

Анализ классических технологий очистки воды (коагуляция, отстаивание, фильтрование, хлорирование), заложенных в проектах 60-70-х годов, доказал их недостаточную эффективность в современных условиях. Стратегическим направлением для обеспечения гарантированного водоснабжения является комплексный подход при проектировании и эксплуатации системы водоснабжения, включая совместное использование поверхностных и подземных источников, перевод населенных пунктов на защищенные подземные воды, повышение технологического уровня проектирования и эксплуатации за счет внедрения систем поддержки принятия решений, современных методов обеззараживания и мониторинга. При этом необходимо обеспечить техническую, экономическую, социальную и экологическую эффективность предлагаемых мероприятий.

Разработанная и научно обоснованная методика оценки состояния системы водоснабжения основана на определении коэффициента эффективности эксплуатации ($K_{эф}$) для каждого элемента (водозабор, очистные сооружения, насосные станции, сети). Методика базируется на сравнении фактических гидравлических характеристик (диаметр, скорость, потери напора, энергопотребление) с проектными в зависимости от толщины слоя внутренних отложений (δ_f) в трубах.

На основе натурных обследований трубопроводов Астраханской области (диаметром 100-500 мм) установлен их критический износ (до 90%, категория Д). Экспериментально подтверждено, что с ростом δ_f резко (до 30% и более) возрастают потери напора и энергопотребление. Разработаны шкалы для прогнозирования остаточного ресурса в зависимости от $K_{эф}$:

- 1) при $K_{эф} < 0,80$ эксплуатация недопустима;
- 2) при $0,8 \leq K_{эф} \leq 0,90$ эксплуатация нецелесообразна (требуется замена).
- 3) при $0,90 \leq K_{эф} \leq 0,95$ остаточный ресурс ≤ 5 лет.
- 4) при $K_{эф} > 0,95$ остаточный ресурс ≥ 10 лет.

Методика позволяет объективно и количественно определять необходимость ремонта или замены элементов системы, а не полагаться на субъективные экспертные оценки.

В системе водоснабжения из поверхностных источников для малых населенных пунктов рекомендованы фильтрующие водоприемники, как наиболее эффективные для предварительной очистки (до 95-99%) и защиты от помех, и двухступенчатая схемы очистки воды с нанофильтрацией (мембраны nanoNF) в аппаратах с «открытым» каналом, что позволяет отказаться от дорогостоящей предочистки и реагентов. Экспериментально доказано, что такая схема снижает содержание в 2-3 раза, общую жесткость в 8-10 раз, цветность более чем в 10 раз. Важным преимуществом является малый объем концентрата (всего 3-5% от исходной воды), который можно сбрасывать в бытовую канализацию, что решает проблему утилизации отходов для малых поселений.

В системе водоснабжения из высокоминерализованных вод предложена технология безреагентного окисления и сорбции на подземных природном минеральном сырье. Комбинированная сорбционная загрузка обеспечивает устойчивый эффект очистки до 84,6% в течение фильтроцикла, позволяя достичь обессоливания до 95% и обеззараживания без применения хлора и коагулянтов. Получены математические модели (формулы 7 и 8) для расчета времени защитного действия фильтра (t_z) и времени достижения предельных потерь напора (t_n) в зависимости от параметров воды и загрузки.

Список литературы

1. Боронина Л.В. Санитарно-эпидемиологическая обстановка на Нижней Волге: проблемы и пути решения / Л. В. Боронина // Водоснабжение и санитарная техника. – 2021. – № 6. – С. 28–34.
2. Боронина Л.В. Количественная оценка эффективности эксплуатации инженерных сетей коммунальной инфраструктуры – новое направление науки о трубопроводах / Л. В. Боронина // Региональная архитектура и строительство. – 2025. – № 4(65). – С. 174–182.
3. Боронина Л.В., Продоус О.А. Комплексный подход в оценке эффективности эксплуатации сетей и сооружений инженерной инфраструктуры коммунального хозяйства // Материалы XIX Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес» // [Электронный ресурс] – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2026. –С. 138-143.

ДООЧИСТКА КОММУНАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Войтов Е.Л., Сколубович Ю.Л.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

При низких температурах ухудшается работа сооружений биологической очистки, так как замедляются биохимические процессы. Проблема снижения качества обрабатываемой ст. воды приобретает особую актуальность в районах Крайнего Севера, где большую часть года вода низкую температуру. С связи ухудшением качества вод возникает необходимость ее доочистки после полной биологической очистки. В настоящее время в России наиболее распространена доочистка городских сточных вод на песчаных фильтрах. Однако не определена значимость биохимических процессов в снижении общего содержания органических веществ в воде, а также возможности увеличения производительности фильтров доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

Первой целью исследования являлась оценка значимости биохимических процессов в общем снижении БПК в зернистых загрузках фильтров доочистки городских сточных вод. Экспериментальные исследования проведены на станции очистки сточных вод г. Красноярск. Опытная установка представляла собой модель фильтра в виде фильтрационной колонны сечением 200х200 мм, загруженной фильтрующим материалом из горелой породы однородного фракционного состава с крупностью зерен 1,4 мм. В результате исследования. Получены характеристики изменения качества очищаемых стоков по глубине фильтрующей загрузки и продолжительности фильтроциклов. Установлено, что снижение БПК в загрузках фильтров доочистки. Получены уравнения для расчета в результате физико-химических и биохимических процессов составляет от 5 до 25% от общего снижения БПК в зависимости от продолжительности фильтрования. Процессы окисления растворенной органики аналогичны процессам в обычных биоокислителях при низких значения БПК. Получены зависимости для расчета БПК₅, обусловленной растворенной органикой и кислорода в теле фильтрацикла течение. Кислородный режим в загрузке определяется плотностью насыщения загрузки осадком.

Второй целью исследований являлось изучение возможности применения реакторов-осветлителей, разработанных в НГАСУ (Сибстрин), для увеличения эффективности работы фильтровальных сооружений доочистки биологически очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод. Экспериментальные исследования проведены на станции очистки городских сточных вод г. Новосибирск при низких температурах очищаемой воды. Установка представляла собой модель реактора-осветлителя и была выполнена в виде прозрачного цилиндра из органического стекла диаметром 100 мм и высотой 3 м. В результате экспериментальных работ установлено, что эффективность снижения содержания взвешенных веществ и БПК полн. составляла 70-80 % в зависимости от качества исходной воды и времени фильтрования.

Применение биореактора-осветлителя для третичной сточных вод после биологической очистки воды позволяет почти в 1,5 раза увеличить скорости восходящего потока в его загрузке и соответственно его производительность по сравнению с контактными осветлителями, а также повысить эффективность очистки не только по содержанию взвешенных, коллоидных, но и растворенных органических веществ.

Эжекторная промывка остаточных загрязнений. Применение эжекторной промывки позволяет снизить расход промывной воды до 5% от расхода очищенной воды и увеличить общую производительность станции очистки сточной воды.

СНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Войтов Е.Л.¹, Васильев В.В.², Дойнеко О.А.², Канцерова Е.П.²

¹Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

²ЗАО «Роса»,
633100, Новосибирская область, м.р-н Новосибирский, с.п. Толмачевский сельсовет, платф. 3307, д. 18

В настоящий момент в ДНР наблюдается острая нехватка воды, что связано с несколькими факторами, включая водную блокаду со стороны Украины и повреждения инфраструктуры, которые произошли в результате боевых действий. Уровень запасов воды в республике упал до критически низкого уровня, и ряд водохранилищ практически обмелел. Несмотря на предпринимаемые меры, ситуация остается сложной. Власти сообщают о недостаточном объеме воды для обеспечения населения, и угроза кризиса не снимается. Восстановление системы водоснабжения требует времени и ресурсов, а также решения вопросов, связанных с энергетикой и сельским хозяйством. В некоторых городах, таких как Мариуполь, вода подается раз в два дня, в Донецке и Макеевке — раз в три дня, а в Енакиеве — раз в четыре дня. Вместе с тем, на территории ДНР присутствуют локальные источники воды, которые можно было бы использовать для оперативного решения указанной проблемы до тех пор, пока на федеральном уровне это задача не будет решена глобально, для чего необходимо провести необходимые изыскательские, проектные и строительные работы для устойчивого и надежного обеспечения населения водой. Поскольку территория все еще находится под угрозой военных ударов со стороны Украины, задачу получения чистой воды более целесообразно решать не постройкой крупных централизованных станции, а рассредоточить на отдельные локальные сооружения небольшой производительности. Одним из решений могут служить универсальные Контейнерные Станции Подготовки Воды – КСПВ, разработанные ЗАО «Роса» (г. Новосибирск). КСПВ представляют собой блочно-модульные станции очистки воды полной заводской готовности, служат для целей оперативного обеспечения населения питьевой водой в условиях чрезвычайных ситуаций из любых источников.

На территориях, где централизованное водоснабжение отсутствует или повреждено, ключевым фактором становится оперативное и стабильное обеспечение людей питьевой водой. КСПВ — это автономная, полностью готовая к работе станция, которая запускается за 1 день на любой подготовленной площадке; выдаёт питьевую воду, полностью соответствующую требованиям СанПИН; обслуживает до 4000 человек ежедневно; работает как от сети, так и от дизель-генератора (энергопотребление на полном режиме с учетом отопления не более 20 кВт/ч); легко перевозится и устанавливается повторно в новой точке.

КСПВ имеет резервуар исходной воды, в которую подается неочищенная вода посредством насоса с любого поверхностного источника (река, озеро, канал, шахта) либо привозиться с помощью автомобилей-водовозов. Далее вода в автоматическом режиме отправляется на очистку по следующим ступеням (см. технологическую схему): Первой ступенью является защитный грязевой фильтр **ЗФ1**, на котором происходит фильтрация от крупных частиц. Далее вода поступает в резервуар исходной воды **Р1**. Резервуар оборудован системой отдувки радиоактивных/токсичных газов, которые могут содержаться в исходной воде (особенно в шахтных). В резервуаре **Р1** так же происходит окисление вредных примесей посредством дозирования и контактирования гипохлорита натрия с исходной водой. Далее вода подается насосной станцией **НС1** на следующую ступень очистки – осветлительные фильтры **ФОВ1-2**, с фильтрующей загрузкой – гидроантрацит А (либо сорбентом на основе диатомита или опоки), где задерживается основное количество загрязнений. Дальнейшее осветление воды и доведение ее качества до нормативных показателей происходит на двухступенчатых сорбционных фильтрах **ФСЦ1** и **ФСУ1**. Фильтрующий материал: 1-я ступень – цеолит; 2-я ступень – активированный уголь.

Эксплуатация фильтров требует их периодической промывки для восстановления фильтрующей способности. Промывка выполняется в автоматическом режиме через заданные промежутки времени (устанавливается при пуско-наладочных работах) посредством насоса **НС3**. Фильтр состоит из следующих элементов:

- корпус из композитного материала;
- дренажно-распределительная система, выполненная из высокопрочного пластика, равномерно распределяющая потоки воды по площади фильтра. Фильтрация воды осуществляется сверху вниз;
- фильтрующая загрузка;
- поддерживающий слой – кварцевый песок 2,0-5,0 мм;
- запорная арматура, фитинги и трубопроводы.

После блока фильтрации вода подвергается обеззараживанию ультрафиолетовым излучением (**УФ1**), и затем поступает на установку обратного осмоса **RO**. На установке обратного осмоса снижается общая минерализация (сухой остаток), а так же превышение содержания сульфатов и хлоридов до норм необходимых для хоз.питьевых нужд. Далее вода поступает в резервуар очищенной воды **Р2**. Из резервуара **Р2** очищенная вода насосом **НС2** подается в блок раздачи питьевой воды. Перед подачей потребителю вода с целью

доочистки проходит через УФ-стерилизатор УФ2 для обеспечения бактериально-вирусной безопасности и полицейский фильтр КФ1 для удержания оставшихся частиц загрязнений.

В период отсутствия водоразбора в течение 24 часов, во избежание застаивания воды в системе, схемой очистки предусмотрена ее рециркуляция. *Таким образом, станция КСПВ оборудована узлами очистки воды практически от любого вида загрязнений и из любого источника, в связи с чем ее можно использовать в разных местах, перемещая из районов, где глобальная задача обеспечения населения питьевой водой уже решена – в районы, где такое решение еще не реализовано.* Может она так же работать и в прифронтовых территориях, оперативно обеспечивая потребности в питьевой воде воинских подразделений составом до 3000-4000 человек. Потребитель получает безопасную в санитарном отношении воду, очищенную до питьевых норм, подаваемую в требуемом количестве и с требуемым напором. В здании предусмотрено помещение для разбора воды, которое оснащено двумя точками раздачи в 19 л бутылки и сантехнической раковиной. Для обеспечения обогрева здания и работы технологического оборудования при отсутствии постоянного электроснабжения, предусмотрено возможность подключения дизельной электростанции (ДГУ). Очистка воды производится в автоматическом режиме при управлении с автоматизированного рабочего места АРМ с визуализацией технологического процесса. Для экономии средств, в случае, когда не требуется использование воды питьевого качества, станция КСПВ способна выдавать техническую воду, без ее глубокой очистки, для чего в станции предусмотрен вывод воды после фильтровальной ступени без прохождения стадии обессоливания.

Станции КСПВ комплектуются расходными материалами и комплектующими, рассчитанными для эксплуатации станции сроком на 1 год. По месту монтажа станция должна устанавливаться на подготовленное основание, которое может быть выполнено в виде щебеночной подготовки толщиной до 200 мм, либо на основание из дорожных плит, либо устроенное иным способом, обеспечивающим ровную горизонтальную площадку для установки станции размерами в плане 5х14 метров.

Для промывки фильтров и слива отфильтрованных загрязнений необходимо рядом со станцией выполнить септик объемом 10м³ или иметь возможность подключения к сетям канализации.

Вся серия таких станций сертифицирована по Российским стандартам.

ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МОДИФИЦИРОВАННЫМИ СОСНОВЫМИ ОПИЛКАМИ

Коршикова Е.С.

Тюменский индустриальный университет (ТИУ),
625000, Россия, Тюмень, ул. Володарского, 38

1. Проблема недорогой и эффективной очистки нефтесодержащих поверхностных сточных вод актуальна для современных городов: дождевые и талые стоки собирают с территории современного города загрязнения, которые попадая в городские водные объекты наносят значительный экологический ущерб. В процессе лабораторных исследований качества поверхностного стока определено, что в г. Тюмень наиболее загрязненным является слой снега с обочин дорог с наиболее интенсивным движением автотранспорта: концентрации по нефтепродуктам (НП) составляют 5,76–22,53 мг/дм³, по взвешенным веществам (ВВ) – 4502–9400 мг/дм³. Значительная концентрация НП также формируется на снежных полигонах и свалках. Для очистки нефтесодержащих поверхностных сточных вод предложен фитосорбент – сосновые опилки, являющиеся отходами местных предприятий деревообработки, которых в данном регионе насчитывается более 300.

2. Экспериментально определены физико-механические, структурные и сорбционные характеристики сосновых опилок. Для повышения сорбционной активности опилок предложена модификация путем воздействия сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения, проведенная по двум вариантам: 1) обработка опилок до контакта с водным раствором при удельной мощности излучения 88–120 кВт/кг; 2) совместная обработка опилок и водного раствора при удельной мощности излучения 28–60 кВт/кг.

Изменение основных свойств сосновых опилок под воздействием микроволн приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Основные свойства нативных и модифицированных сосновых опилок

Показатель	Нативное состояние	СВЧ-обработка раствора НП +опилок (28-60 кВт/кг)	Изменение, %	СВЧ-обработка опилок (88-120 кВт/кг)	Изменение, %
Удельная площадь поверхности, м ² /г	0,955±0,10	1,111±0,12	+16,3	1,177±0,12	+23,2
Влагоемкость, г/г	5,84±0,010	4,95±0,017	-15,2	6,06±0,021	+3,8
Нефтеемкость, г/г					
- по смазочному материалу	4,55±0,011	4,71±0,019	+3,5	4,93±0,018	+8,4
- по подготовленной нефти	4,63±0,012	5,07±0,011	+9,5	6,44±0,009	+39,1
Статическая сорбционная емкость по растворенным НП	0,60±0,005	0,712±0,005	+18,7	0,756±0,003	+26,0
Динамическая сорбционная емкость по растворенным НП	0,130±0,005	0,156±0,004	+20,0	0,178±0,005	+37,0

Согласно полученным данным наиболее эффективным способом модификации фитосорбента является предварительная обработка микроволнами. Микроволновая обработка приводит к изменениям пористой структуры и, как следствие, к росту сорбционных свойств материала. Однако рост сорбционной емкости связан не столько с увеличением удельной площади поверхности, сколько с изменением доступности порового пространства и активных центров функциональных групп [1, 2], характера смачиваемости поверхности.

3. Дополнительные исследования показали, что сосновые опилки могут использоваться как multifunctional сорбент. Наиболее эффективными оказались опилки, предварительно обработанные СВЧ-излучением: мутность снизилась на 27,1%, цветность – на 6,1%, концентрация ВВ и нитрат-ионов – на 98,5%, ионов аммония – на 1,4%, фосфат-ионов – на 11,54%, растворенных НП – на 60%, нерастворенных НП – на 98%, меди – на 36,7%, хлоридов – на 9,5%. Также на завершающем этапе очистки возможна СВЧ-обработка фильтрата, так как микроволны обладают бактерицидным действием.

Предлагается использовать модифицированные сосновые опилки в качестве загрузки механических и сорбционных фильтров, входящих в состав локальных очистных сооружений, а также фильтрующих патронов, устанавливаемых в уличных колодцах, и в уличном газоне над питательным слоем насаждений.

Внедрение модифицированных опилок в систему очистки поверхностного стока позволит снизить антропогенное воздействие на водные объекты, а также использовать повторно промышленные отходы.

Список литературы

1. Mascarenhas, F. J. R. State of the Art of Microwave Treatment of Wood: Literature Review / F. J. R. Mascarenhas, A. M. P. G. Dias, A. L. Christoforo. – DOI 10.3390/f12060745. – Текст непосредственный // Forests. – 2021. – Vol. 12. No. 6. – P. 745.
2. Torgovnikov, G. Microwave wood modification technology and its application / G. Torgovnikov, P. Vinden. – DOI 10.13073.0015-7473-60.2.173. – Текст непосредственный // Forest products journal. – 2010. – Vol. 60. No. 2. – P. 173–182.

УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ШПАЛОПРОПИТОЧНОГО ЗАВОДА

Курилина Т.А.¹, Пазенко Т.Я.¹, Войтов Е.Л.², Берсенева М.Л.¹

¹Сибирский федеральный университет, Инженерно-строительный институт,
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79

²Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

На предприятиях железнодорожной отрасли образуется большое количество отходов, вызывающих целый ряд неблагоприятных явлений [1]. Среди конкретных отраслей особо выделяется шпалопропиточное производство, как наиболее вредное с точки зрения экологических проблем. На большинстве предприятий данного типа отходы представляют собой загрязненный конденсат от подогрева антисептиков острым паром, конденсат вакуумирования до и после пропитки шпал антисептиком, подтоварные воды, выделяющиеся при отстаивании обводненных антисептиков в цистернах и хранилищах, а также возможно охлаждающие воды от компрессоров [2,3].

Данная работа посвящена изучению возможности обезвреживания экологически опасных отходов, образующихся на ШПЗ и комплексной переработки данных отходов с целью соблюдения определённых условий и учёта экологических и технических аспектов.

В лабораторных условиях кафедры ИСЗиС ИСИ СФУ были проведены исследования натуральных отходов ШПЗ. Объект исследования представляет собой вязкую тёмно-коричневую жидкость с резким запахом, которая смачивает стекло, бумагу, дерево, легче воды, кроме того в массе образца имеются не растворенные частицы взвеси, сточные воды в составе образца отсутствуют.

Были проведены испытания образца отходов производства ШПЗ: определение влажности, потерь при прокаливании, устойчивости на воздухе, горение, снятие рентгенограммы сухого остатка. Образец горит с образованием серого дыма и возгоняясь.

Влажность составила 30%. Было обнаружено, что образец постепенно снижает вязкость и становится жидким при 70°C. Частично находится в коллоидном состоянии с размером частиц 1-2 мкм, образуя устойчивую в воде взвесь, взвесь проходит через бумажный фильтр «синяя лента», при этом эффективно улавливается стекловолоконным фильтром. Потери при прокаливании (ППП) определяли в муфельной печи при температуре 500°, они составили 83%, при этом примерно половина приходится на непосредственное разложение образца с горением, другая же на возгонку летучих веществ. При хранении на воздухе влажность образца, внешний вид и масса существенным образом не изменяется. После прокаливания цвет образца изменился на чёрный, сухой остаток после прокаливания был подвергнут рентгенофазовому анализу.

Дифрактограмма снята при комнатной температуре на приборе Bruker D8 с линейным детектором VANTEC на CuKα излучении в диапазоне углов 5-60, с шагом 0.014° со временем накопления по 0.5 с на шаг. Уточнение проводилось методом Ритвельда в программе TOPAS 3. Идентификация фаз производилась по структурным карточкам международной дифракционной базы данных COD Database и отечественной кристаллографической базы данных CSD-Web. Рентгенограмма показала, что образец рентгеноаморфен и основное гало приходится на область, характерную для аморфных углеродных соединений.

Совокупность полученных данных по образцу отходов производства однозначно указывает на то, что это не классический каменноугольный креозот, а современный отход пропиточных составов на нефтяной основе, вероятно, с добавлением фенолсодержащих биоцидов или с примесью продуктов разложения древесины. Ближайший коммерческий аналог: современные импортозамещённые пропиточные составы на базе нафтяных масел (например, линейка NYTEX или аналоги ЖТК), возможно, с добавкой биоцидных компонентов, включающих фенолы. Отсутствие металлов в остатке после прокаливания исключает медьсодержащие пропитки (Tanalith, CCA) как основной компонент. Любые попытки использовать этот осадок в стройматериалах (битум, асфальт) крайне опасны из-за риска вымывания фенолов и нефтепродуктов в окружающую среду.

На основе проведенных исследований предлагается технология на основе термического обезвреживания, что является проверенным способом утилизации подобных отходов, и соответствует современным требованиям к промышленной безопасности и охране окружающей среды. Первичное сжигание происходит в камере сгорания при температурах до 850°C. Высокопроизводительные горелки настраиваются под тип и объем отходов, а специализированные лопасти обеспечивают равномерное перемешивание материала отхода с опилками. Бетонная футеровка высокой прочности защищает корпус и повышает ресурс установки. Использование такой технологии позволяет снизить выбросы до нормативных значений и обеспечить стабильное соответствие ПДВ.

Список литературы

1. Воробинская Л.И. Экологические проблемы железнодорожного транспорта: обзор и пути решения / Л.И. Воробинская //Труды РГУПС. – 2024. – № 2(67) – С. 29–33.

2. Ганаева О.А. Современное состояние проблемы утилизации отходов на железнодорожном транспорте / О.А. Ганаева, Н.В. Лугаськова // Управление техносферой. – 2020. – Т.3. Вып. 2 – С. 207 – 220.
3. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т. 1. Глава 25. С. 1642–1644.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СТРУВИТА ИЗ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АЭРАЦИИ И ДОБАВЛЕНИИ МАЛЫХ ДОЗ СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ

Липатов В.С., Гогина Е.С.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ),
117997, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23

Исследовано влияние малых доз сульфата алюминия на кристаллизацию струвита из высококонцентрированных сточных вод при предварительной 30-минутной аэрации фугата. Показано, что аэрация усиливает действие реагента и обеспечивает более глубокое удаление фосфатов, однако основным фактором интенсификации остается сульфат алюминия, способствующий формированию дополнительных центров кристаллизации и снижению влияния органической и коллоидной составляющей среды.

В ранних исследованиях показано, что эффективность выделения струвита из высококонцентрированных сточных вод определяется степенью пересыщения системы $Mg-NH_4-PO_4$, pH, соотношением реагентов, присутствием примесей и условиями гетерогенной нуклеации [1, 2]. В настоящей работе исследовано сочетание предварительной аэрации фугата и последующего введения малых доз сульфата алюминия. Основным фактором интенсификации рассматривается именно сульфат алюминия: его гидролизованные формы дестабилизируют коллоидную систему, облегчают агрегацию частиц и создают поверхности, на которых ускоряется формирование твердой фазы. Предварительная аэрация при этом выступает как подготовительная стадия, повышающая чувствительность среды к действию коагулянта.

По результатам опытов установлено, что 30-минутная аэрация перед введением сульфата алюминия обеспечивает более глубокое удаление фосфатов по всем сериям проб (см. табл. 1). Для алюмосодержащих вариантов дополнительное снижение остаточной концентрации фосфатов составило 38,6-57,9 %, в среднем 48,8 % относительно аналогичных проб без аэрации. Это указывает на то, что аэрация усиливает действие реагента, но не заменяет его: именно малые дозы сульфата алюминия остаются основным источником интенсификации выпадения струвита. Увеличение дозы ведет избыточному коагулированию и снижению качества кристаллов струвита.

Таблица 1 - Остаточная концентрация фосфатов в опытах с сульфатом алюминия

Вариант	Без аэрации, мг/дм ³ (среднее из 3-х)	Аэрация 30 мин, мг/дм ³ (среднее из 3-х)	Снижение остаточного PO_4 , %
Контроль без $Al_2(SO_4)_3$	106,0 (исходная концентрация)	51,2	51,7
Серия 1 (1.1-1.3)	29,1	16,9	41,9
Серия 2 (2.1-2.3)	28,7	13,0	54,7
Серия 3 (3.1-3.3)	29,7	14,8	50,3

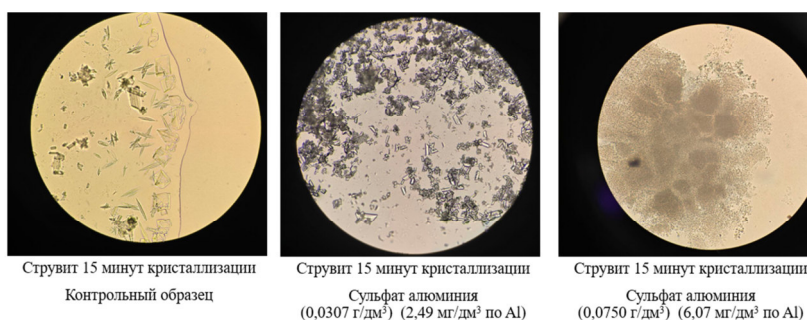


Рисунок 1. Интенсивность кристаллообразования струвита в зависимости от дозы сульфата алюминия

Одновременно в опытах наблюдалось снижение ХПК, что согласуется с известными коагуляционно-сорбционными механизмами действия алюмосодержащих реагентов [3, 4]. Уменьшение доли органической и коллоидной составляющей среды снижает загрязнение кристаллов и способствует формированию более чистых кристаллов. Следовательно, перспектива модификации метода включает в себя предварительную аэрацию для подготовку фугата при сохранении малых доз сульфата алюминия в качестве основного интенсификатора процесса.

Список литературы

1. Липатов, В. С. Перспективы модификации метода получения струвита из высококонцентрированных сточных вод / В. С. Липатов, Е. С. Гогина // Вестник МГСУ. - 2025. - Т. 20, N 11. - С. 1718-1727.
2. Wu, J. Effects of physicochemical parameters on struvite crystallization based on kinetics / J. Wu, Y. Li, B. Xu [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. - 2022. - Vol. 19, no. 12. - Art. 7204.

3. Cheng, Y. Evaluation of efficiently removing secondary effluent organic matters (EfOM) by Al-based coagulant for wastewater recycling / Y. Cheng, Q. Cheng, C. Zhao [et al.] // Membranes. - 2023. - Vol. 13, no. 5. - Art. 510.
4. Miranda, R. Understanding the efficiency of aluminum coagulants used in dissolved air flotation (DAF) / R. Miranda, I. Latour, A. Blanco // Frontiers in Chemistry. - 2020. - Vol. 8. - Art. 27.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ*

Мовчан С.И.¹, Николенко И.В.², Томилин С.В.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования («Мел ГУ»),
272312, Россия, Запорожская обл., г. Мелитополь, пр-кт. Б. Хмельницкого, 18

² ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181

Математическое моделирование базируется на общеизвестных законах, определяющих неразрывность потока, материального и энергетического балансов и т.п. Теоретические предпосылки неразрывно связаны с условиями формирования и проведения этих процессов. Среди основных условий процессов, проходящих в локальном водоочистном оборудовании, необходимо отметить следующее: преобладающий вид движения – это напорное движение; основные законы, которые определяют работу водоочистного оборудования, это гидродинамические и массообменные (диффузионные); имеет место постоянная (или стационарная) смена параметров процесса во времени; необходимым условием реализации гидродинамических характеристик осуществляется в условиях идеального (равномерно) перемешивания, а также направление потока осуществляется восходящими и нисходящими потоками.

Учитывая условия моделирования и формирования процессов обработки сточных вод, рассмотрим модели фильтрации с учётом условий формирования электрического поля (рис. 1).

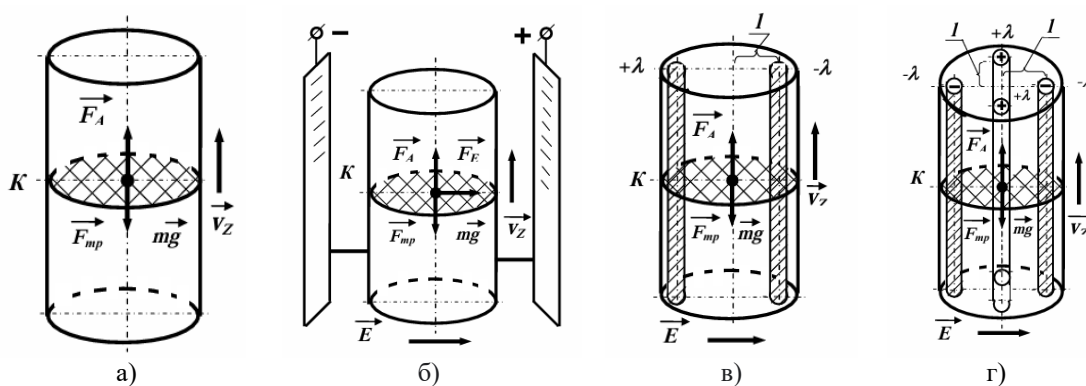


Рисунок 1 – Модель фильтрации с учётом условий формирования электрического поля:

а - при отсутствии электрического поля; б - в однородном электрическом поле;
в - в поле электрического диполя; г - в поле электрического квадруполь

Использование, каждой из выше перечисленных схем, в работе систем оборотного водоснабжения, обусловлено своими преимуществами, а также условиями технологий обработки (очистки) сточных вод. Во-первых, модель фильтрации при отсутствии электрического поля (рис. 1, а, когда используются реагенты, в том числе химические компоненты (метасиликат, карбонат и триполифосфат натрия и т. п.), которые направлены на использование энергосберегающих технологий в работе локального водоочистного оборудования. Во-вторых, использование различных условий формирования электрического поля (рис. 1, б, в и г) создаёт условия для интенсификации процесса обработки сточных вод с различным составом загрязнений в стоках.

Среди основных выводов необходимо отметить следующее.

1. Использование различных условий формирования электрического поля, с учётом конструктивных особенностей аппаратов локального водоочистного оборудования, повышает эффективность и надёжность работы систем оборотного водоснабжения.

2. Использование комбинированного водоочистного оборудования расширяет функциональные возможности систем обработки/очистки сточных вод в оборотном водоснабжении промышленных предприятий водохозяйственного комплекса.

Список литературы

1. Мовчан С.И. и др. Моделирование гидродинамических процессов в аппаратах локального водоочистного оборудования / С.И. Мовчан И.В. Николенко, С.В. Томилин // «Актуальные вопросы механики текучих сред»: Сб. тез. доклад. VIII научно-технической конференции 9–14 декабря 2024 г. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2024. – С. 26-27.

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025622402 RU. База данных показателей эффективности фильтрации в аппаратах локального водоочистного оборудования в условиях отсутствия электрического поля / С.И. Мовчан // Дата регистрации 03.06.2025. Номер заявки 2025621896. Дата поступления 16.05.2025. Дата публикации 03.06.2025. Бюл. № 6.

ЦИФРОВОЙ НОРМАТИВНЫЙ ПОДБОР ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОДЫ НА ПРЕДПРОЕКТНОЙ СТАДИИ (AQUASELECT)

Оганян А.В., Симонян П.С., Боронина Л.В.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское ш., 26

Выбор технологии очистки поверхностной воды на предпроектной стадии требует сопоставления фактических показателей качества воды с нормативными таблицами и методиками. Ручная обработка большого объёма данных (природные и антропогенные показатели, ограничения по источнику, рекомендации по методам) повышает вероятность ошибок и снижает воспроизводимость инженерных решений.

Анализ распространённых отечественных программных средств показывает, что продукты, ориентированные на ТИМ/3D-проектирование и гидравлические расчёты сетей, как правило, не включают автоматизированный нормативный подбор технологии водоподготовки. Специализированные решения закрывают отдельные блоки: SupWater применяется для расчётов водозаборных сооружений, а электронные классификаторы позволяют идентифицировать код технологии, но не формируют полный перечень стадий очистки и сопутствующие расчёты [3–5].

Цель работы — разработать и апробировать специализированное программное обеспечение AquaSelect, обеспечивающее нормативно-обоснованный выбор кода технологии очистки воды и формирование перечня стадий водоподготовки для водопроводных очистных станций.

В основу алгоритма положены: классификация поверхностных вод по природным и антропогенным ингредиентам и выбор кода технологии по таблицам приложения Б СП 31.13330.2021 (Б.1–Б.6) [1], а также сопоставление требований к источнику и рекомендуемых методов обработки по «Справочнику перспективных технологий водоподготовки...» [2]. В качестве методической базы для описания технологических операций водоподготовки использованы учебно-методические материалы Ж.М. Говоровой [3]. Пользователь вводит производительность станции и набор показателей исходной воды, а также концентрации антропогенных загрязнителей.

В результате расчётов пользователь получает: 1) класс воды и подкласс загрязнения; 2) код технологии очистки поверхностной воды (Т1–Т20); 3) декодированную последовательность стадий с указанием реагентных/безреагентных операций (коагуляция, флокуляция, осветление, фильтрация, окисление, сорбция, обеззараживание и др.); 4) расчёт расхода воды на собственные нужды станции; 5) укрупнённую оценку стоимости проектных работ.

Практическая ценность AquaSelect состоит в обеспечении сквозной логики: от ввода исходных данных до формирования технологии очистки воды и выдачи расчётных показателей, что повышает прозрачность обоснования решений и снижает риск ошибок, связанных с субъективной интерпретацией нормативных таблиц. Полученные результаты подтверждают применимость комплекса для предпроектной инженерной оценки и подготовки обоснований при проектировании и модернизации систем водоснабжения.

Список литературы

1. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : актуализир. ред. СНиП 2.04.02-84* : утв. приказом Минстроя России от 27.12.2021 № 1016/пр. — Введ. 2022-01-28. — М., 2021.
2. Справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса, и учетом оценки риска здоровью населения. — М. : Минстрой России, 2022.
3. Боронина Л. В., Шиккульская О. М. Электронный классификатор технологий очистки природных вод : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ RU 2016615823, 30.05.2016 ; заявка № 2016612819 от 31.03.2016.
4. Боронина Л. В., Садчиков П. Н. Выбор оптимальных технологических схем очистки воды на основе программного комплекса «SUPWATER» // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. — 2013. — № S4 (13). — С. 15–18.

ИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАКРЫТЫХ ПАРКИНГОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Сухов А.С., Боронина Л. В.

Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный Университет, 129337, г. Москва,
Ярославское шоссе, д. 26

Рост числа электромобилей в городах приводит к изменению требований к пожарной безопасности закрытых и подземных паркингов. В отличие от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, при пожаре электромобиля ключевую роль играет тяговая литий-ионная батарея. Ее тепловой разгон сопровождается интенсивным тепловыделением, выделением токсичных продуктов разложения и возможностью повторного воспламенения, что повышает требования к раннему обнаружению, локализации очага и последующему охлаждению аккумуляторного блока [1, 2].

Сопоставление российских и китайских подходов показывает, что для паркингов с машиноместами для электромобилей недостаточно применять только типовые решения, рассчитанные на традиционную пожарную нагрузку автомобилей с ДВС. При проектировании необходимо учитывать продолжительное термическое воздействие на конструкции, вероятность быстрого задымления, а также необходимость сохранения работоспособности систем дымоудаления и обеспечения безопасной эвакуации людей из помещений с ограниченным объемом [2, 4].

Наиболее рациональным представляется комплекс инженерных мероприятий: выделение зарядных постов в самостоятельные зоны; повышение эффективности автоматического водяного пожаротушения в местах размещения электромобилей; применение управляемой противодымной вентиляции; организация дренажа и отвода загрязненной воды; автоматизация взаимодействия систем сигнализации, пожаротушения, оповещения и дымоудаления. Дополнительно следует предусматривать подъезд пожарных подразделений, возможность оперативной изоляции аварийного машиноместа и сценарии длительного охлаждения батарейного блока [3–5].

Таким образом, обеспечение пожарной безопасности закрытых паркингов для электромобилей должно основываться на риск-ориентированном подходе и адаптации проектных решений к особенностям литий-ионных аккумуляторов. Разработка специальных технических условий для таких объектов позволяет компенсировать пробелы базового нормирования и повысить эффективность инженерной защиты при пожаре [4, 5].

Список литературы

1. Кашкаров А. П. Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 92 с.
2. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий : справочник / под ред. д-ра техн. наук, проф. С. В. Собура. – 6-е изд., с изм. – Москва : ПожКнига, 2020. – 176 с.
3. Фокин С. В., Шпортько О. Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация : учебное пособие. – Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2014. – 368 с.
4. Ветошкин А. Г., Таранцева К. Р. Техногенный риск и безопасность : учебное пособие. – 2-е изд. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 198 с.
5. Федоров В. С., Колчунов В. И., Левитский В. Е. Противопожарная защита зданий. Конструктивные и планировочные решения. – Москва : Изд-во АСВ, 2012. – 176 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ АЦИДОФИКАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПИЛОТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТОЧНОЙ ВОДЕ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ Г.ДИМИТРОВГРАДА*

Уткин А.В.¹, Теплых С.Ю.²

¹ООО «Ульяновскоблводоканал»,
433508, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, зд. 150

²Самарский государственный технический университет
443100, Россия, Самара, Молодогвардейская ул, д. 244

Проведенные лабораторные исследования технологии ацидофикации на сточной воде городских очистных сооружений канализации г.Димитровграда показали, что допустим процесс ацидофикации для увеличения ЛЖК в сточной воде ГОСК г.Димитровграда. Исходя из сложности химических процессов (влияние изменения состава сточных вод на поступлении), протекающих в сточной воде при ацидофикации, планируется провести пилотные исследования. На каждом этапе исследования определять расчетным путем (по беззольному веществу) показатели эффективности технологии ацидофикации согласно работе [1]. Биологический метод удаления фосфора может быть эффективным только при тщательно выбранных условиях ацидофикации.

Используя заключения цитируемых изданий, проведем физическое и математическое моделирование с учетом протекающих биологических процессов при ацидофикации для создания пилотной установки.

Итак, в самом общем случае для подобию двух объектов необходимо и достаточно выполнение пяти условий: сходственность математических описаний, связь сходственных переменных масштабами, выбор масштабов согласно масштабным уравнениям, сходственность условий однозначности решений сходственных уравнений, содержащихся в математических описаниях, пропорциональность содержащихся в этих условиях сходственных переменных, сходственность заданных функций и пропорциональность содержащихся в этих функциях сходственных переменных [2].

Моделирование проводим по объему первичных отстойников, т.к. при приложении математики к естественным наукам, как описано в работе [3], необходимо учитывать условия проведения исследования. Для расчета используем масштабные уравнения согласно работе [2]:

$$am_1/m = 1, bm_1/m = 1,$$

Сходственные две пары переменных u_1 и u_2 , u_3 и u_4 , входящие в описание двух подобных объектов (первичный отстойник и его модель), связаны масштабом:

$$m_y = y_1/y_2, m_y = y_3/y_4.$$

Масштаб моделирования для первичных отстойников д.28м рассчитывается произвольно и соответствует $m_y=18$, а для первичных отстойников д.30м определяется однозначно по соответствующим формулам.

Учитывая масштаб, модель технологической схемы, воспроизводящей процесс ацидофикации, включает следующие элементы: четыре емкости формы цилиндра объемом 150куб.м.(модель первичных отстойников); одна емкость формы цилиндра объемом 30 куб.м. (модель приемной камеры первичных отстойников); соединительные трубы д.40мм; запорная арматура(краны), центробежный насос. Для трех моделей первичных отстойников применяются идентичные условия, как и для действующих отстойников, по перемешиванию сточной воды и откачке сырого осадка. Для одного отстойника (модель отстойника-ацидофикатора) разработаны иные условия с учетом недостатков лабораторных исследований.

Модель технологической схемы позволит выполнить пилотные исследования и получить более точные показатели относительно лабораторных исследований. По завершении пилотных исследований будет выполнен сравнительный анализ по графикам двух видов исследований: влияния продолжительности пребывания сырого осадка в модели ацидофикатора на изменение БПК₅; ЛЖК; иона аммония; фосфатов по Р в надильной жидкости. По данным лабораторных анализов будет выполнен расчет и по средним значениям будут определены параметры процесса ацидофикации в пересчете на беззольное вещество сырого осадка (БВСО).

Положительный результат пилотных испытаний даст возможность проведения промышленных испытаний.

Список литературы

1. Методологические подходы к проектированию ацидофикаторов осадка первичных отстойников в целях интенсификации процессов удаления азота и фосфора из городских сточных вод /М.В.Кевбрина [и др.] - Водоснабжение и санитарная техника, 2023, № 8. с. 46—60. DOI: 10.35776/VST.2023.08.06.
2. Моделирование в научно-технических исследованиях /А.Н.Лебедев,- Москва. Радио и связь, 1989г.- 48с.
3. Математическая теория борьбы за существование / Вольтерра В.- Москва, Наука, 1976 - 186 с.

УДАЛЕНИЕ АММОНИЯ ИЗ СМЕШАННЫХ БЫТОВЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Фугаева А.М.

Тюменский индустриальный университет (ТИУ),
625000, Уральский федеральный округ, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского, 38

В докладе рассмотрены две актуальные проблемы севера Российской Федерации – очистка сточных вод малых населенных пунктов и утилизация минеральных вод горячих источников. Тюменский регион по большей своей части принадлежит зоне действия арктического климата и имеет множество небольших поселений, не имеющих централизованной системы водоотведения, что приводит к постепенному нарушению экологического равновесия. Кроме того, на территории области имеется множество действующих горячих источников с насыщенной минералами подземной водой, которая после использования подлежит утилизации, но зачастую сбрасывается в прилегающие пресные источники.

В качестве альтернативы биологической очистки предлагается рассмотреть физико-химические методы для обработки смеси бытовых и минеральных сточных вод (СмСВ). Особенно проблемные загрязнения для удаления небиологическими способами – это ионы аммония. Данные исследования посвящены химическому осаждению ионов аммония из СмСВ, причем состав минеральной воды позволяет компенсировать затраты необходимых веществ для данного процесса, в частности наличие магния. Такой подход позволяет очистить сточные воды до установленных норм [1], уменьшить расход реагентов и получить в качестве осадка нерастворимый фосфат магния-аммония или струвит, который является ценным сельскохозяйственным удобрением [2].

Предварительно проводился эксперимент с модельным водным раствором по ионам аммония без разбавления минеральной водой и были получены следующие результаты: остаточная концентрация ионов аммония $3,5 \text{ мг/дм}^3$; расходы реагентов: гидрофосфата натрия $5,95 \text{ г/дм}^3$, хлорида магния $3,37 \text{ г/дм}^3$; оптимальное значение $\text{pH}=10$. Количество полученного струвита составило 10% от объема пробы.

Далее проведен эксперимент по осаждению ионов аммония в смеси модельного раствора бытовых сточных вод и использованной минеральной водой из источника «Верхний бор» (Тюменский район). К модельному раствору, приготовленному из хлорида аммония и минеральной воды, последовательно добавлялись осаждающие реагенты (гидрофосфат натрия, гидроксид натрия и хлорид магния) [3]. Значение pH изменялось в пределах 7,3-10,17. Наилучшие результаты получены следующие: 1) остаточная концентрация аммония 1 мг/дм^3 (с добавлением гидрофосфата натрия дозой 9,53 и без добавления хлорида магния) при $\text{pH}=10,13$; 2) остаточная концентрация аммония $0,3 \text{ мг/дм}^3$ (с добавлением гидрофосфата натрия дозой $5,95 \text{ г/дм}^3$ и хлорида магния дозой $2,02 \text{ г/дм}^3$) при $\text{pH}=9,18$. В процессе осаждения получен осадок белого цвета, который составлял 37,5 % от объема пробы. На рисунке 1 представлен график по осаждению ионов аммония в СмСВ (рисунок 1).

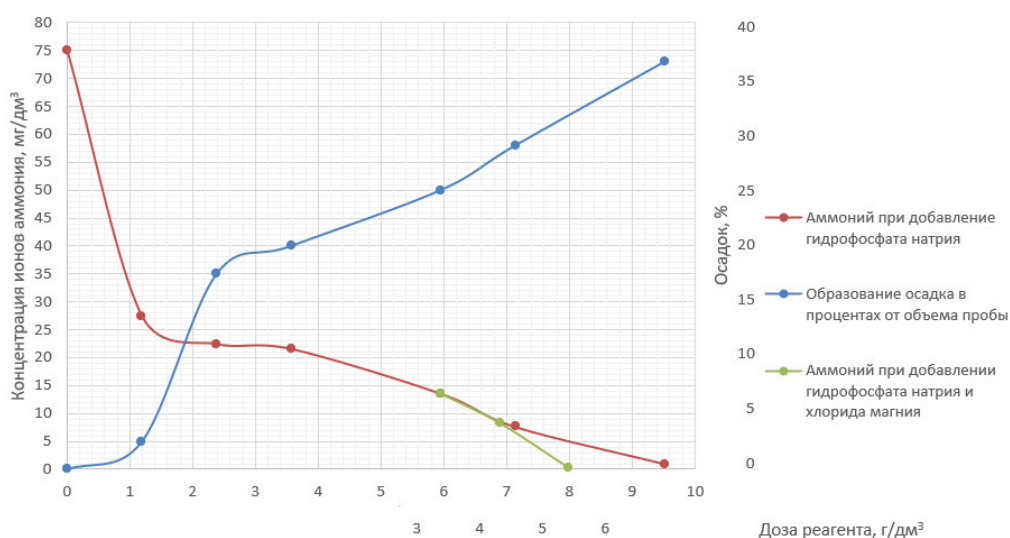


Рисунок 1 – Зависимость концентрации ионов аммония и объема осадка от дозы внесенных реагентов

Вывод: в результате эксперимента с химическим осаждением аммония для смеси бытовых и минеральных вод удалось снизить концентрацию ионов аммония в пределах, не превышающих ПДК ($1,5 \text{ мг/дм}^3$) для сверхмалых КОС [1] и сократить на 40-100% расход хлорида магния. В процессе безотходной технологии был получен струвит в количестве $1,35 \text{ г/дм}^3$.

Список литературы

1. Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов : постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 г. № 1430.
2. Патент RU 2 792 126 C1. Способ извлечения магний-аммоний-фосфата из сточных вод / Старостин А.Г., Кузина Е.О., Косухина А.И. - Заявл. 28.12.2022; опубл. 16.03.2023.
3. Lobanov S., Poilov V., Treatment of Wastewater to Remove Ammonium Ions by Precipitation. Russian Journal of Applied Chemistry 2006, 9, 1473-1477.

3.4 ПОДСЕКЦИЯ

**ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ
И ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА**

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА КРУПНОГО СВАРОЧНОГО ЦЕХА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЛЬТРОВЕНТИЛЯЦИОННОГО АГРЕГАТА

Джин Хевэй^{1,2}, Пономарев Н.С.²

¹ Хэнаньский университет городского строительства, 467000, Китай, г. Пиндиншань, ул. Лунсян, район Синьхуа,
² Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Сварочные аэрозоли — высокодисперсные вредные вещества, вызывающие профзаболевания [1]. В крупных цехах ($>100\,000\text{ м}^3$) общеобменная вентиляция часто неэффективно удаляет загрязнения из рабочей зоны. Фильтровентиляционные или рециркуляционные агрегаты применяются как дополнение, но их работа нарушается потоками воздуха из воздухоораспределителей общеобменной приточной вентиляции. Приточные струи могут отклонять потоки загрязненного воздуха от источника вредностей, ухудшают локализацию вредностей и способствуют загрязнению воздушной среды в рабочей зоне. Эффективность локализации и очистки снижается, что особенно критично для устройств, принцип очистки которых основан на коагуляции частиц, поскольку турбулентность разрушает агломераты частиц [2].

Для решения данной проблемы в работе использовались методы вычислительной гидродинамики (CFD) для численного моделирования организации воздушных потоков и процессов переноса частиц в крупном сварочном цехе. Объектом моделирования являлся типичный крупный сварочный цех (размеры: $216\text{ м} \times 66\text{ м} \times 13\text{ м}$, объем $185\,328\text{ м}^3$). Для локализации сварочных аэрозолей использованы передвижные фильтровентиляционные агрегаты производительностью $1200\text{ м}^3/\text{ч}$ (рис.1). Приточная общеобменная вентиляция реализована в рабочую зону через приколонные воздухоораспределители с возможностью регулирования направления подачи воздуха, вытяжная общеобменная вентиляция — из верхней зоны. Рассмотрены три режима воздухообмена при кратности воздухообмена: 3, 6 и 12 ч^{-1} . Для отслеживания дисперсной фазы применен эйлерово-лагранжев подход с учетом турбулентной диффузии частиц и их коагуляции при столкновениях.

Результаты моделирования показали:

1. Самостоятельная работа системы общеобменной вентиляции не позволяет обеспечить соблюдение санитарно-гигиенических требований (концентрация частиц не должна превышать $4\text{ мг}/\text{м}^3$).
2. Функционирование общеобменной вентиляции снижает эффективность улавливания частиц фильтровентиляционными агрегатами на 10–62%, причем степень снижения тесно связана с расположением этих устройств относительно приточных отверстий.
3. Наиболее значительное падение эффективности (до 62%) наблюдается, когда этот агрегат находится в зоне прямого действия приточной струи; при этом средняя концентрация в рабочей зоне превышает предельно допустимую (ПДК) в 2,3 раза.

Исходя из полученных результатов численного моделирования для увеличения эффективности очистки воздуха фильтровентиляционными агрегатами предлагается рациональное размещение относительно места проведения сварочных работ и вне зоны действия приточных струй.

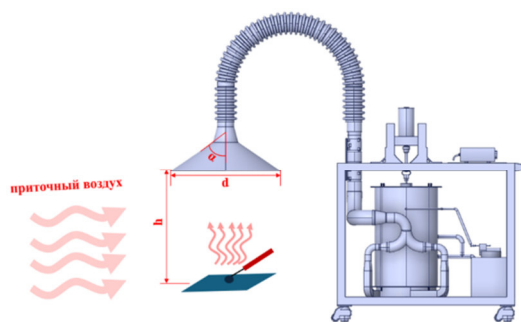


Рисунок 1 – Фильтровентиляционный агрегат

Список литературы

1. Rafiee A., Wishart D.S., Yamamoto S.S., Pei L., Quecke E., Quémerais B. Assessing welding fume exposure in professional welders: An exploratory study of biomarkers and metabolomic profiles // International Journal of Hygiene and Environmental Health. — 2026. — Vol. 271. — P. 114714.
2. Zhao J., Feng Y., Bezerra M., Wang J., Sperry T. Numerical simulation of welding fume lung dosimetry // Journal of Aerosol Science. — 2019. — Vol. 135. — P. 113-129.
3. Liu W., Liang Q., Yao C., Li B., Ji J., Wang X., Luo Y., Huang Y. Comparative study on the dispersion and removal efficiency of indoor aerosol particles under various displacement ventilation modes // Atmospheric Pollution Research. — 2025. — Vol. 16. — No. 2. — P. 102397.

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Чернышев Д.А., Жилина Т.С.

Тюменский индустриальный университет (ТИУ),
625000, Россия, Тюмень, ул. Володарского, 38

Ограждающие конструкции – один из самых эффективных способов повышения энергоэффективности здания. В условиях сурового климата объект должен быть быстровозводимым, сооружаться из доступных материалов с использованием качественных утеплителей, а также иметь минимальное количество тепловых мостиков, либо вовсе их исключить. Авторами проведён анализ и расчет термического сопротивления для двух вариантов ограждающих конструкций наружных стен. Объект: Дом культуры в с.Белоярск, ХМАО. План первого этажа Дома культуры представлен на рисунке 1.

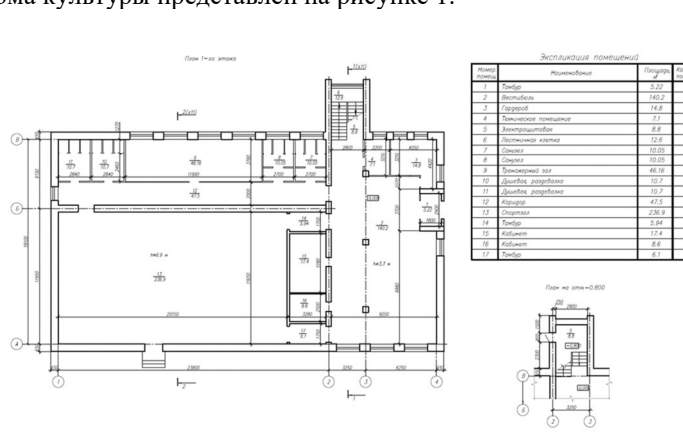


Рисунок 1 – план первого этажа дом культуры.

При сравнении двух вариантов наружных ограждающих конструкций первый вариант включает следующие слои: облицовочный кирпич на цементно-песчаном растворе, воздушный зазор, утеплитель и газобетон с внутренней штукатуркой. Второй вариант состоит из планкена лиственницы, воздушного зазора утеплителя, деревянного каркаса (профилированный брус), гипсокартонных листов.

Теплотехнический расчет проводится по СП 50.13330.2024 [1]. Вопросы эффективности ограждающих конструкций должны рассматриваться не только в соответствии с нормативными требованиями, но и с учетом устойчивости к климатическим воздействиям и влияния на энергопотребление инженерных систем [2]. Наружные ограждающие конструкции для обоих вариантов представлены на рисунке 2.

Сокращение теплопотерь через утепленные стены и окна имеет существенное значение. По расчетам, на эти элементы приходится около 30–40% теплопотерь, поэтому правильно подобранный материал может снизить расход энергии на системы отопления и вентиляции ориентировочно на 18–20%.

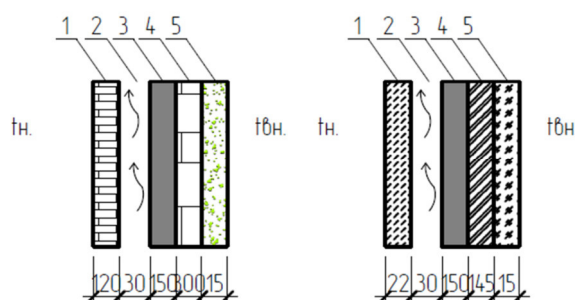


Рисунок 2 – Конструкции наружных стен (слева первый вариант, справа второй вариант)

Список литературы

1. СП 50.13330.2024. «Тепловая защита здания», [Электронный текст] – М.: Минрегион России, 2012 г. – 96 с.
2. Овсянников С. И., Родионов А. С. Обоснование эффективных строений для Крайнего Севера // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2017. № 1 С. 107–114.

К ВОПРОСУ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОФАЗНОГО ПОТОКА В ИНЕРЦИОННОМ ФИЛЬТРЕ ТОННЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Кияница Л. А., Лугин И. В.

ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,
630091, Россия, Новосибирск, Красный пр., 54

Система тоннельной вентиляции метрополитенов играет значительную роль в поддержании качества воздуха в подземных сооружениях метрополитенов. Важнейшим показателем чистоты воздушной среды является содержание пыли в воздухе. Известно, что в метрополитенах наблюдается повышенная концентрация пыли в воздухе [1-3], и её снижение является актуальной задачей. Это подтверждается высоким интересом исследователей к этой проблеме.

Одним из перспективных решений проблемы запыленности воздуха в метро является использование инерционных фильтров, отличающихся низким аэродинамическим сопротивлением и способностью эффективно задерживать крупные и средние фракции пыли без сложного и затратного технического обслуживания. Такие фильтры устанавливаются в вентиляционных сбойках возле станций и работают благодаря поршневому эффекту движущихся поездов, обеспечивающему движение загрязненного воздуха через фильтрующий элемент [4]. Однако проектирование конструкции таких устройств сталкивается с рядом сложностей, связанных с необходимостью прогнозирования поведения пылевых частиц в сложных аэродинамических условиях.

В настоящей работе предложена методика построения расчетной модели многофазного потока в инерционном пылеулавливающем устройстве системы вентиляции метрополитенов. Проведено сравнение результатов численного моделирования с лабораторными экспериментами фильтрационного устройства, подтвердившее удовлетворительное совпадение полученных данных как качественно, так и количественно. Разработанная численная модель позволяет исследовать конструкции инерционных фильтров различной конфигурации, предназначенных для эксплуатации в подземных сооружениях, прогнозируя рабочие характеристики устройств (потери давления, эффективность пылеулавливания).

Основываясь на проведенных исследованиях влияния скорости воздушного потока, размера частиц пыли и характеристик поверхности фильтрующего элемента на эффективность пылеулавливания, разработана конструкция фильтра для установки в вентиляционную сбойку метрополитена с однопутными тоннелями. Конструкция представляет собой быстровозводимую модульную систему, состоящую из типовых фильтроэлементов, интегрированных в единую монтажную раму, допускающую последовательно-параллельную компоновку элементов в каркасе модуля.

Работа выполнена в рамках государственного задания (номер госрегистрации 126021217131-9)

Список литературы

1. Roy, D., Ahn, S. H., Lee, T. K., Seo, Y.-C., & Park, J. (2020). Cancer and non-cancer risk associated with PM10-bound metals in subways. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89, 102618. DOI: 10.1016/j.trd.2020.102618
2. Niklas Kappelt, Hugo Russel, Dafni Fessa [et al.]. Particulate Air Pollution in the Copenhagen Metro Part 1: Mass Concentrations and Ventilation // *Environment International*. 171(1):107621 – 2022, DOI: 10.1016/j.envint.2022.107621
3. Grass, D. S., Ross, J. M., Family, F., Barbour, J., James Simpson, H., Coulibaly, D., Chillrud, S. N. Airborne particulate metals in the New York City subway: A pilot study to assess the potential for health impacts. *Environmental Research*, 110(1), 1–11. doi:10.1016/j.envres.2009.10.006
4. Евразийский патент № 041484 Способ очистки от пыли тоннельного воздуха в метрополитене Красюк А.М., Лугин И.В., Кияница Л.А., Унаспеков Б.А., Иргibaев Т.И., Бердали М.Н. Опубл в Бюллетене ЕАПВ № 10, 28.10.2022. Заявка №202192081, 20.07.2021.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ ТУРБОРЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК ПРИ ПРОВЕТРИВАНИИ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Лугин И. В., Алферова Е.Л.

ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,
630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54

При массовых взрывах и других технологических операциях в глубоких карьерах выделяется большое количество пыли, превышающие нормативные предельно допустимые концентрации, особенно в холодное время года. Это приводит к простоям карьера и недополучению прибыли горными предприятиями. Поэтому разработка технологии проветривания глубоких карьеров и технологического оборудования для этой цели является актуальной задачей.

Основными процессами, вызывающими пылевыведение в атмосферу карьеров, являются [1]: взрывные работы, бурение, выемочно-погрузочные работы, транспортировка горной массы, сдувание пыли с карьерных площадей, занос пыли от внешних источников (например, выдувание из хвостохранилищ). Удельное пылеобразование при взрывах изменяется от 0,04 до 0,154 кг пыли на 1 кг взорванного взрывчатого вещества. Газопылевое облако при мощном массовом взрыве выбрасывается на высоту до 150-250 м, а затем распространяется по ветру на значительные расстояния. Объем облака составляет 15-20 млн м³, а концентрация пыли в нём достигает 4000 мг/м³ [2]. Количество пыли, выделяющейся с каждого кубического метра взорванной горной массы, составляет от 0,027 до 0,17 кг, причём 63-80 % пыли представлено частицами фракцией менее 1,4 мкм [3].

Одним из перспективных решений проблемы запыленности воздуха глубоких карьеров является технология проветривания с использованием в качестве вентиляционных установок авиационных турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД) [4-7], конвертированных для работы на природном или сжиженном углеводородном газе (СУГ). С точки зрения снижения на выходе из ТРДД содержания вредных веществ, таких как окислы азота (NO), оксид углерода (CO) и сажа, конвертация двигателя заключается в переоборудовании камеры сгорания для работы на природном газе или изменении ее конструкции (малоинерционные камеры и т.д.) [7] для снижения температуры газов в камере [8].

В данной работе представлены результаты адаптации методики расчета параметров и состава газозвдушной смеси на выходе из ТРДД для условий применения его в качестве вентиляционной установки для проветривания карьеров в течение всего календарного года. Использование ТРДД в качестве вентиляционной установки для проветривания карьеров обеспечивает подачу на дно карьера глубиной 300..600 м газозвдушной смеси с допустимой концентрацией вредных веществ при температурах наружного воздуха -40..+20 °С. Подаваемый в карьер объем газозвдушной смеси для разбавления пылевого облака составит 74 м³/с в крейсерском и 190 м³/с в номинальном режиме работы двигателя (на примере применения Д-36). При этом максимальная температура смеси на выходе из ТРДД составляет +104 °С при температуре наружного воздуха +20 °С.

Работа выполнена в рамках государственного задания (номер государственной регистрации 126021217131-9).

Список литературы

1. Мартянов В. Л. Аэрология горных предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля «Безопасность технологических процессов и производств» / В. Л. Мартянов; – КузГТУ. – Кемерово, 2016.
2. Перица М. А. Выделение пыли в атмосферу при работе разреза «Задубровский» / Сборник трудов II Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения», 2017. – С. 121.
3. Терехин Е.П. Булгаков И.С. Система интенсивного пылегазоподавления при массовых взрывах в карьерах // ГИАБ. – №1. – 2009. – С. 77-83. – DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-77-83.
4. Ковецкий В.М., Ковецкая Ю.Ю. Газотурбинные двигатели в энергетике: достижения, особенности, возможности // Проблемы общей энергетики. – 2018. – № 17. – С. 24-30.
5. Иванов И.В., Струговец С.А., Чечулин А.Ю. Перспективы использования газотурбинных технологий в энергетике России // Вестник УГАТУ. – т. 13. – №1 (34). – 2009. – С. 26-31.
6. Китенко С.Р., Беклемишев П.О. Применение газотурбинных установок в энергетике России // Молодежный научный вестник. – 2017. – № 8(21). – С. 105-110.
7. Гриценко Е.А., Данильченко В.П., Лукачев С.В., Резник В.Е., Цыбизов Ю.И. Конвертирование авиационных ГТД в газотурбинные установки наземного применения – Самара: СНЦ РАН, 2004. – 266 с.
8. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990. – 762 с.

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА ВЕНТИЛЯЦИИ

Маслов А.А.

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, Красный проспект, 54, г. Новосибирск 630091, Россия

На фоне возрастающей сложности современных зданий, где традиционные инженерные методы, с их упрощенными формулами, могут давать существенную погрешность, возникает потребность в более глубоком анализе воздухораспределения в помещениях. Численные методы позволяют более детально анализировать воздухораспределение в зданиях, несмотря на затрачивание большего количества ресурсов и времени [1]. Инженерные методы по-прежнему удобны для быстрых предварительных расчётов, а численные – для уточнения решений в сложных случаях.

Численное моделирование основано на четырёх основных подходах в решении поставленной задачи, а именно: прямое численное моделирование (direct numerical simulation, или DNS), метод крупных вихрей (large eddy simulation, или LES), метод отсоединенных вихрей (detached eddy simulation, или DES) и метод, основанный на осреднении по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (Reynolds averaged Navier–Stokes, или RANS) [2, 3].

В качестве объекта исследования был выбран конференц-зал, размером 24x18x3,6 (АxВxh). Подача воздуха организована веерными настилающимися струями через воздухопределители типа ПРМ (плафоны регулируемые многодиффузорные). Первым этапом сделан ручной расчёт воздухораспределения заданного помещения, вторым – произведено численное моделирование потоков воздуха в помещении.

После анализа полученных данных, выделены преимущества и недостатки инженерных и современных вычислительных методов в определении воздухообмена для различных видов решаемых задач.

Инженерные методы имеют большой накопленный опыт использования, но применимы в основном для типовых помещений.

Численные методы требуют определенных навыков и знаний процессов на фундаментальном уровне, но позволяют рассчитывать уникальные объекты, которых становится всё больше в современном строительстве.

Поэтому необходимо умение грамотного сочетания обоих подходов, для избежания ошибок в проектировании и снижения эксплуатационных затрат, что особенно важно в условиях развития BIM-технологий и повышенных требований к энергоэффективности зданий.

Список литературы

1. Aflaki, A. A Review of Numerical Simulation as a Precedence Method for Prediction and Evaluation of Building Ventilation Performance / A. Aflaki, M. Esfandiani, S. Mohammadi // Sustainability. — 2021. — Vol. 13, no. 22. — 12721. — DOI: 10.3390/su132212721.
2. Казаков Б.П., Колесов Е.В., Накаряков Е.В., Исаевич А.Г. Обзор моделей и методов расчета аэрогазодинамических процессов в вентиляционных сетях шахт и рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень (ГИАБ). – 2021. – №6. – С. 5-33.
3. Yi H., Kim M., Lee D., Park J. Applications of Computational Fluid Dynamics for Mine Ventilation in Mineral Development // Energies. 2022. Vol. 15. Art. 8405. DOI: 10.3390/en15228405.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Понуровский Я.А., Чекардовский М.Н.

Тюменский индустриальный университет (ТИУ),
625001, Россия, Тюмень, ул. Луначарского, 2

Назначение статьи

1. Актуальность проблемы: В системах централизованного теплоснабжения (СЦТ) одной из ключевых проблем является высокий уровень износа и аварийности систем теплоснабжения российских городов, особенно в условиях северного климата. Для обеспечения надёжной и энергоэффективной работы сетей необходимы современные методы прогнозирования технического состояния и предупреждения отказов.
2. Цель работы: Создание научно обоснованной и практикоориентированной методики оценки и прогнозирования технического состояния системы теплоснабжения, основанной на интегральных показателях, статистическом анализе эксплуатационных данных и имитационном моделировании.
3. Практическая значимость: Внедрение методики в системы диспетчерского управления для снижения затрат на обслуживание, повышения надёжности теплоснабжения и минимизации потери энергии.

В качестве основного примера в данной статье будет произведено моделирование и аналитическое исследование технического состояния контура ТЭЦ-2 системы централизованного теплоснабжения города Тюмени. В ходе работы будут рассмотрены эксплуатационные параметры сети — температура, давление, расход теплоносителя, а также динамика тепловых нагрузок в отопительный сезон. На основе этих данных выполнен расчёт интегрального коэффициента технического состояния ($K_{\text{ТС}}$) и проведено прогнозирование вероятности отказов с использованием статистических и имитационных моделей. Особое внимание уделено влиянию климатических факторов, степени износа трубопроводов и сезонных нагрузок на надёжность работы тепловой сети. Результаты моделирования позволили выявить периоды повышенного риска и предложить рекомендации по оптимизации эксплуатационного режима и планированию профилактических ремонтов.

Основные уравнения:

Для оценки состояния сети используется интегральный коэффициент технического состояния [5]:

$$K_{\text{ТС}} = \omega_1 K_{\text{ИЗН}} + \omega_2 K_{\text{АВ}} + \omega_3 K_{\text{ПОТ}} \quad (1)$$

Коэффициент аварийности тепловых сетей определяется по выражению [5]:

$$K_{\text{АВ}} = \frac{N_{\text{АВ}}}{L} \quad (2)$$

Для прогнозирования отказов элементов системы теплоснабжения широко применяется статистическая модель распределения Вейбулла [6]:

$$P(t) = 1 - e^{-(t/n)^\beta} \quad (3)$$

Практическая реализация исследования контура ТЭЦ-2, г. Тюмень:

1. Сбор данных: схемы контуров, параметры трубопроводов, насосов, теплообменников, а так же исторические данные по отказам и ремонту оборудования за последние 2–5 лет.
2. Расчёт интегрального коэффициента технического состояния (Microsoft Excel / LibreOffice Calc — для предварительных расчетов и построения таблиц и Python (пакеты pandas, numpy) — автоматизация расчета интегральных коэффициентов для всех участков сети).

```
<> Python

import pandas as pd
import numpy as np

elements = pd.DataFrame({
    'K_i': [0.8, 0.9, 0.7],
    'w_i': [0.4, 0.3, 0.3]
})

K_integral = np.sum(elements['K_i'] * elements['w_i'])
print("Интегральный коэффициент:", K_integral)
```

Рисунок 1– Детализация кода для автоматизации расчета в Python.

3. Моделирование отказов с помощью распределения Вейбулла. Python (`scipy.stats.weibull_min`) для массовых расчетов вероятности отказов по всем элементам сети.
4. Имитационное моделирование работы контура. Инструменты: Modelica / OpenModelica — моделирование тепловых потоков, давления и температурного режима. Python + — моделирование графовой структуры сети и расчёт влияния отказов на всю систему.

```
</> modelica

model Tyumen_TEC2_Network
  HeatNetwork network;
  Source heatSource;
  Sink cityConsumer;
initial equation
  network.connect(heatSource, cityConsumer);
equation
  heatSource.Q = 1410; // тепловая мощность ТЭЦ-2, Гкал/ч
end Tyumen_TEC2_Network;
```

Рисунок 2 – Детализация кода для сценария в Modelica.

Список литературы

1. МДС 41-6.2000. Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надёжности систем коммунального теплоснабжения. – М.: Минрегион России, 2000.
2. РД 34.20.572 МУ 34-70-171-87 СО 153-34.20.572. Методические указания по определению готовности систем теплоснабжения к прохождению отопительного сезона. – М.: Госстрой России, 1987.
3. Барлоу Р., Прошан Ф. *Статистическая теория надёжности и испытания на безотказность*. – М.: Наука, 1984.
4. Postnikov I.V. *Application of the Methods for Comprehensive Reliability Analysis of District Heating Systems* // Environmental and Climate Technologies. – 2020. – Vol. 24, №3. – P. 93–105. DOI: 10.2478/rtuect-2020-0093.
5. Mortensen L.K., Shaker H.R. *Data-Driven Reliability Prediction for District Heating Networks* // Smart Cities. – 2024. – Vol. 7, №4. – P. 67. DOI: 10.3390/smartcities7040067.
6. Ivanov B.E., Saitov S.R., Filimonova A.A. *Prediction of Pipe Failure Rate in Heating Networks Using Machine Learning Methods* // Energies. – 2024. – Vol. 17, №14. – P. 3511. DOI: 10.3390/en17143511.
7. Kuzmolovskoe GP. *Обоснование плановых мероприятий по ремонту и модернизации систем теплоснабжения*. – Кузьмоловское, 2025. – URL: <https://kuzmolovskoe-gp.ru/tinybrowser/files/zhkh/teplosnabzhenie/obosnovyvyayuschie-materialy-shemy-ts-kuzmolovskoe-gp-akt-na-2025-god.pdf>
8. Derev-Grad.ru. *Организационно-методические рекомендации по оценке состояния систем теплоснабжения*. – URL: <https://www.derev-grad.ru/gradostroitelstvo-i-arhitektura/voprosy-kommunalnogo-hozyaystva/mds-41-6-2000--organizacionno-metodicheskie-r.html>
9. Minenergo.gov.ru. *Презентация Министерства энергетики РФ по системам централизованного теплоснабжения*. – URL: https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/fd5/joyyc8qerwfi36stdekloed3wuj8ys7h/Prezentaciya_Minenergo_Rossii.pdf

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕННОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ ГРАФИКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Рафальская Т.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Снижение расчетной температуры теплоносителя и увеличение расходов воды в тепловой сети вызывает необходимость поиска новых способов регулирования, обеспечивающих стабильный гидравлический режим, небольшой расход теплоносителя, оптимальный температурный режим помещений. Повышенный температурный график регулирования позволяет удовлетворить этим условиям без каких-либо изменений существующих систем. Однако рекомендации по применению такого графика регулирования не учитывали особенности современных систем теплоснабжения, то есть увеличение доли нагрузки горячего водоснабжения и низкую расчетную температуру теплоносителя. Ранее в [1,2] проводилось моделирование режимов совместной работы систем отопления и горячего водоснабжения, которое показало, что при небольшом соотношении расчетных тепловых нагрузок и высокой расчетной температуре воды в подающей магистрали благоприятный температурный режим помещений будет при применении последовательной схемы теплообменников в тепловом пункте [1]. При увеличении нагрузки горячего водоснабжения, до значений, характерных для современных жилых районов, рационально применять двухступенчатую смешанную схему теплообменников горячего водоснабжения [2].

Цель настоящей работы – исследование возможности применения одноступенчатой параллельной схемы теплообменников горячего водоснабжения при повышенном температурном графике центрального регулирования.

Особенностью предлагаемой схемы теплового пункта является связанная подача теплоты в систему отопления.

Некоторые результаты моделирования температуры внутреннего воздуха помещений показаны на рис. 1, где цифрами обозначены диапазоны наружной температуры: 1 – экстремально низкие наружные температуры, 2 – средние зимние температуры, 3 – температуры в области точки излома температурного графика регулирования, 4 – положительные наружные температуры.

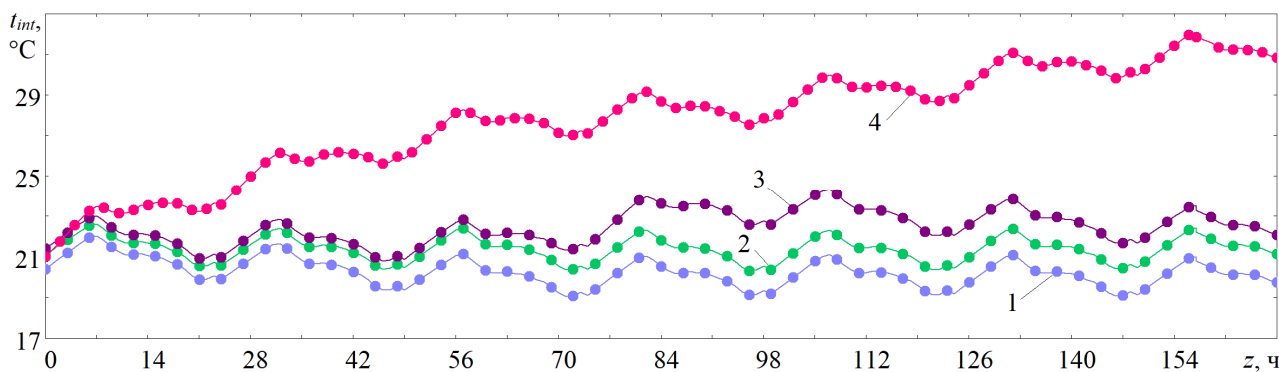


Рисунок 1 – Моделирование температуры внутреннего воздуха помещений

Результаты моделирования показали, что одноступенчатую параллельную схему теплообменников горячего водоснабжения можно применять при низкотемпературном теплоснабжении (120/70°C, 110/70°C) и большой доле горячего водоснабжения $\psi = Q_{hmax} / Q_{omax} = 0,8 \div 1,2$.

Список литературы

1. Рафальская Т.А. Обоснование применения центрального регулирования по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения в условиях низкотемпературного теплоснабжения // Известия вузов. Строительство. 2025. № 5. С. 116-130. DOI 10.32683/0536-1052-2025-797-5-116-130.
2. Рафальская Т.А., Рудяк В.Я. Выбор схемы теплового пункта при центральном регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения // Известия вузов. Строительство. 2025. № 9. С. 95-107. DOI: 10.32683/0536-1052-2025-801-9-95-107.

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КРОВЕЛЬ КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ*

Федотов А.А.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ),
603000, Россия, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

Актуальность темы обусловлена глобальной задачей повышения энергоэффективности зданий, включая объекты культурного наследия. Православные храмы, как значимые и зачастую энергозатратные сооружения, представляют потенциальный интерес для интеграции фотоэлектрических (ФЭ) систем. Однако их уникальная архитектура, несущая глубокую сакральную и историческую ценность, накладывает строгие ограничения. Цель анализа – выявить специфические особенности храмовых кровель, основные проблемы технологической интеграции и сформулировать принципиально возможные подходы к их решению.

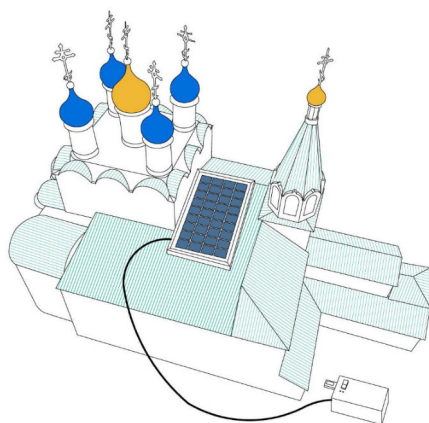


Рисунок 1 – Визуализация прототипа лабораторной установки с макетом храма и солнечными панелями

Кровельная система традиционного храма – сложный морфологический комплекс: криволинейные поверхности куполов и конх, шатры, скатные покрытия. Исторические материалы (лемех, медь) и современные (оцинкованная сталь, титан-цинк) создают разнородную основу. Сакральный символизм форм делает визуальное восприятие критически важным. Ключевые проблемы интеграции ФЭ систем носят эстетико-культурный и технический характер. Во-первых, риск искажения исторического облика и негативного общественного восприятия. Во-вторых, технические сложности монтажа на криволинейные поверхности, неоптимальная ориентация зданий (алтарь на восток), затенение элементами самого храма, ограниченная несущая способность старых конструкций.

Решения лежат в плоскости принципа минимального визуального воздействия и применения новых технологий. ФЭ системы целесообразно размещать на наименее заметных плоскостях: кровлях притворов, вспомогательных помещений, новых пристроек. Технологически перспективны гибкие фотоэлектрические модули, адаптируемые к кривизне, а также солнечная черепица, имитирующая традиционные материалы.

Выводы. Интеграция фотоэлектрических систем в кровли православных храмов технически возможна, но требует сугубо индивидуального, комплексного подхода к каждому объекту. Главным условием является соблюдение баланса между энергетической эффективностью и сохранением архитектурно-художественной ценности. Для памятников архитектуры приоритет должны получать малозаметные и адаптивные технологии (гибкие модули, размещение на второстепенных плоскостях). Для новых храмов интеграция ФЭ элементов в архитектурный замысел становится частью практики устойчивого проектирования.

Заключение. Таким образом, анализ открывает путь для ответственного внедрения возобновляемой энергетики в сакральную среду. Это направление лежит на стыке инженерии, реставрации и культурологии, требуя междисциплинарного диалога. Успешная интеграция может служить не только практическим целям энергосбережения, но и современным примером заботы о творении, гармонично связывая традицию с технологиями будущего.

Список литературы

1. Федотов, А. А. и др. Возобновляемые технологии для снижения энергопотребления в православных храмах // XIII Всероссийский Фестиваль науки: сборник докладов. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2023. – С. 235-236.
2. Федотов А.А. Пути повышения энергетической эффективности инженерных систем памятников архитектуры // Энергосбережение. – 2018. – № 7. – С. 70...71.
3. Schönborn, S. Local Churches in the Diffusion Process of Renewable Energies – A Key to New Milieus? // GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society. – 2014. – V. 23. –P. 236-242.

4 СЕКЦИЯ

**ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ
И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

4.1 ПОДСЕКЦИЯ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ*

Абас Марина Хабиб, Олейник Павел Павлович

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

В статье представлен подход к оценке рациональности устройства инженерных систем высотных зданий и разработке методики его повышения на различных этапах жизненного цикла высотных зданий.

Методика повышения эффективности рационального устройства инженерных систем представляет собой завершённую систему количественной оценки и прогнозирования, основанную на интеграции индексного анализа факторов, регрессионного моделирования продолжительности и цифровых инструментов обработки данных. методика ориентирована на обеспечение рациональности организационно-технологических решений на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства и учитывает специфику высотного строительства, характеризующегося высокой плотностью инженерных коммуникаций, пространственной ограниченностью и значительным уровнем взаимозависимости процессов. структура методики включает два блока:

1. блок оценки рациональности устройства инженерных систем;
2. блок прогнозирования отклонений продолжительности и адаптации параметров модели.

Практическая значимость методики заключается в возможности её применения на всех стадиях жизненного цикла высотного здания, обеспечении сопоставимости результатов между различными объектами и этапами проектов, а также повышении обоснованности управленческих решений в условиях высокой организационно-технологической сложности.

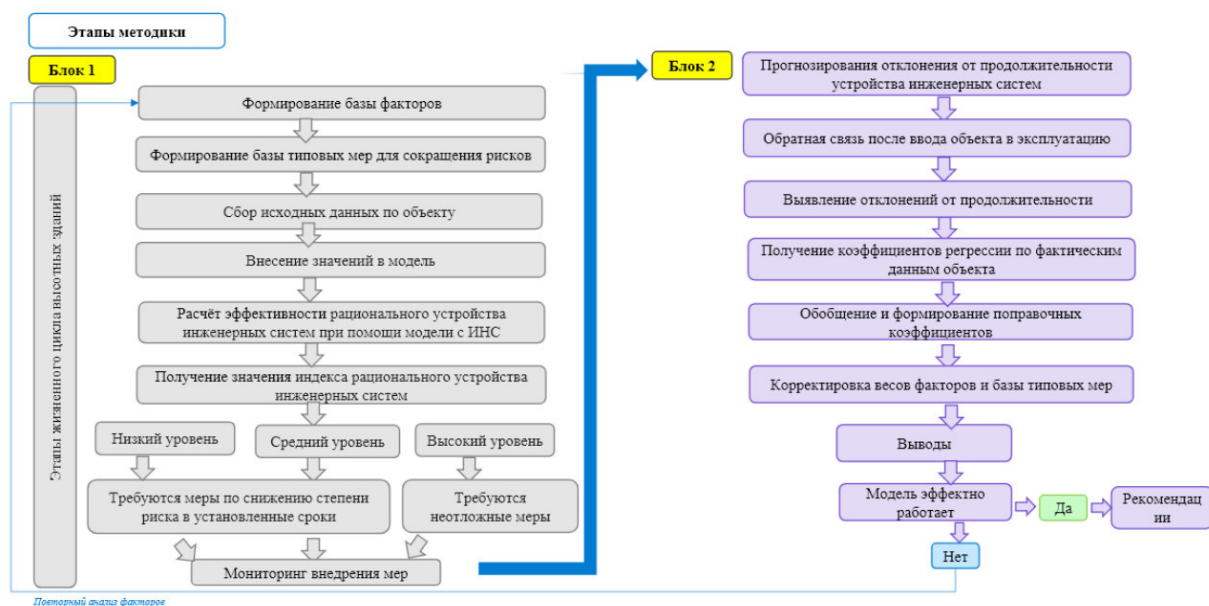


Рисунок 1. Схема методики определения эффективности рационального устройства инженерных систем высотных зданий

Список литературы

1. Ляшенко Е.К. Факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий // АМТ. 2013. №3 (24).
2. Олейник П. П., «Организация строительного производства» М.: Издательство АСВ, 2010– 572с.
3. Олейник, П. П., Абас М. Х. Основные факторы, влияющие на качество работ при монтаже инженерных систем высотных зданий // Строительное производство. – 2023. – № 4. – С. 21-25.
4. Tran Tuan Kiet, Truong Cong Thuan, Tran This Khan (2022). Proposing Solutions to Reduce Factors Affecting the Delay of Construction Phase in High-Rise Building Projects. Journal of Technology & Innovation, 2(2):34-36.
5. Голотина Ю. Г. Контроль качества в строительной сфере / Ю. Г. Голотина, М. Г. Ковтуненко // Проблемы и вопросы современной науки: Рецензируемый сборник научных трудов. – 2019. – С. 20–24.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН КОЛЬЦЕВЫМИ ПНЕВМОУДАРНИКАМИ

Абдуллин А.А., Харламов Ю.П., Чешин Д.О.

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН), 630091, Россия, Новосибирск, ул. Красный проспект, 54

На сегодняшний день в практике горнодобывающих и дорожно-строительных работ часто возникает необходимость бурения пневмоударным способом протяженных горизонтальных скважин. При движении бурового шлама на расстояние 200 метров и более неизбежно возникает риск образования неподвижного подстилающего слоя на дне транспортного канала из частиц породы, выпадающих из шламо-воздушного потока. Помимо этого, достаточно высокая продолжительность проходки может привести к разрушающему воздействию шламо-воздушного потока на стенки скважины. Решение обозначенных проблем возможно посредством применения ударно-вращательного бурения с центральным шламо-транспортом (см.рис. 1).

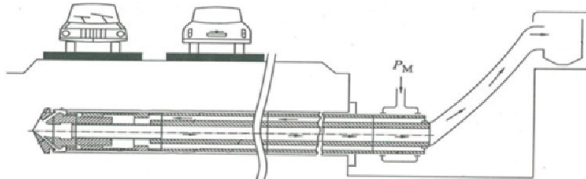


Рисунок 1 – Технологическая схема бурения горизонтальной скважины кольцевым пневмоударником с центральным шламопроводом

В настоящей работе рассмотрена зависимость величины массовой расходной концентрации шламового материала от длины транспортирования, для определения эффективности процесса транспортирования выбуренной породы. По результатам экспериментов получен график, конфигурация кривых на котором свидетельствует о жесткой зависимости эффективности процесса транспортирования шламового материала от протяженности скважины. Так же в работе проведен сравнительный анализ схем транспортирования выбуренной породы, стандартным пневмоударным бурением с периферийным выносом шлама и бурением с центральным шламотранспортом (см.рис. 2).

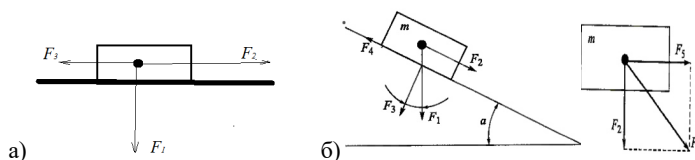


Рисунок 2 – Схемы сил, действующих на частицу: а) лежащую на горизонтальной плоскости скважины в потоке энергоносителя; б) лежащую на стенке вращающегося шламопровода.

При сооружении горизонтальной скважины условия транспортирования выбуренной породы ухудшаются по мере увеличения ее длины, что обусловлено расходом энергии потока энергоносителя и отрицательным влиянием силы трения частиц породы о стенки скважины. Применение вращающегося трубопровода для транспортирования бурового шлама в горизонтальном направлении позволяет значительно уменьшить влияние этих отрицательных факторов, обеспечивая увеличение длины транспортирования. Возможность применения такого трубопровода обеспечивается использованием технологии бурения с обратной циркуляцией очистного агента кольцевыми пневмоударниками с двойной буровой колонной.

Список литературы

1. Повышение эффективности и долговечности импульсных машин для сооружения протяженных скважин в породных массивах / Интеграционные проекты. Вып. 43. 2013. Новосибирск. Издательство Сибирского Отделения Российской Академии Наук.
2. Смоляницкий Б. Н., Липин А. А. Погружные пневмоударники для бурения скважин с центральным шламотранспортом // Сборник докладов Международного горного конгресса. 2008. Польша
3. Липин А. А. Погружные ударные машины с центральным шламотранспортом // Проблемы комплексного освоения минерального сырья Дальнего Востока: труды научно-практич. конф. Хабаровск: Институт горного дела ДвО РАН. 2005. С. 170–175.
4. ОАО «ГЕОМАШ». Приложение к инструкции по эксплуатации буровых установок УБВ-318/320. Пневмоударное бурение с обратной циркуляцией // Методическое пособие // Разработано Г.В.Кардыш, 2013 г.
5. Пневматический ударный механизм для проходки горизонтальных скважин диаметром до 600 мм с частичным отбором грунта по трассе скважины // Пояснительная записка к конструкторской документации. НГАСУ СТФ СМАиЭ гр.681з.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ МНОГОУРОВНЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Агеева Я. Д.¹, Лapidус А. А.²

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Материально-техническое обеспечение (МТО) строительства является одной из основополагающих систем, влияющих на технико-экономические показатели строительного производства [1]. Осуществление поставок на строительные объекты в условиях плотной городской застройки усложняются ввиду влияния факторов стесненности.

Научно-техническая гипотеза исследования заключается в том, что повысить уровень предсказуемости системы МТО позволит математический аппарат, который будет охватывать несколько уровней планирования снабжения (стратегический, тактический, оперативный) с учетом ограничений, вызванных факторами стесненности [2]. На сегодняшний день, несмотря на активное развитие средств цифрового контроля запасов, повышение оперативности взаимодействия с поставщиками и высокий уровень входного контроля материалов и конструкций, поступающих на строительную площадку, используется эвристический подход к определению оптимальных параметров системы снабжения (объем поставки и объем хранения), что оправдывается необходимостью мгновенного принятия решений.

Предлагаемый подход акцентирует внимание на необходимости планирования на макро-, мезо- и микроуровне. На макроуровне (стратегический) разрабатывается стратегическая модель управления поставками: расчет коэффициента стесненности, разделение графика на этапы и определение оптимального объема хранения и поставок. На мезоуровне (тактический) стратегическая модель адаптируется под реальные условия: разработка детальных графиков поставок и корректировка планов по алгоритмам ФИЗ/ФОЗ при отклонениях. На микроуровне (оперативный) осуществляется ежедневный контроль: мониторинг остатков, автоматическое сравнение с планом и перерасчет параметров поставок программой MTR_Calculator, если выявлены отклонения максимального уровня хранения.

Анализ калькуляций транспортных и складских затрат подтвердил достижение целевых показателей. Основные результаты внедрения методики на объекте по укрупненным группам затрат представлены на рисунке 1.

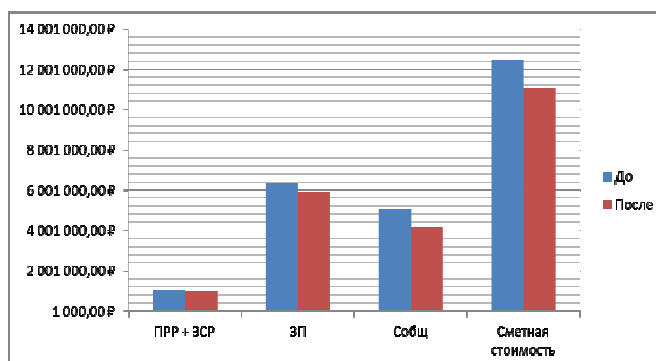


Рисунок 1 – Диаграмма сравнения затрат на доставку и хранение груза на протяжении ведения строительного-монтажных работ

Так, при планировании графика поставки было отмечено уменьшение складских площадей следующих типов приобъектных складов:

- закрытый: сокращение на 20 м²;
- открытый: сокращение на 32 м²;
- специальный блок-контейнер для хранения взрывоопасных и горючих материалов типа GFT: сокращение на 0,45 м².

Список литературы

1. Материально-техническое обеспечение строительства: Справочник. В 2 т. Т. 1 / В. А. Спектор. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 285 с.
2. Филь О. А., Шаповалов С. И., Касимов А. О. Организация строительства в стесненных условиях жилого дома // ИВД. 2019. №1 (52)

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННО- ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В УСЛОВИЯХ РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Готовко Ю.Б., Рыбакова А.О.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
Ярославское ш., 26, г. Москва, Россия, 129337

Реализация инвестиционно-строительных проектов на основе государственно-частного партнерства (ГЧП) преимущественно осуществляется через механизм контрактов жизненного цикла (КЖЦ), интегрирующих этапы проектирования, строительства и эксплуатации в единую систему с полной ответственностью подрядчика [1].

Традиционные методы календарного планирования и поточного строительства, ориентированные на схему «проектирование — тендер — строительство», недостаточно учитывают специфику ГЧП: высокую неопределенность данных на предынвестиционной стадии, совмещение проектных и строительных работ, а также длительный горизонт учета эксплуатационных затрат [2, 3].

Существующие научные подходы к организации строительного производства, разработанные для линейных схем управления, не в полной мере адаптированы к условиям контрактов жизненного цикла, характеризующихся совмещением этапов и распределением рисков между участниками [4]. В условиях ресурсных ограничений (дефицит материалов, сбои поставок, кадровый голод) эти факторы приводят к снижению надежности календарных планов и увеличению продолжительности строительства (см. табл. 1) [5].

Таблица 1 – Таблица ключевых отличий

Критерий	Традиционная схема	ГЧП + КЖЦ
Этапы	Последовательные: проектирование → тендер → строительство	Параллельные: проектирование + строительство + эксплуатация в одном цикле
Ответственность	Разделена между подрядчиком, проектировщиком, заказчиком	Полная — на одном подрядчике (от идеи до эксплуатации)
Планирование	Жёсткий календарный график	Гибкий, с учётом рисков и неопределённости на ранних этапах
Риски	Локальные (например, задержки поставок)	Распределены между сторонами, но основные — на подрядчике
Горизонт учёта	Только строительство	Весь жизненный цикл (включая 10–30 лет эксплуатации)
Ресурсные ограничения	Менее критичны (можно перенести сроки)	Критичны — влияют на всю цепочку, включая долгосрочные обязательства

Список литературы

1. Государственно-частное партнерство в России: итоги 2023 года и основные тренды / Нац. центр ГЧП при АСИ. – М.: АСИ, 2024. – 28 с. – URL: <https://asiic.ru/wp-content/uploads/2024/05/dajdzhest-gchp.pdf> (дата обращения: 17.02.2026).
2. Владимирова И. Л. Концессионные соглашения как инструмент ГЧП в строительстве // Экономика строительства. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 45–52. – DOI: 10.15838/esc.2021.4.75.9.
3. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность в строительстве: монография. – М.: АСВ, 2019. – 296 с. – ISBN 978-5-7615-XXXX-X.
4. Олейник П. П. Проблемы организации производства на объектах ГЧП // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17, № 5. – С. 654–662. – DOI: 10.22227/1997-0935.2022.17.5.654-662.
5. Ларионов А. Н. Управление рисками в проектах государственно-частного партнерства // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 2, № 3. – С. 112–118. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=XXXXXXX> (дата обращения: 17.02.2026).

ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ КОМПОЗИТОВ*

Дилбарян А.М., Тоцкий Н.А.

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Значительная часть существующих железобетонных зданий в сейсмически опасных районах была запроектирована по устаревшим требованиям и не обеспечивает необходимую пластичность узлов и элементов при циклическом нагружении. Традиционные способы усиления — железобетонные рубашки, стальные обоймы, дополнительные диафрагмы — повышают несущую способность, однако сопровождаются увеличением массы, трудоёмкости и вмешательства в эксплуатацию здания. Это особенно критично для объектов, где усиление должно быть локальным, технологичным и не приводить к росту инерционных сейсмических сил [1–4].

Целью работы является определение областей рационального применения систем внешнего армирования на основе CFRP для повышения сейсмостойкости строительных конструкций. Исследовательский вопрос сформулирован следующим образом: позволяют ли композитные системы внешнего армирования обеспечить требуемый прирост прочности, пластичности без существенного увеличения массы конструкции, и какие технологические ограничения определяют эффективность такого усиления.

Выполнен аналитический обзор нормативных документов и рецензируемых публикаций по сейсмоусилению железобетонных колонн и узлов «ригель–колонна» композитными материалами. В качестве нормативной базы использованы СП 14.13330.2018, СП 164.1325800.2014, а также руководство ACI PRC-440.2-23 по проектированию и устройству внешнего FRP-усиления. Для оценки результативности рассмотрены экспериментальные работы с низкоцикловыми и квазистатическими испытаниями, в которых анализировались прочность, предельные деформации, механизм разрушения, деградация жёсткости [5].

Проведённый анализ показывает, что наиболее устойчивый эффект CFRP-системы дают при локальном усилении колонн, коротких колонн и узлов рамных железобетонных систем. Для колонн внешняя обойма из углепластика формирует эффект поперечного обжатия бетона, ограничивает раскрытие наклонных трещин и задерживает потерю устойчивости продольной арматуры. Установлено, что для коротких железобетонных колонн, что CFRP-усиление изменяет характер работы элемента при циклическом нагружении, повышает механическую и энергетическую эффективность и переводит разрушение из хрупкой сдвиговой формы в более пластичную.

Для узлов «ригель–колонна» композитное усиление эффективно в тех случаях, когда необходимо повысить сдвиговую несущую способность узла и обеспечить более выгодную схему формирования пластических шарниров. Экспериментальные исследования показали, что корректно подобранные конфигурации CFRP-листов на боковых поверхностях узла заметно повышают боковую прочность и пластичность нерасчётных по сейсмике соединений [6–7].

Отдельно следует отметить возможности восстановления повреждённых узлов после сейсмического воздействия. Установлено, что ремонт и усиление узлов CFRP-полотнами после предварительного повреждения обеспечили увеличение предельной горизонтальной прочности на 33 % и рост способности к диссипации энергии на 85 % по сравнению с исходным состоянием [8]. Эти результаты подтверждают, что композитные системы могут использоваться не только как средство превентивного усиления, но и как инструмент после сейсмического восстановления узловых зон.

Дополнительным ограничением является снижение эффективности полимерной матрицы и клеевых соединений при повышенных температурах. По данным установлено, что при огневом воздействии ухудшаются механические и адгезионные свойства FRP-систем, поэтому для зданий с нормируемой огнестойкостью применение CFRP должно сопровождаться проектированием огнезащиты и учётом температурного режима эксплуатации [9].

Для зданий рамной схемы наиболее целесообразно применять CFRP-усиление в зонах вероятного формирования пластических шарниров, в коротких колоннах и в узловых соединениях с дефицитом поперечного армирования. Назначение числа слоёв композита должно сопровождаться проверкой сцепления и анкеровки, а технологическая карта работ — включать требования к подготовке поверхности, режиму отверждения клея и контролю качества монтажа. При наличии требований по огнестойкости необходимо предусматривать защитные системы, исключающие потерю несущего эффекта композита при нагреве.

Таким образом, композитные системы внешнего армирования на основе CFRP являются эффективным средством повышения сейсмостойкости железобетонных конструкций, прежде всего колонн, коротких колонн и узлов рамных систем. Исследование показало, что их применение наиболее оправдано при решении задач

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ПРИ РЕНОВАЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ*

Король Е.А., Туровец П.К.

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское ш., д. 26

Целью работы является разработка интегрированной модели вовлечения минеральных отходов реновации в производство строительных материалов. Использованы методы анализа жизненного цикла, технико-экономического моделирования и расчёта интегральных показателей ресурсной эффективности. Получены зависимости выхода вторичного заполнителя, снижения выбросов CO₂ и экономической результативности проекта. Показано, что замещение природного сырья может достигать 30 % при положительном значении показателя чистой приведённой стоимости.

В условиях реализации программы обновления жилищного фонда в России формируется значительный поток минеральных строительных отходов. Согласно оценкам эколого-экономической эффективности реновации, включение процессов переработки в структуру проекта позволяет повысить совокупную эффективность строительства. Экономическая целесообразность внедрения перерабатывающих мощностей оценивается через показатель чистой приведённой стоимости NPV (Net Present Value) [1]:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (1)$$

где – CF_t денежный поток, формируемый за счёт реализации вторичного сырья и сокращения затрат на захоронение; r – ставка дисконтирования; I_0 – инвестиционные затраты. Применение подобной модели соответствует методологии технико-экономической оценки, используемой в строительной отрасли [1].

Замкнутый цикл ресурсосберегающего производства, построенный на принципах циркулярной экономики, предусматривает последовательное прохождение отходов реновации через все стадии технологической переработки. Визуализация этого процесса, включая точки входа природного сырья и выхода готовой продукции, приведена на рис. 1.

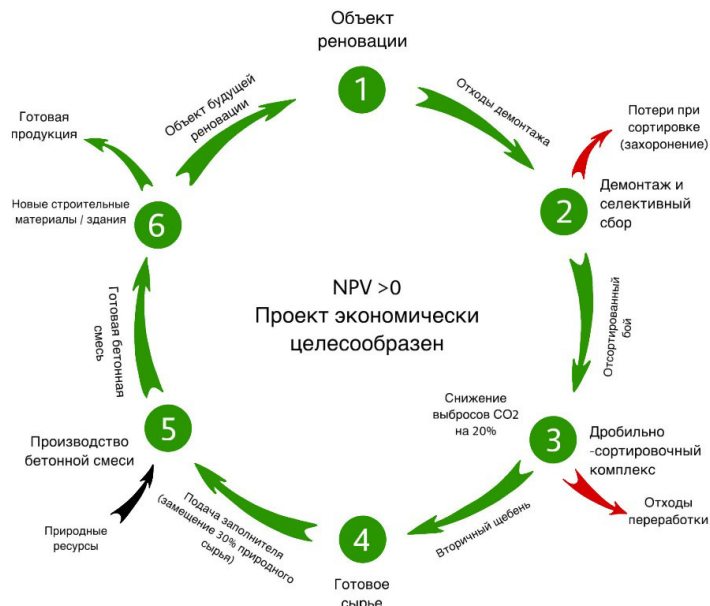


Рисунок 1 – Структурная схема циркулярной интеграции процессов переработки отходов реновации в производство строительных материалов.

Таким образом, разработанная модель объединяет технологические, экологические и экономические критерии и обеспечивает формирование устойчивой сырьевой базы для производства современных строительных материалов.

Список литературы

1. Coelho A., de Brito J. Environmental analysis of a construction and demolition waste recycling plant – Energy consumption and CO₂ emissions // Waste Management. – 2013. – Vol. 33. – P. 1258–1267.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ К ДЕМОНТАЖУ И УТИЛИЗАЦИИ УНИКАЛЬНЫХ СТРОЕНИЙ

Лapidус А.А.¹, Казаков В.А.¹, Петрухин А.Б.²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

²Ивановский государственный политехнический университет (ИВГПУ),
153000, Россия, Иваново, Шереметевский пр., 21

Демонтаж зданий становится важным этапом жизненного цикла строительных объектов, открывающим возможности для эффективного управления ресурсами и сокращения негативного воздействия на окружающую среду. Современные тенденции требуют новых инновационных подходов к демонтажу и утилизации, включая цифровизацию, роботизацию и экономику замкнутого цикла. В этой связи особую значимость приобретает этап подготовки уникальных объектов к демонтажу и утилизации. Указанное определило следующие цель и задачи исследования.

Целью исследования является оценка технической возможности и эффективности новых подходов к подготовке уникальных объектов к демонтажу и утилизации. Поставленная цель определила необходимость решения следующих задач: определение перспективных направлений развития технологий демонтажа и утилизации; исследование отечественного и зарубежного опыта их реализации; анализ проблем их широкого внедрения в российских условиях строительного комплекса и разработка предложений по их решению

В процессе исследования установлено, что современные тенденции в строительстве включают: 1. Переход от традиционных методов сноса к технологиям деконструкции, «умного сноса» и «умного демонтажа»; 2. Снижение негативного воздействия на окружающую среду, повышение доли повторного использования материалов и сокращение затрат на переработку отходов; 3. Устойчивое повышение интереса к переходу к технологии проектирования зданий и сооружений с учётом последующего демонтажа и утилизации («design-for-deconstruction»).

Основные направления изменения парадигмы демонтажа зданий и сооружений на заключительном этапе их жизненного цикла включают: Применение роботизации и автоматизации для повышения безопасности и эффективности работ; Использование цифровых моделей и виртуальных копий («цифровых близнецов») для мониторинга и планирования демонтажа; Формирование рынков повторного использования строительных материалов.

В результате проведённого анализа современной отечественной практики подготовки уникальных объектов строительства к последующему демонтажу и утилизации установлены следующие серьёзные проблемы: Недостаточная нормативно-правовая база; Несовершенство технологий и методов; Проблема экологического воздействия; Невысокая культура повторного использования материалов; Недостаточность научных исследований и разработок; Бюрократизм и административные преграды; Недостаток финансирования и отсутствие мотивации для инноваций; Сложности оценки технического состояния строительных объектов; Трудности идентификации конструктивных элементов; Необходимость охраны памятников истории и культуры; Ограниченность материально-технического обеспечения; Длительность подготовительных мероприятий; Психологические и социальные аспекты.

Для решения указанных проблем предлагаются следующие решения: Создание нормативной базы (разработка стандартов и регламентов для подготовки уникальных объектов к демонтажу, введение обязательных требований к утилизации и переработке отходов); Государственное стимулирование (финансирование научных исследований и разработок, поддержка внедрения новых технологий и оборудования); Повышение квалификации специалистов (проведение семинаров и тренингов, разработка образовательных программ); Развитие инфраструктуры (строительство центров переработки строительных отходов, создание системы раздельного сбора и переработки материалов); Ускорение административных процедур (упрощение процесса получения разрешений и согласований, внедрение электронного документооборота); Финансовая поддержка (предоставление субсидий и налоговых льгот для внедрения инновационных технологий, привлечение инвестиций в развитие инфраструктуры).

При этом приоритетной проблемой в указанном перечне является развитие законодательной базы — это не создание отдельного «закона о разборке зданий». Это системная интеграция принципов цикличной экономики во все уровни нормативно-правового регулирования строительной отрасли – от высокоуровневых технических регламентов до конкретных сметных нормативов и правил производства работ. Для уникальных объектов, где стоимость материалов и конструкций особенно высока, такой подход способен не только снизить экологический ущерб, но и превратить завершающую стадию жизненного цикла из затратной статьи в ресурсосберегающий проект с экономической отдачей. Первым шагом должна стать разработка национального стандарта (ГОСТ Р), который задаст общий понятийный аппарат и станет основой для всех последующих изменений в СП и подзаконных актах.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Михальченко О.Ю., Михайленко Р.М.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, Россия,
Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Современные строительные проекты характеризуются высокой сложностью организационно-технологических процессов и значительной неопределённостью условий их реализации. Надёжность материально-технического обеспечения оказывает существенное влияние на сроки выполнения строительно-монтажных работ и эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов [3].

Системы планирования потребности в материалах (MRP) рассматриваются как инструмент синхронизации процессов снабжения и строительного производства [1, 4]. Вместе с тем классическая система MRP основана преимущественно на линейных детерминированных зависимостях и исходит из того, что объёмы и сроки поставок материалов существенно не меняются.

В работе предлагается использование синергетического подхода, в рамках которого система материально-технического обеспечения рассматривается как нелинейная динамическая система, чувствительная к флуктуациям параметров внешней и внутренней среды. Критическое состояние функционирования системы определяется как точка бифуркации, при достижении которой система переходит в неустойчивое состояние, что требует оперативной корректировки планов снабжения [2, 5].

Для оценки устойчивости MRP-системы предлагается применение метода имитационного моделирования Монте-Карло, позволяющего анализировать вероятностные сценарии реализации строительных проектов и определять диапазоны устойчивого функционирования системы снабжения [6, 7]. Использование синергетического анализа совместно с имитационным моделированием позволяет расширить возможности планирования материально-технического обеспечения.

Список литературы

1. Лapidус А. А., Ильина Л. В., Иконникова А. В., Агеева Я. Д., Михайленко Р. М. Экономико-математическая модель управления запасами в строительстве и её реализация в программной среде с использованием MRP // Строительное производство. – 2025. – № 3 (55). – С. 2–9.
2. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. – М.: Мир, 1985. – 368 с.
3. Васильева Н. В., Бачуринская И. А. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 7. – С. 39–46.
4. Тагиров М. М. Использование системы MRP для планирования потребности в материалах при строительстве объекта // Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики. – 2022. – С. 32–35.
5. Огурцов А. Н., Близнюк О. Н. Основы биосинергетики. – Х.: НТУ «ХПИ», 2018. – 368 с.
6. Лapidус А. А., Михальченко О. Ю., Ткач А. А. Использование метода Монте-Карло для анализа рисков при строительстве объектов капитального строительства // Строительное производство. – 2024. – № 3. – С. 31–36.
7. Михальченко О. Ю. Формирование метода принятия организационно-технологических решений при строительстве объектов капитального строительства: дис. ... д-ра техн. наук. – Новосибирск, 2025. – 268 с.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРИНЯТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК САМООРГАНИЗОВАННО-КРИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Михальченко О.Ю.¹, Гензе П.А.², Куртенок И.С.¹, Петров А.В.¹, Гринев Е.А.¹, Богданов А.Р.¹

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² ООО «Пальметто ТГМ Интернешнл»,
170043, Россия, Тверь, ул. Левитана, д.48, к.2

Гарантией надежной и безопасной эксплуатации зданий и сооружений, эффективности ремонтных и восстановительных работ является своевременная и объективная оценка технического состояния строительных конструкций. Существующие методы оценки технического состояния, как правило, предусматривают декомпозицию сложных систем зданий и сооружений на составляющие элементы, диагностику технического состояния элементов, формирование группового и суммарного показателя остаточной надежности или степени повреждения с принятием решения о техническом состоянии обследуемого объекта в основном без учета взаимного влияния и соотношения состояний элементов различных групп. Анализ аварийных ситуаций зачастую свидетельствует о «необычных» неучтенных причинах их появления или о накопившихся в строительных конструкциях повреждениях различной интенсивности, которые при линейном суммировании не дают критического снижения надежности. Очевидна необходимость разносторонней оценки технического состояния зданий и сооружений для исключения как избыточных требований в части обеспечения надежности, так и решений, игнорирующих недопустимое снижения надежности в результате сложного взаимного влияния накопившихся незначительных дефектов и повреждений. Следует также отметить, что несмотря на огромный опыт, на сегодняшний день отсутствует единая классификация дефектов и повреждений, категорий технического состояния, что снижает объективность оценки, особенно многократно обследуемых объектов.

Цель исследования - основываясь на принципах имитационного моделирования, сформировать методику, которая позволит проводить комплексный анализ степени повреждения зданий и сооружений с учетом дефектов и повреждений каждого элемента строительных конструкций, определять критические значения вероятности бифуркаций (строительных отказов и аварий) с позиций синергетики и теории хаоса. Здания и сооружения рассматриваются как сложные самоорганизованно – критические системы, когда даже незначительные события могут спровоцировать цепную реакцию, приводящую к значительным и порой непредсказуемым изменениям на макроуровне. Классификация дефектов и повреждений строительных конструкций выполняется на основании нормативной и справочной литературы. Ранжирование элементов строительных конструкций, дефектов и повреждений, анализ результатов расчета вероятности критичности степени повреждения выполняется методами экспертных оценок, с учетом положений метода анализа иерархий и метода Монте-Карло. Для повышения точности оценки дефекты и повреждения элементов строительных конструкций моделируются непосредственно с учетом их весомости, значимости и взаимосвязей конкретных элементов в иерархии имитационной модели без какой-либо промежуточной качественной оценки категории технического состояния элемента

Разрабатываемая методика принятия организационно-технологических решений позволит комплексно оценить критичность фактического набора дефектов и повреждений при оценке технического состояния зданий и сооружений, а также выполнить прогноз состояния объекта при различных возможных комбинациях дефектов и повреждений. Предлагаемая методика может быть интегрирована в информационную модель зданий и сооружений для учета отклонений при строительстве, выполнения мониторинга и прогнозов текущего технического состояния. Данная методика не отменяет уже применяемых методов оценки, а дополняет их.

Список литературы

1. Лapidус, А.А. Метод формирования организационно-технических решений при строительстве объектов капитального строительства / А.А. Лapidус, И.Э. Файзуллин, О.Ю. Михальченко // Строительное производство. – 2024. – №4. – С. 3-8.
2. Михальченко, О.Ю. Бифуркационные процессы в управлении сроками и затратами строительных проектов / О.Ю. Михальченко, А.А. Лapidус, И.Э. Файзуллин // Вестник Евразийской науки. — 2024. — Т 16. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/34SAVN624.pdf>
3. Лapidус, А.А. Методика классификации объектов строительства с критическими дефектами / А.А. Лapidус, С.И. Экба // Инженерный вестник Дона. - 2023. - № 10 (106). EDN: DXJRTS
4. Берник, Н.А. Применение ТИМ-моделирования при проведении инженерно-технического обследования зданий и сооружений / Н.А. Берник, Т.В. Жданова, А.В. Горюнова. - DOI // Известия ТулГУ. Технические науки. - 2024. - № 4. - С. 289-291. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-4-289-290 EDN: EVVFFS
5. Ведяков И.И. Разработка методики оценки риска прогрессирующего обрушения / И.И. Ведяков, Д.В. Соловьев – DOI // Вестник НИЦ «Строительство» - 2021. – 1(28). – С.5-15. DOI: 10.37538/2224-9494-2021-1(28)-5-15.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОМ ВВЕДЕНИЕМ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ

Молодин В.В., Агекян А. Г.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В настоящее время автомобильные дороги в Российской Федерации преимущественно строятся с асфальтобетонными покрытиями. Лишь незначительная доля автомобильных дорог имеет дорожную одежду из цементобетона. Между тем цементобетонные покрытия обладают рядом эксплуатационных преимуществ, обусловленных особенностями их работы в конструкции дорожной одежды. При правильном проектировании основания и соблюдении технологии устройства покрытия это обеспечивает длительный срок службы дороги без проведения капитального ремонта и позволяет снизить совокупные затраты на содержание дороги в течение жизненного цикла.

Основным недостатком строительства бетонных дорог является сезонность выполнения работ. Строительной наукой и практикой наработан большой опыт бетонирования строительных конструкций, типа «плита», на холодном, и в том числе промёрзшем основании. Использование этого опыта для строительства дорог может существенно расширить возможности их сооружения в районах с суровым климатом.

В случае строительства цементобетонных автомобильных дорог, плита дорожной одежды имеет толщину на порядок меньше, в сравнении с фундаментной плитой. По этой причине собственного запасенного тепла дорожной плиты может быть недостаточно. Наша задача различными технологическими методами, обеспечить продолжительное остывание конструкции и приобретение бетоном заданной прочности.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОМ ВВЕДЕНИЕМ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ

Молодин В.В., Иванов Н. Ю., Степин В. В., Печенина Д.М.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Возведение зданий и сооружений с использованием аддитивных технологий привлекает к себе повышенное внимание строителей ввиду возможности автоматизировать и роботизировать строительные процессы, радикально сократив трудоёмкость. 3D-печать вследствие своей мобильности и возможности печатать конструкции любой конфигурации, наиболее адаптирована к строительству. Однако, специфика печати цементосодержащим печатным материалом замкнула технологию на 3D-печать несъёмной опалубки, которую приходится заполнять теплоизоляцией и конструкционным бетоном вручную. Такая технология роботизируется не более чем на 30–40%.

Выходом из ситуации может стать технология 3D-печати полистиролбетоном, где печатный материал – цементно-песчаный раствор с гранулами не вспененного суспензионного полистирола подвергается форсированному электроразогреву до температуры 80-90°C в термореакторе печатающей головки 3D-принтера. В результате гранулы полистирола вспениваются непосредственно в массе матрицы. Флотация полистирола, характерная для традиционной технологии с перемешиванием раствора с вспененными гранулами отсутствует. Равномерное распределение гранул пенополистирола обеспечивает равномерность теплофизических характеристик напечатанной конструкции при коэффициенте теплопроводности от 0,15 до 0,2 Вт/(м·°C) и прочность напечатанного материала на сжатие от 1,5 до 4,0 Мпа.

Основным недостатком предложенной технологии явилось растрескивание полистиролбетона при выходе его из термореактора, вызванное усадкой матрицы и продолжающегося вспенивания гранул суспензионного полистирола при уже потерявшей подвижность матрицы. Попытки решить проблему регулированием режимов разогрева успеха не имели.

Одним из решений в борьбе с растрескиванием бетонных конструкций и появления усадочных трещин является дисперсное армирование, успешно применяемое в производстве бетонных работ. Учитывая форсированный электроразогрев смеси, для ликвидации трещинообразования были использованы полипропиленовая и базальтовая фибра длиной 6–24 мм и диаметром волокна 10–200 мкм. При расходе фибры 0,5–1,5 кг/м³ трещинообразование слоя полистиролбетона при выходе из печатающей головки практически прекратилось.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ВПК

Мотылёв Р.В., Симоненко Э.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Россия, Санкт-Петербург, ул. 3-я Красноармейская, д. 3/6

Аннотация.

Повышение эффективности капитального ремонта объектов военно-промышленного комплекса (ВПК) требует учета их специфики как особого класса промышленных зданий [5,8]. В работе уточнена терминологическая база, разграничивающая понятия реконструкции, модернизации и капитального ремонта на основе Градостроительного кодекса РФ [9]. Приведена классификация производственных зданий, выделяющая такие признаки, как этажность, конструктивная схема, материал и условия внутренней среды [11]. Анализ особенностей объектов ВПК (повышенные требования к надежности, наличие чувствительного оборудования, режим секретности, непрерывность производства) показывает необходимость корректировки стандартных алгоритмов управления проектами [1, 2, 5]. На этапе приемки работ, осложненном необходимостью контроля виброустойчивости и электромагнитной совместимости (ЭМС) [7, 8], предложена трехуровневая процедура оценки [12]. Обоснована необходимость применения неразрушающих методов контроля (лазерное сканирование, тепловизия, виброметрия) и цифровых систем отслеживания дефектов для минимизации рисков и обеспечения соответствия объектов жестким нормативам [6, 8].

Список литературы

1. Современные подходы к управлению строительными проектами / Литвиненко Д.Г.; Вестник науки №11 (68) том 3. 2023 г - 948-951 с.
2. Управление строительными проектами. Теория и практика / Зерцалов М.Г., Серова Е.А., Чунюк Д.Ю. - МГСУ: Вестник, 2009. - 107 - 111 с.
3. Инновационные технологии в строительстве: трансформация отрасли / Проскурина А.Н.; Фоменко И.Н.; науч. рук. Кочарян Ю.Г. // Вестник науки. - 2024. - № 12 (81) Том 5, ч. 1. - 857 -864 с.
4. Инновационные методы контроля качества в строительстве: новые возможности и технологии / Лемешкин А.В.
5. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 21502-2024 «Управление проектами, программами и портфелями. Руководство по управлению проектами». // 1-73 с.
6. СП 255.1325800.2016 "Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения" -Москва, 2016. // 1 -51 с.
7. Вибродиагностика строительных конструкций / Кадомцев М.И., Ляпин А.А., Шатилов Ю.Ю. // Строительство и архитектура. - 2012. // 1 - 4 с.
8. Обеспечение электромагнитной совместимости на энергонасыщенных объектах малосерийной постройки / А. И. Горшков, А. В. Забурко, Д. Б. Паромов, Е. А. Свядош - ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин» ВАК // 1 - 5 с.
9. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.07.2025) // «Российская газета», №290, 30.12.2004. / 1 - 349 с.
10. «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 04.11.2025) // «Российская газета», №199, 31.12.2005. // 1 - 219 с.
11. СП 13-102-2003 по проектированию и строительству правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений // 1 - 31 с.
12. Проблемы и совершенствование управления проектом капитального ремонта административного здания с блоком антенных устройств // Р.В. Мотылев, Э.В. Симоненко, Ю.С. Дордюк, О.Г. Карнаухова // Материалы 2-ой Международной научно-технической конференции «Инженерная экономика» // 1203 - 1210 с.

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ В КАЛЕНДАРНОМ ПЛАНИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Мотылев Р.В.¹, Мотылев Н.Р.²

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4

² Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого,
630073, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29 литера Б

Современное управление строительством характеризуется активным внедрением информационных технологий. Программное обеспечение для управления проектами автоматизирует рутинные задачи – от планирования до анализа и отчетности – а BIM обеспечивает 3D-моделирование и улучшенную координацию между всеми участниками. Эти инструменты позволяют прогнозировать риски и гибко реагировать на изменения.

Однако, технологии – это лишь часть решения. Эффективность внедрения цифровых инструментов контроля сроков напрямую зависит от готовности организации к изменению бизнес-процессов, уровня квалификации персонала и наличия адаптированных методических материалов, учитывающих специфику конкретного инвестиционно-строительного проекта [1, 2].

Регулярные встречи, глубокий анализ причин отклонений и прозрачная система отчетности необходимы для поддержания графика строительства. Достижение результатов невозможно без применения высокоразвитой технологической и технической базы, соответствующих квалифицированных работников, слаженной системы организации строительства и возможности оперативного управления производством [3, 4].

Microsoft Project (MS Project) является одним из самых распространенных и признанных инструментов для управления проектами, в том числе и в строительстве. MS Project предоставляет широкий спектр функций для планирования, составления графиков, управления ресурсами, отслеживания прогресса и анализа рисков. Он поддерживает различные методы планирования, такие как CPM и PERT, позволяет создавать диаграммы Ганта, сетевые графики и другие визуализации. MS Project интегрируется с другими продуктами Microsoft, такими как Excel и SharePoint, что облегчает обмен данными и совместную работу. В сегменте бесплатного программного обеспечения особого внимания заслуживает открытая платформа ProjectLibre, выступающая в качестве альтернативы коммерческому пакету MS Project.

Более сложный уровень автоматизации представляет пакет Primavera P6, позиционируемый как профессиональное решение для управления проектами. Primavera P6 предоставляет расширенные возможности для планирования, составления графиков, управления ресурсами, анализа рисков и оптимизации проектов. Особую нишу занимают специализированные продукты для пространственно-временного моделирования. Так, платформа Synchro 4D представляет собой специализированный инструмент для 4D-моделирования, позволяющий визуализировать график строительства в трехмерном пространстве. Платформа интегрируется с BIM-моделями и позволяет отслеживать прогресс работ во времени, выявлять потенциальные конфликты и оптимизировать последовательность работ. Еще один специализированный инструмент, часто используемый в связке с BIM-моделями это Navisworks. Navisworks позволяет проводить проверку коллизий, координировать работу различных специалистов и визуализировать график строительства.

Инвестиции в современные цифровые технологии позволяют значительно повысить эффективность управления проектами, минимизировать риски и улучшить качество конечного продукта. В большинстве случаев оптимальным решением является комбинация различных инструментов, интегрированных в единую систему, обеспечивающую комплексный контроль над всеми аспектами строительного проекта.

Список литературы

1. Степанов А.В., Матвеева М.В., Пешкова Е.С. Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 356–366. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-356-366>. EDN: SJHKT.
2. Колдышев Д., Мотылев Р.В. Инновационные подходы к управлению малоэтажным строительством путем применения информационных систем // Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве. Материалы II Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 334-338.
3. Мотылев Р.В., Кагазеев А.Ю. Особенности скоростного монолитного строительства жилых зданий в зимний период // НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ. 2021. 12 (126). С. 85–87. EDN: VVRQPK.
4. Sokolnikov V., Motylev R., Chahkiev I., Nurgalina R. THE CONCEPTUAL SYSTEM AND METHODOLOGY OF THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION IN RELATION TO ROAD CONSTRUCTION // X International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2022. Сер. "Transportation Research Procedi" 2022. С. 2601-2607.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Немчикова Л.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

При погружении свай в регионах Крайнего Севера необходимо обеспечивать их надёжное сцепление с окружающим грунтом. Предлагаемый способ устройства свай с использованием обсадной трубы позволяет решить поставленную задачу.

Использование так называемой «горячей» технологии погружения трубы обеспечивает повышение несущей способности свай. Основой технологии погружения трубы буронабивным «горячим» способом является вдавливание (возможен вариант использования ударного метода) разогретой до положительной температуры полый трубы в доведённую путём подогрева до пластического состояния лидерную скважину, меньшего размера. Теплопрогрев полости сваи и лидерной скважины осуществляется с целью перевода твердомёрзлых грунтов в пластичномёрзлые, исключения примерзания её к окружающему грунту и облегчения условий погружения.

Результатом применения данной технологии является высокая скорость погружения, уменьшение в несколько раз продолжительности вмерзания при максимальном обеспечении бокового сцепления, а также возможность погружения в мёрзлые грунты свай большого диаметра и длины.

Список литературы

1. Кудряшов, Б. Б. Бурение скважин в мерзлых породах / Б. Б. Кудряшов, А. М. Яковлев. - М.: Недра, 1983. - 284 с.: ил.
2. Кудрявцев, В. А. Основы мерзлотного прогноза при инженерногеологических исследованиях [Текст] / В. А. Кудрявцев, Л. С. Гарагуля [и др.]. - М.: МГУ, 1974. - 430 с.: ил.

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ В КАРБОНИЗИРОВАННОМ И ХЛОРИДСОДЕРЖАЮЩЕМ БЕТОНЕ ПРИ ФОРСИРОВАННОМ НАГРЕВЕ

Нижегородова А.И., Молодин В.В., Глотова А.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Эксплуатация железобетонных конструкций в условиях атмосферного и солевого воздействия сопровождается развитием карбонизации цементного камня и накоплением хлоридных соединений в поровом пространстве бетона. Эти процессы приводят к снижению щёлочности, изменению фазового состава гидратных новообразований и перераспределению пор различных радиусов. В результате трансформируются параметры тепломассопереноса и ухудшаются условия формирования контактной зоны при нанесении ремонтных составов. При традиционном твердении ремонтного слоя это проявляется в замедлении гидратационных процессов и снижении прочности сцепления с основанием. В связи с этим актуальным является исследование механизмов структурообразования контактной зоны при управляемом температурно-влажностном воздействии.

В работе рассматривается влияние форсированного электродного нагрева на формирование температурно-влажностного поля в системе «карбонизированное бетонное основание – ремонтная смесь». Подвод тепловой энергии осуществлялся через электродную систему, обеспечивающую направленный тепловой поток в зоне контакта материалов. Такой способ нагрева позволяет формировать контролируемый температурный градиент, вызывающий перераспределение влаги и изменение интенсивности гидратационных процессов в контактном слое.

Анализ температурных полей показал, что при электродном нагреве формируется устойчивый градиент температуры (рис. 1), характеризующийся ростом температуры в приповерхностной зоне контактного слоя. Возникающий тепловой поток инициирует сопряжённые процессы переноса влаги, обусловленные диффузией влаги и градиентом давления водяного пара в капиллярно-пористой структуре цементного камня. При наличии карбонизации и хлоридного загрязнения наблюдается изменение коэффициентов влагопереноса, что связано с перераспределением порового пространства и частичным заполнением капилляров продуктами карбонизации.

В условиях форсированного нагрева происходит ускоренное формирование структуры цементного камня в контактной зоне. Повышение температуры интенсифицирует гидратацию цементных минералов и способствует уплотнению микроstructures переходного слоя. Одновременно температурно-влажностный градиент вызывает направленную миграцию влаги в карбонизированной зоне, что обеспечивает более благоприятные условия для протекания гидратационных реакций и формирования прочной адгезионной и диффузионной связи.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что управление температурно-влажностным состоянием системы позволяет стабилизировать процессы структурообразования в зоне контакта даже при наличии карбонизации и хлоридных соединений в бетоне основания. Формирование контролируемого теплового потока способствует уменьшению неоднородности структуры контактного слоя и повышению его плотности.

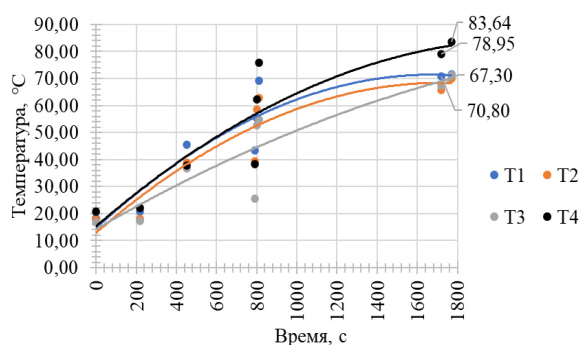


Рисунок 1 – Кинетика изменения температуры (Т1–Т4) во времени

Таким образом, применение форсированного электродного нагрева обеспечивает формирование устойчивого температурно-влажностного поля, способствующего интенсификации процессов структурообразования в контактной зоне «карбонизированное основание – ремонтный слой». Управление тепловым режимом позволяет компенсировать неблагоприятное влияние карбонизации и хлоридного загрязнения на процессы сцепления и может быть использовано как технологический приём интенсификации восстановления железобетонных конструкций.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ИЗ СТАЛЬНЫХ ГНУТОСВАРНЫХ ПРОФИЛЕЙ С НЕСОВЕРШЕНСТВАМИ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

Петров А.В., Молодин В.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Применение покрытий с легкими стропильными фермами из стальных гнутосварных профилей с монтажными фланцевыми соединениями в каркасных зданиях обеспечивает высокую скорость монтажа, надежность и долговечность при низкой металлоемкости и трудоемкости изготовления и возведения. Вместе с тем геометрические несовершенства ферм из-за ошибок изготовления, могут быть причиной остановки монтажа. К наиболее распространенным и серьезным дефектам следует отнести зазоры во фланцевых соединениях. Речь идет как о неточности сборки, когда величина зазора во фланцевом соединении превышает допустимый предел, так и о запредельных отклонениях размеров фермы после ее сборки (например, ее высотное положение) из-за ошибочно укороченных или удлиненных поясов фермы. Значительный перепад отметок соседних ферм из-за несовершенств фланцевых соединений, кроме влияния на несущую способность и деформируемость ферм, не позволяет или усложняет монтаж профилированного настила при его работе по беспрогонной схеме. Общепринятый подход к ликвидации геометрических несовершенств фланцевых соединений – исправление монтажных узлов в заводских условиях. Основной недостаток такого подхода – срыв нормативных сроков строительства, высокая стоимость ремонтных работ.

Эффективной в части сроков и стоимости альтернативой заводского ремонта фланцевых соединений ферм является ликвидация зазоров на монтаже путем заполнения стальными компенсационными прокладками. Возможность применения данных компенсационных мероприятий во фланцевых соединениях обоснована в [1], [2], СТО 36554501-062-2019 и проведенными на кафедре МДК НГАСУ (Сибстрин) исследованиями (результаты выполненной НИР были доложены на XVIII международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы архитектуры и строительства» в НГАСУ (Сибстрин), тема доклада: «Анализ напряженно-деформированного состояния фланцевых узлов с прокладками ферм типа «Молодечно», доклад подготовлен в соавторстве с Шафраем К.А., Шафраем С.Д., Негуляевым Р.А.). Заполнение зазоров компенсационными прокладками может быть выполнено как в проектное положение фермы (на весу, при удерживании грузоподъемным краном и доставкой монтажников на проектную отметку с помощью стрелового самоходного подъемника с комбинированной стрелой), так и при укрупнительной сборке фермы на стенде. Второй вариант выполнения компенсационных мероприятий наиболее предпочтительный, технологичный в исполнении, а также позволяет выполнить контроль качества сборки до монтажа ферм. Согласно типовым технологическим картам и нормативным указаниям, укрупнительную сборку ферм, как правило, рекомендуется выполнять в горизонтальном положении, например, см. [3] и п.6.3.3 СТО НОСТРОЙ 2.10.209-2016. При этом, учитывая специфику рассматриваемых конструкций, следует отметить, что максимальная точность сборки ферм и подбора толщины и формы компенсационных прокладок достигается при вертикальном положении отправочных марок, например, см. [4].

В рамках проводимых исследований разрабатываются стенд для укрупнительной сборки стропильных ферм из стальных гнутосварных профилей в вертикальном положении на строительной площадке и система контроля геометрических параметров отправочных марок и собранных ферм, в т.ч. с помощью калибров и шаблонов. Предлагаемая система контроля может применяться как в заводских условиях при изготовлении элементов ферм, так и при входном контроле на строительной площадке. По итогу освидетельствования отправочных марок ферм рекомендуется изготовление комплекта наборных компенсационных прокладок, состоящих из нескольких пластин толщиной кратной 1мм для оперативного устранения несовершенств фланцевых соединений при укрупнительной сборке и монтаже ферм.

Список литературы

1. Володин, М.В. Нормирование требований к проектированию и приемке фланцевых соединений на основании экспериментальных данных и расчетов / Володин М.В., Катюшин В.В., Конин Д.В., Олуромби А.Р., Рычков С.П. // Строительная механика и расчет сооружений. – 2020. – №1(288). – С. 62-73.
2. Конин, Д.В. Численные и экспериментальные исследования моделей стыков колонн с несовершенствами между фрезерованными торцами / Травуш В.И., Конин Д.В. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. - 2010. - №6(1 &2). - С 209-211.
3. Теличенко В.И., Технология возведения зданий и сооружений / Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А., – М.: Высшая школа, 2008. – 446 с.
4. Кондрашкин, О.Б. Технология монтажа большепролетных стальных конструкций на примере пространственных решётчатых арок ребристо-кольцевого купола / Кондрашкин О.Б., Кривошапкина Е.А., Хряпченкова И.Н. // Приволжский научный журнал. – 2025. -3 (75). – С.97–102.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО ПАСПОРТА ЭКСПЕРТА

Свинарчук А.Л., Михальченко О.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Современная экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий характеризуется ростом сложности объектов капитального строительства и увеличением междисциплинарности проектных решений. В этих условиях ключевым фактором качества экспертизы становится не только уровень подготовки отдельных специалистов, но и корректное формирование состава экспертных групп, обеспечивающих полноту и согласованность анализа проектных решений.

Целью исследования является разработка метода определения состава экспертной группы на основе цифрового профиля профессиональных компетенций экспертов. Метод основан на создании Цифрового паспорта эксперта (ЦПЭ) — структурированной модели оценки и верификации профессиональных компетенций специалистов, участвующих в экспертизе проектной документации и результатов инженерных изысканий.

Методологической основой исследования послужил многоэтапный анализ массива из 416 исходных критериев, предложенных рабочей группой из 38 специалистов экспертных организаций. Для агрегирования критериев применён метод Дельфи, включающий последовательные этапы выявления избыточности, концептуальной унификации и консенсусной фильтрации экспертных суждений. В результате исходный набор был оптимизирован до инвариантной матрицы из 40 критериев, распределённых по трёхэтапной структуре оценки: общие критерии, профессиональные компетенции (hard skills) и поведенческие компетенции (soft skills).

Сформированная модель обеспечивает системное представление профессионального профиля эксперта и позволяет интегрировать количественные и качественные параметры оценки. Инвариантная матрица компетенций стала основой метода интегрального цифрового профиля эксперта, формирующего цифровую модель компетенций специалиста на основе совокупности документируемых данных, экспертной верификации и результатов профессиональной деятельности.

Предложенный подход позволяет перейти от оценки отдельных специалистов к алгоритмическому формированию экспертных групп. Для решения данной задачи применяется метод анализа иерархий, позволяющий сопоставлять цифровые профили экспертов с требованиями конкретного объекта экспертизы. В качестве критериев отбора используются параметры сложности объекта капитального строительства, включая его вид, уровень ответственности, категорию и технологические особенности.

Таким образом, формируется процедура определения состава экспертной группы, при которой цифровые профили специалистов сопоставляются с требованиями рассматриваемого объекта, а оптимальная комбинация экспертов определяется на основе многокритериального анализа. Такой подход обеспечивает согласованность компетенций участников экспертной группы, снижает влияние субъективных факторов и повышает обоснованность принимаемых экспертных решений.

Полученные результаты подтверждают, что использование цифровых профилей компетенций позволяет формировать экспертные группы с заданными профессиональными характеристиками и обеспечивает возможность автоматизированного подбора специалистов для проведения комплексных и междисциплинарных экспертиз. Разработанный метод может рассматриваться как инструмент повышения прозрачности и воспроизводимости процедур экспертной оценки в строительной отрасли.

Список литературы

1. Saaty T. L., Vargas L. G. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. — Springer, 2012. — 345 p.
2. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок: 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Статистика, 1980. — 263 с.
3. Марычева П.Г. Методика оценки компетентности экспертов // Вестник СГТУ. Серия технические науки. - 2018. - № 4. - С. 29-40.
4. Гуцыкова С.В. Метод экспертных оценок. Теория и практика. М.: Институт психологии Российской академии наук, 2011. 144 с.
5. Сидельников Ю.В. Системный анализ экспертного прогнозирования. М.: Московский авиационный институт, 2007. 453 с.
6. Кукушкина С.Н., Метод Дельфи в форсайт-проектах // Форсайт. 2007. № 1 (1). С.68–72.
7. C. E. Shannon. A Mathematical Theory of Communication//The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656, July, October, 1948.
8. Cover T. M., Thomas J. A. Elements of Information Theory. Wiley, 2006.
9. Лapidус А.А., Михальченко О.Ю., Ткач А.А. Использование метода анализа иерархий для ранжирования рисков при строительстве объектов капитального строительства // Труды НГАСУ = Proceedings of the Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2025. Т. 28, № 1 (95). С. 66–84.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ: ПРЕДПРОЕКТНАЯ И ПРОЕКТНАЯ СТАДИИ

Сколубович А.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Жизненный цикл очистных сооружений начинается задолго до момента запуска – еще на предпроектной стадии. Именно здесь закладываются экономические, технические и эксплуатационные характеристики объекта, которые будут определять его эффективность в течение следующих десятилетий. Стоимость проектирования включает в себя множество факторов: от рельефа участка и до санитарных ограничений [1].

От степени износа и объема изменений зависит ценовая категория объекта. Порой более целесообразно построить модульную станцию рядом и затем вывести старую из эксплуатации. В иных случаях модернизация с частичной заменой оборудования и перепрограммированием систем управления позволяет сэкономить до 30% бюджета по сравнению с новой стройкой [2].

Когда очистные сооружения достигают предела своего срока службы или становятся нерентабельными, возникает необходимость их полного вывода из эксплуатации. Этот этап требует не меньшей подготовки, чем строительство, поскольку связан с юридическими, экологическими и техническими последствиями. Ошибки здесь могут обернуться не только дополнительными расходами, но и уголовной ответственностью [3].

Все приведенные выше этапы обсуждаются и планируются на самых начальных стадиях: предпроектная и проектная. Именно благодаря таким предусмотрительным действиям на ранних этапах можно избежать безграмотного управления проектом в будущем и исключить множество проектных ошибок и недочетов при реализации каких-либо проектов [4].

Список литературы

1. Андреев И.А. Безопасность водных объектов и принципы управления очистными сооружениями // Известия Самарского научного центра РАН, спец. вып.: Безопасность. Технологии. Управление. 2007. Том 1. С. 7 - 9.
2. Ржевская Т. В., Петрова П. А. Методы определения стоимости строительства на предпроектной стадии: международный опыт // Геоинфо [Электронный ресурс]. URL: [https://geoinfo.ru /product/rzhevskaya-tatyana-vasilevna/metody-opredeleniya-stoimosti-stroitelstva-na-predproektnoj-stadii-mezhdunarodnyj-opyt-43192.shtml](https://geoinfo.ru/product/rzhevskaya-tatyana-vasilevna/metody-opredeleniya-stoimosti-stroitelstva-na-predproektnoj-stadii-mezhdunarodnyj-opyt-43192.shtml) (12.09.2025).
3. Гогина Е. С., Гуринович А. Д. Применение методики L^* для оценки эффективности инвестиционных проектов сооружений очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 9. С. 36-41.
4. Нестеров А.К. Основные технико-экономические показатели предприятия // Энциклопедия Нестеровых [Электронный ресурс]. URL: <https://odiplom.ru/lab/osnovnye-tehniko-ekonomicheskie-pokazateli-predpriyatiya.html> (04.05.2025).

БИФУРКАЦИИ СЛОЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ: ОТ ДИАГНОСТИКИ ОТКЛОНЕНИЙ К УПРАВЛЕНИЮ БИФУРКАЦИОННЫМИ ПЕРЕХОДАМИ

Ткач А.А., Михальченко О.Ю.

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Реализация объектов капитального строительства характеризуется высокой степенью неопределенности, когда незначительные на первый взгляд отклонения по отдельным работам, накапливаясь, способны достигать критического порога – точки бифуркации, и провоцировать катастрофические срывы сроков и бюджета всего проекта [1, 2]. Существующие системы мониторинга фиксируют отклонения постфактум, но не позволяют прогнозировать их кумулятивный эффект [3].

В рамках исследования развита математическая модель иерархической строительной системы, изначально разработанная для диагностики текущего состояния. Ключевым усовершенствованием стало введение третьего типа данных – прогнозных значений параметров работ, наряду с плановыми и фактическими. Это позволило перейти от констатации возникших отклонений к анализу еще не произошедших.

Предлагаемый подход реализован в информационной системе и обеспечивает следующие возможности:

1. Оценка устойчивости проекта на ранних стадиях планирования при отсутствии фактических данных путем подстановки прогнозных значений.
2. Стресс-тестирование проекта – моделирование влияния единичных и комплексных гипотетических отклонений на вероятность возникновения точки бифуркации.
3. Определение «коридоров безопасности» – предельно допустимых отклонений по каждой работе, выход за границы которых ведет к необратимому росту системных рисков.

Применение разработанной методики позволяет перейти от реактивного контроля к проактивному управлению строительными проектами, обеспечивая возможность сценарного планирования, обоснованного выбора организационно-технологических решений и целенаправленного мониторинга критически важных параметров.

Список литературы

1. Алексанин, А. В. Перспективные направления развития организации строительства // Научное обозрение. 2015. № 10-1. С. 378- 381.
2. Байбурин А.Х., Самарин А.Ю. Оценка рисков ошибок проектирования // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т.14, № 4. С. 708–718.
3. Михальченко О.Ю., Лapidус А.А., Ткач А.А. Адаптивные модели управления строительной системой // Вестник Евразийской науки. 2025. Т.17, № 1.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ МЕТАЛЛА И БЕТОНА В ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Тускаева З.Р., Дзапаров А.Э.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»
(ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)»),
362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

Трубобетонные конструкции имеют ряд преимуществ в сравнении с железобетонными и стальными [1, 2]. Впервые их начали применять в качестве несущих элементов в первой половине двадцатого века. На сегодняшний день известно большое количество объектов, построенных с применением трубобетонных конструкций. Тем не менее, существуют некоторые сложности и нерешённые вопросы, которые препятствуют более широкому применению данного вида конструкций. В связи с этим сохраняется актуальность проведения исследований.

Согласно определению, данному в СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования», в трубобетонных конструкциях расчётные усилия должны быть восприняты наружной стальной оболочкой и внутренним бетонным или железобетонным ядром.

Существуют различные способы повышения эффективности совместной работы наружной стальной оболочки и внутреннего бетонного (железобетонного) ядра [3-5]. Так, известны способы предварительного обжатия бетонного ядра, позволяющие обеспечивать более высокую прочность контакта бетона с металлической оболочкой за счёт повышения сопротивления сдвигу. Другим примером является способ устройства упоров, которые перераспределяют усилия между стальной оболочкой и внутренним бетонным или железобетонным ядром. Требования по устройству упоров, например, в виде поперечных анкеров, входят в СП 266.1325800.2016 и в нормативные документы других стран. Однако, представляют интерес последующие исследования, связанные с данным вопросом.

Возникает потребность в комплексном рассмотрении принимаемых мероприятий, касающихся повышения эффективности совместной работы элементов трубобетонных конструкций и процессов организации работ при возведении этих конструкций. При проведении анализа конструктивных требований к устройству поперечных анкеров, а также при рассмотрении технологических способов их устройства можно отметить, что некоторые существующие способы состоят из сложных технологических процессов, которые затрудняют их применение. Поэтому требуется проведение исследований, касающихся вопросов обеспечения технологичности и качества исполнения трубобетонных конструкций.

Список литературы

1. Кришан, А. Л. Перспективы применения трубобетонных колонн на строительных объектах России / А. Л. Кришан, М. А. Кришан, Р. Р. Сабилов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 1(45). – С. 137-140.
2. Бидов, Т. Х. Перспективы формирования методики по повышению эффективности возведения зданий и сооружений из трубобетонных конструкций / Т. Х. Бидов, С. А. Ковалева, М. И. Магомедов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 4. – С. 120-126.
3. Кришан, А. Л. Рекомендации по проектированию трубобетонных колонн круглого и кольцевого сечения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Л. Кришан; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», 2017.
4. Курочкин, А. В. Возведение каркасных зданий с несущими конструкциями из трубобетонных элементов / А. В. Курочкин // Вестник МГСУ. – 2010. – № 3. – С. 82-86.
5. Угляница, А. В. К вопросу о совершенствовании конструкции и технологии изготовления трубобетонных колонн / А. В. Угляница, М. Н. Думикян // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью : Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции, Кемерово, 27–28 ноября 2018 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – С. 93-96.

ТЕОРИЯ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ПРИЛОЖЕНИЯХ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЗАДАЧАМ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Федосов С.В.

Национальный Исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26, корп. 2

Герой Социалистического Труда Академик АН СССР
С.С. Кутапеладзе *«Растущий паровой пузырь в процессе
кипения так же неисчерпаем, как и атом».*

Слова академика С.С. Кутапеладзе вынесены автором предлагаемого доклада в качестве своеобразной аннотации для того, чтобы развеесть у молодых людей, заканчивающих технические ВУЗы закономерно появляющиеся вопросы: куда идти дальше? В науку (?). В бизнес (?). В строительство (?). Ведь они полагают, что все открытия в науке уже совершены, а непосредственно заниматься наукой, скучно.

Современные технологии строительства, как и прежде, основной своей задачей видят строительство объектов жилищного, военного, промышленного назначения. При этом, важнейшие задачи приходится решать как на заводских площадках для производства строительных материалов и изделий, так и непосредственно на объектах, возводимых на территориях.

Кроме того, на всех этапах логистической цепочки производства материалов, строительно-монтажных работ, возведение конструкций зданий и сооружений на «этапах жизненного цикла» существуют особые точки. Авторы 10-ти томного учебника (М.Н. Ершов, А.А. Лапидус, В.И. Теличенко «Технологические процессы в строительстве», М., АСВ, 2016) отмечают: «при производстве строительно-монтажных работ на объекте необходимо учитывать множество факторов. *Особое значение имеют климатические, погодные и региональные условия*».

Температура и влажность – два основных фактора состояния любой среды: газовой (воздушной), жидкой, твердой. Именно они, их взаимодействие, кинетика (изменение во времени) и динамика (изменение во времени по координатному пространству), и определяют как явные, так и неявные закономерности взаимодействия материалов строительных конструкций, влияя в итоге на их долговечность, комфортность, эксплуатационную надежность.

В основе создания и периодического обновления нормативной документации (ГОСТов, СНиПов, служебных инструкций) лежат результаты теоретических и экспериментальных изысканий явлений теории тепло-массопереноса и напряженно-деформированного состояния твердого тела со средой существования и эксплуатации, как в атмосфере воздушного пространства, так и в морских, речных водоемах, грунтах.

В докладе кратко излагаются основные положения теории тепло-массопереноса в приложении к строительным технологиям.

5 СЕКЦИЯ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН В ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНОМ ПОРИСТОМ БЕТОНЕ*

Егерва Э.Н., Мышев А.П.

Московский государственный строительный университет,
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Работа посвящена численному исследованию распространения продольных волн в функционально-градиентном пористом бетоне (FGM) при сейсмических воздействиях. В отличие от традиционных однородных материалов, градиентная структура позволяет управлять волновыми процессами. Целью работы является оценка влияния пористости на скорость волны, рассеяние энергии и напряженное состояние.

Моделирование выполнено в ПК Abaqus (Explicit dynamic analysis) на трехмерной модели балки (2×0,2×0,2 м). Рассмотрены три состояния материала: однородный бетон (0 %), FGM с 20 % и 40 % пористости. Модуль Юнга и плотность изменялись по толщине согласно зависимостям от φ — пористость [1, 2]. На нижнюю грань модели подавалось динамическое воздействие, имитирующее землетрясение интенсивностью 9 баллов.

Анализ осциллограмм перемещений U1 позволил определить скорости распространения фронта волны. Для однородного бетона скорость составила 3650 м/с. В FGM с 20 % пористости скорость снизилась до 3418 м/с, а с 40 % — до 3000 м/с. Полученная зависимость скорости от пористости представлена на рис. 1. Падение скорости связано с уменьшением эффективной жесткости материала и носит нелинейный характер с ускорением при увеличении пористости свыше 20 %, что свидетельствует о переходе материала в «более мягкий» режим деформирования.

Анализ полной энергии (Total Energy) показал, что в однородном материале волна распространяется с минимальными потерями. В FGM с 40 % пористости наблюдается интенсивное рассеяние энергии: график TE выходит на нулевые значения без характерных колебаний, что говорит о блокировании фронта высокопористыми слоями. Анализ напряжений S11 подтвердил эти выводы: в однородном блоке фронт напряжений доходит до верхней грани без затухания, тогда как в FGM с высокой пористостью амплитуда S11 в верхних слоях падает практически до нуля. Установлено, что функционально-градиентная структура и повышенная пористость позволяют снизить скорость продольной волны с 3650 до 3000 м/с и обеспечить интенсивное рассеяние энергии, что может быть использовано при проектировании сейсмостойких конструкций [3].

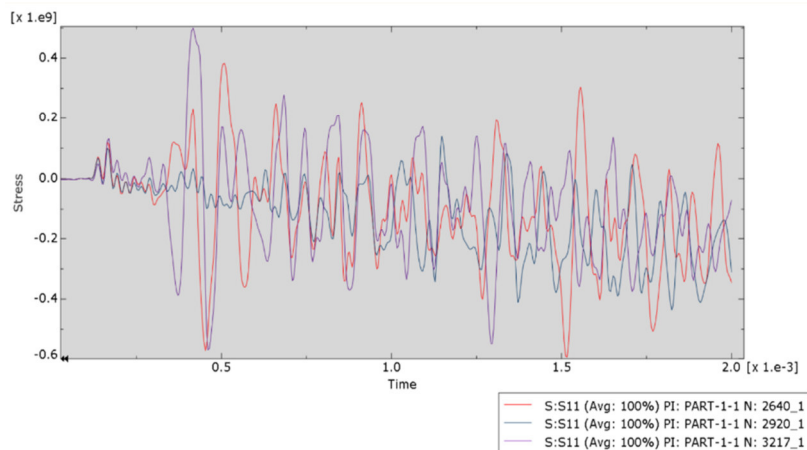


Рисунок 1 - Эволюция продольных напряжений S11 градиентного балочного элемента ($\varphi = 40\%$)

Список литературы

1. Zhang, L. G., & Zhu, H. Propagation of P-waves in functionally graded materials // *Mechanics of Materials*. — 2018. — P. 45–52.
2. Heshmati, M., Jalali, S. K., & Pugno, N. M. Wave propagation in beams with functionally graded porosity distribution under highly transient axial and transverse impacts // *Thin-Walled Structures*. — 2024. — Vol. 196. — P. 111548.
3. Tahir, S. I., Chikh, A., Tounsi, A., Al-Osta, M. A., Al-Dulaijan, S. U., & Al-Zahrani, M. M. Wave propagation analysis of a ceramic-metal functionally graded sandwich plate with different porosity distributions in a hygro-thermal environment // *Composite Structures*. — 2021. — Vol. 269. — P. 114030.

ДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ВИБРАЦИЙ В ПЛИТАХ ИЗ ПОРИСТОГО ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНОГО БЕТОНА *

Егерев Э.Н., Шахов Г.А.

Московский Государственный Строительный Университет (НИУ МГСУ),
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Выполнено численное исследование процессов распространения и поглощения упругих волн в плитах из пористого функционально-градиентного бетона (ФГБ). Целью работы является сравнительный анализ влияния различных топологий градиента пористости на демпфирующую способность конструкции при вибрационных и акустических нагрузках. Моделирование реализовано методом конечных элементов в среде Abaqus 2024 с использованием метода прямого гармонического анализа (Steady-State Dynamics). Физико-механические свойства материала (модуль Юнга, плотность, коэффициенты демпфирования Рэлея) задавались как функции локальной пористости для каждого из пяти функциональных слоев.

Рассмотрены три конфигурации распределения пористости по толщине плиты: широкий линейный градиент (0–40%), умеренный линейный градиент (0–20%) и дискретно-ступенчатый профиль (0-0-10-30-40%). Эффективность диссипации оценивалась по логарифмическому коэффициенту прохождения (Transmission Loss, TL). Установлено, что структура с умеренным градиентом (до 20%) является акустически прозрачной ($TL < 0,4$) и неэффективна для виброзащиты. Показано, что дискретно-ступенчатая топология превосходит линейные аналоги (см. рис. 1). Наличие резких межслойных скачков акустического импеданса создает режим «волнового затвора», обеспечивая максимальную широкополосную диссипацию с пиковым значением $TL = 6,5$ дБ на частоте 1,9 кГц, что соответствует снижению амплитуды колебаний в 2,11 раза. Полученные результаты позволяют оптимизировать топологию пористости ФГБ для создания эффективных виброакустических экранов и фундаментов под динамическое оборудование.

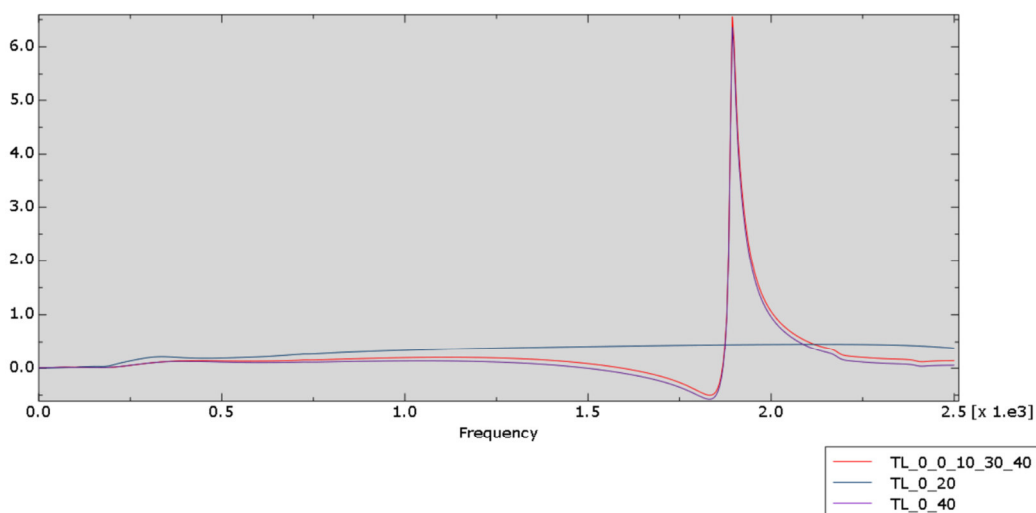


Рисунок 1 – Сравнительный анализ частотных зависимостей коэффициента прохождения (TL) для различных топологических конфигураций градиента пористости.

Список литературы

1. Chen, D., Gao, K., & Zhang, L. Functionally graded porous structures: Analyses, performances, and applications – A Review. *Thin-Walled Structures*. 2023, 185, 110603.
2. Liu, Y., & Zhao, B. Vibration damping characteristics of functionally graded porous cementitious composites: Experimental and numerical study. *Journal of Building Engineering*. 2023, 68, 106091.
3. Матвеев В. П., & Шардаков, И. Н. Анализ диссипативных свойств и волновых процессов в функционально-градиентных пористых телах при динамическом нагружении. *Вычислительная механика сплошных сред*. 2023, 16(1), 5-18.

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАНОЖИДКОСТЕЙ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Краснолуцкий С.Л., Рудяк В.Я.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Теплопроводность наножидкостей с одностенными углеродными нанотрубками (ОСУНТ) изучается уже около двадцати лет [1]. Однако всё ещё остается невыясненным ряд фундаментальных вопросов. (1) Как теплопроводность наножидкостей изменяется в зависимости от аспектного отношения (отношение длины к диаметру) ОСУНТ? (2) Как теплопроводность наножидкости зависит от длины ОСУНТ? (3) Как теплопроводность наножидкостей с ОСУНТ зависит от их концентрации? (4) Как теплопроводность наножидкостей с ОСУНТ соотносится с теплопроводностью наножидкостей с обычными сферическими частицами? Данная работа посвящена ответам на эти вопросы.

Целью данной работы является молекулярно-динамическое (МД) моделирование коэффициента теплопроводности наножидкости на основе метанола с добавлением одностенных углеродных нанотрубок (ОСУНТ).

Мы использовали нанотрубки с индексами хиральности ($m = 8, n = 8$) типа «кресло» диаметром 1.1 нм и длиной 7.2 и 14.6 нм. Они состояли из 960 и 1920 атомов углерода соответственно. Количество молекул метанола в ячейке моделирования составляло 45–105 тысяч. Весовая концентрация нанотрубок w составляла 1.5%–6%.

Коэффициент теплопроводности наножидкости (бинарной смеси) вычислялся согласно флуктуационно-диссипационной теореме с учётом диффузионного движения нанотрубок.

Моделирование проводилось в кубической ячейке с периодическими граничными условиями с помощью свободного пакета LAMMPS.

Взаимодействие молекул между собой определялось потенциалом Леннарда-Джонса. Каждая ОСУНТ моделировалась набором атомов углерода, взаимодействующих с помощью потенциала AIREBO.

На рис. 1 приведена зависимость нормированного коэффициента теплопроводности λ_r наножидкости от весовой концентрации w нанотрубок длиной 7.2 нм. Коэффициент теплопроводности наножидкости показывает почти линейный рост.

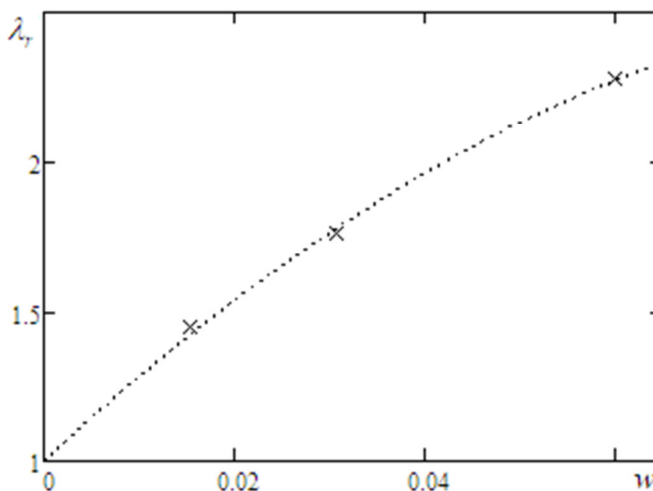


Рисунок 1 – Зависимость нормированного коэффициента теплопроводности λ_r наножидкости от весовой концентрации нанотрубок длиной 7.2 нм

Рассчитаны вклады в коэффициент теплопроводности, связанные с молекулярным переносом и взаимодействием молекул флюида и атомов нанотрубок.

Список литературы

1. Sajid M.U., Ali H.M. Thermal conductivity of hybrid nanofluids: A critical review // Int. J. Heat and Mass Transfer. 2018. Vol. 126(A). P. 211–234.

ИСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ И НАНОЖИДКОСТЕЙ В ВАКУУМНОЙ И НАГРЕВАЕМОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рудяк В.Я.¹, Лежнев Е.В.^{1,2}

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Испарение наноразмерных капель сейчас очень актуально, так как эта тема стоит на стыке фундаментальной физики и прорывных технологий. На этом уровне классическая термодинамика перестает работать, эксперименты очень сильно затруднены, в связи со всем этим, исследования в этой области очень важны.

В данной работе предлагаются две методики испарения капли жидкости методом молекулярной динамики, используя пакет lammps. В начальный момент времени капля жидкости помещается в центр кубической ячейки. Стенки ячейки мы сделали с зеркальным отражением. Взаимодействие молекул между собой описывалось потенциалом Леннарда-Джонса.

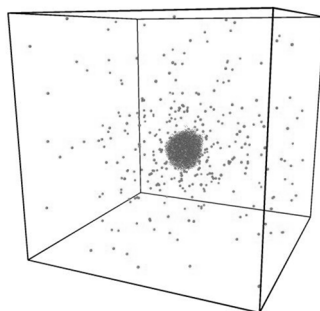


Рисунок 1. Испарение капли в вакууме. Со временем испарившиеся молекулы образуют газ в заданном объеме

При испарении капли жидкости в вакууме, после предварительного расчета, капля нагревалась, используя термостат *nvt*, а для испарившихся молекул использовался термостат *nve*. В начале, когда молекул в капле было довольно много, капля практически не двигалась и нагреваемая область содержала в себе молекулы капли. Однако, по мере испарения молекул, скорость центра масс капли существенно возрастала и наблюдалась разница между температурой в собственной системе координат и в лабораторной системе координат, Рис. 1.

Другая методика испарения капли в нагреваемой среде подразумевала испарение капли в атмосфере. В этом случае для молекул капли и испарившихся молекул использовался термостат *nve*, а для молекул, составляющих атмосферу, использовался термостат *nvt*. Поддерживая постоянную температуру атмосферы, нагревалась также капля и происходило ее испарение.

При этом мы наблюдали за следующими параметрами: число испарившихся молекул в единицу времени, число испарившихся молекул, радиус капли от времени, скорость центра масс, температуру испарившихся молекул, температура капли в собственной системе координат и в лабораторной системе координат.

Таким образом мы испаряли как капли чистой жидкости, так и наножидкости. При испарении наножидкости обнаружилось, что образуются устойчивые кластеры, в которые входят как наночастицы, так и молекулы жидкости, которые образуют некоторую оболочку вокруг наночастиц, рис. 2.

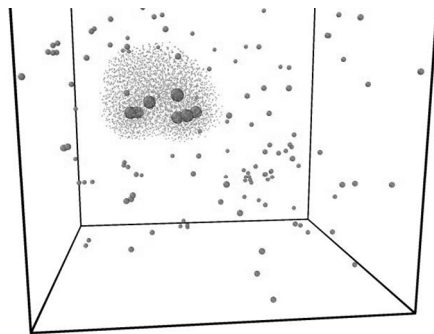


Рисунок 2. Испарение капли наножидкости в вакууме. При испарении наножидкости обнаружилось, что образуются устойчивые кластеры

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

Медведева К.Е., Немова Н.А

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н. А. Чинакала
Сибирского отделения Российской академии наук

В эпоху цифровой трансформации горнодобывающей промышленности традиционные методы оценки угольных месторождений перестают отвечать современным требованиям. Существующие подходы, основанные на статических таблицах и ручных расчетах, требуют значительных временных затрат, фрагментированы и не учитывают ключевые факторы стоимости — такие как попутные компоненты, динамику рыночных цен и технологические инновации в обогащении. Целью является разработка автоматизированной системы комплексной геолого-экономической оценки потенциала угольных месторождений, обеспечивающей сокращение времени анализа с недель до минут при одновременном учете всех значимых факторов стоимости.

Научно-техническая новизна заключается в принципиально новом подходе к оценке: месторождение рассматривается не просто как источник угля, а как комплексный ресурс, где каждый компонент — от основного угольного пласта до микроконцентраций редких элементов — имеет свою стоимость и технологические возможности извлечения. В отличие от существующих табличных решений, разрабатываемая система реализует три ключевых инновации. Первое — интеграция с внешними источниками данных в реальном времени, включая биржевые котировки металлов и курсы валют, что обеспечивает постоянную актуальность экономических расчетов. Второе — многофакторный анализ с учетом перекрестных зависимостей параметров вместо линейных табличных вычислений, что позволяет моделировать реальные взаимосвязи между геологическими характеристиками, технологиями переработки и рыночными факторами. Третье — внедрение AI-модуля на базе API нейросетей, который не только анализирует цифры, но и выявляет аномалии, сравнивает месторождение с аналогичными объектами в базе данных, генерирует технологические рекомендации и прогнозирует риски на основе исторических данных.

Функциональная структура системы включает модуль ввода геологических параметров, запасов, качества угля и попутных компонентов; модуль автоматического анализа по ГОСТ и техническим условиям; модуль интеграции с AI; модуль актуальных рыночных данных по углю и металлам; а также картографический модуль для геопространственного анализа. Практическая значимость заключается в автоматизации рутинных процессов геолого-экономической оценки, повышении точности расчетов за счет исключения человеческого фактора, оперативном реагировании на изменения рыночной конъюнктуры, выявлении дополнительных источников ценности месторождений и формировании обоснованных рекомендаций по технологиям разработки и обогащения. Система создает основу для формирования отраслевой базы знаний по угольным месторождениям, прогнозирования экономической эффективности разработки, интеграции с проектными институтами и недропользователями, а также масштабирования разработанного подхода на другие виды твердых полезных ископаемых.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПУСТОТЕЛЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ

Мирошниченко И.В.¹, Тарасов Е.А.¹, Шеремет М.А.²

¹ Томский государственный университет (ТГУ),
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

² Университет принца Мохаммада бин Фахда,
31952, Саудовская Аравия, Эль-Хубар, Шоссе Эль-Хубар-Дахран 31952

Пустотелые строительные блоки широко применяются в ограждающих конструкциях благодаря их малой теплопроводности и оптимальному соотношению массы и прочности [1-5]. Однако распределение температуры и теплообмен внутри таких блоков имеет сложный характер, обусловленный взаимодействием трёх механизмов передачи тепла – теплопроводности, естественной конвекции и излучения. Для количественной оценки их вклада и выявления оптимальных параметров конструкции всё большее значение приобретает численное моделирование.

Оптимизация формы и ориентации пустот позволяет существенно снизить конвективные потоки и повысить термическое сопротивление. Радиационный теплообмен внутри полостей также играет важную роль, и применение низкоэмиссионных покрытий ($\epsilon < 0.2$) может снизить общий тепловой поток на 10-20% без увеличения толщины стены. Анализ исследований показывает, что полное заполнение пустот пористыми материалами не всегда оправдано экономически – наибольший эффект достигается при частичном заполнении 50-60%. Вместе с тем, существующие исследования нередко рассматривают отдельные аспекты теплообмена, что приводит к противоречивым результатам и затрудняет целостную оценку теплотехнической эффективности. Численные эксперименты показали, что моделирование сопряжённого теплообмена в пустотелых блоках требует одновременного учёта лучистого и конвективного теплообмена. Для этого используются уравнения Навье-Стокса в приближении Буссинеска, и методы дискретных направлений или зональные методы для описания излучения. Корректная постановка краевых условий также играет ключевую роль в получении достоверных результатов.

В настоящем докладе представлен комплексный обзор современных работ, посвящённых математическому моделированию сопряжённого теплообмена в пустотелых строительных блоках. Наряду с результатами других авторов приведены данные собственных численных исследований, направленных на оценку влияния геометрических и радиационных факторов на гидродинамику и теплообмен. Проведённый анализ подтверждает, что применение строгих методов математического моделирования позволяет не только количественно оценить вклад отдельных механизмов теплообмена, но и выявить оптимальные конструктивные решения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Номер проекта 25-79-10293).

Список литературы

1. Fogiatto M. A., Santos G. H. d., Catelan J. V. R. Numerical two-dimensional steady-state evaluation of the thermal transmittance reduction in hollow blocks // *Energies*. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 449.
2. Omidpanah M., Mirjalily S. A. A., Kargarsharifabad H., Shoeibi S. Numerical simulation of combined transient natural convection and volumetric radiation inside hollow bricks // *Journal of Heat and Mass Transfer Research*. – 2021. – Т. 8. – С. 151–162.
3. Dgheim J., Rizk K., Cherif Y., Antczak E., Farah E., El Hajj N. Enhancements in hollow block technology: comprehensive thermal and mechanical characterizations // *Energies*. – 2024. – Т. 17. – С. 6133.
4. Venkatesan M., Raja M., Sivakamsi S., Dineshkumar P., Arputhanathan R. Experimental study of thermal performance on waste in-filled building wall construction // *International Journal of Thermophysics*. – 2022. – Т. 43, № 3. – С. 156.
5. Hu W., Xia Y., Li F., Yu H., Hou C., Meng X. Effect of the filling position and filling rate of the insulation material on the insulation performance of the hollow block // *Case Studies in Thermal Engineering*. – 2021. – Т. 26. – № 101023.

НЕГЕНОМНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРЕГНЕНОЛОНА И ПРОГЕСТЕРОНА

Мокрушников П.В., Рудяк В.Я.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Негеномные эффекты гормонов проявляются через изменение структуры плазматических мембран. **Целью** данного исследования является изучение изменения структуры мембран при взаимодействии прегненолона и прогестерона с мембранами эритроцитов. Выбор прогестерона и прегненолона объясняется тем, что они обладают защитным действием при болезни Альцгеймера.

Методы и алгоритмы: для достижения этой цели спектрометрическими методами изучались изменение конформации мембранных белков с помощью измерения зависимости их собственной флуоресценции от концентрации прегненолона и прогестерона во взвеси. Для изучения изменения структуры липидного бислоя измерялись, с помощью зонда пирен, зависимости относительной микровязкости мембран эритроцитов от концентрации прегненолона и прогестерона во взвеси. Методом ИК-спектроскопии изучались изменения межмолекулярных взаимодействий в мембранах при их взаимодействии с прегненолоном и прогестероном.

Результаты: измерение собственной флуоресценции мембранных белков. При взаимодействии с плазматическими мембранами прогестерона и прегненолона наблюдается тушение собственной флуоресценции мембранных белков. По этим данным, используя методику Атталаха [1], были рассчитаны константы связывания гормонов с мембраной. Для прогестерона константа связывания с мембраной $K_f = (5.2 \pm 0.4) \cdot 10^5 \text{ M}^{-1}$, для прегненолона $K_f = (8.5 \pm 0.7) \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}$.

Измерение относительной микровязкости мембран эритроцитов флуоресцентным методом. Одной из характеристик мембран, которая меняется при изменении её структуры, является микровязкость её липидного бислоя [1]. Кривые зависимостей относительных микровязкостей липидного бислоя от концентрации прогестерона или прегненолона в белок-липидной и липид-липидной областях взаимодействия очень близки, это говорит о том, что в этих областях увеличение микровязкости липидного бислоя происходит на одну и ту же величину. Следовательно, в отличие от взаимодействия гормонов стресса и андрогенов с мембранами [1-3], взаимодействие прогестерона и прегненолона с мембранами не ведёт к образованию белок-липидных доменов, в которых поверхностная плотность липидов в доменах выше, чем в среднем по мембране. Таким образом, прегненолон и прогестерон взаимодействуют с молекулами мембраны, меняя конформацию мембранных белков и структуру липидного бислоя мембран. Но белок-липидные домены в мембранах при этом не образуются. Причины такого взаимодействия выявлены с помощью ИК-спектроскопии.

Результаты измерения поглощения мембранами электромагнитного излучения с помощью ИК-спектроскопии. Анализ ИК-спектров поглощения мембран эритроцитов крыс, проинкубированных с прогестероном, показал, что происходит статистически значимые уменьшения доли неупорядоченных структур мембранных белков по сравнению с контролем с $(14.4 \pm 1.0)\%$ до $(9.5 \pm 1.0)\%$ и доли β -структур по сравнению с контролем с $(30.3 \pm 1.4)\%$ до $(17.7 \pm 1.0)\%$. Вместе с этим происходит статистически значимое увеличение доли α -спиралей с $(55.3 \pm 2.6)\%$ до $(72.8 \pm 3.7)\%$. Таким образом, обнаружено значительное изменение вторичной структуры мембранных белков, происходит переход неупорядоченной структуры и β -структур в α -спирали.

Прегненолон, в отличие от прогестерона, слабее связывается с мембранными белками и незначительно меняет его структуру. На это указывает на два порядка меньшая константа связывания прегненолона с мембраной по сравнению с аналогичной величиной для прогестерона. Подтверждается этот вывод также расчётом долей вторичных структур мембранных белков при взаимодействии мембран с прегненолоном, который показал, что происходит статистически незначимые уменьшения по сравнению с контролем доли α -спиралей с $(55.3 \pm 2.6)\%$ до $(53.1 \pm 2.5)\%$ и доли β -структур с $(30.3 \pm 1.4)\%$ до $(29.1 \pm 1.4)\%$. Вместе с этим происходит статистически незначимое увеличение доли неупорядоченных структур по сравнению с контролем с $(14.4 \pm 1.0)\%$ до $(17.8 \pm 1.0)\%$. Таким образом, при взаимодействии прегненолона с мембранами обнаружено незначительное изменение вторичной структуры мембранных белков, происходит переход β -структур и α -спиралей в неупорядоченные структуры.

Список литературы

1. Мокрушников, П.В. Структурные переходы в мембранах эритроцитов (экспериментальные и теоретические модели): монография / П.В. Мокрушников, Л.Е. Панин, В.Е. Панин, А.И. Козельская, Б.Н. Зайцев – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2019. – 284 с.
2. Mokrushnikov, P.V. Mechanical Stresses in the Lipid Bilayer of Erythrocyte Membranes. In: Ashrafuzzaman M. (Ed.). Lipid Bilayers: Properties, Behavior and Interactions. NY: Nova Science Publishers. – 2019. – P. 43-91.
3. Мокрушников, П.В. Роль β - и α -структур мембранных белков в изменении структуры плазмалеммы / П.В. Мокрушников, В.Я. Рудяк // Биохимия. – 2025. – том 90(1). – С. 87-106.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ И ДИАМЕТРА ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА РЕОЛОГИЮ НАНОЖИДКОСТЕЙ

Рафальская Т.А., Рудяк В.Я.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Наножижностями обычно называют не только суспензии с наночастицами, но и с углеродными нанотрубками (УНТ). Вязкость наножижкостей с УНТ значительно превышает не только вязкость крупнодисперсных жидкостей, описываемых классическими теориями, но и вязкость наножижкостей с обычными сферическими наночастицами [1]. Причины появления такой высокой вязкости наножижкостей с УНТ были исследованы в работе [2] – это структурирование молекул базовой жидкости вблизи УНТ или наночастиц, вязкость таких наножижкостей увеличивается с увеличением длины и концентрации УНТ.

Целью настоящей работы является изучения влияния диаметра УНТ различной длины на вязкость и реологию наножижкостей.

Методом неравновесной молекулярной динамики моделировалось течение Куэтта между двумя пластинами (базовая жидкость – бензол). Результаты показали, что вязкость наножижкостей с самыми длинными УНТ (14.6 нм) диаметром 2.983 нм лишь незначительно превосходит вязкость наножижкости с самыми короткими УНТ (1.105 нм) диаметром 0.814 нм. При высоких скоростях сдвига появляется изгиб сечения УНТ большого диаметра, оно вытягивается, приобретая овальную форму. УНТ небольшой длины выстраиваются, ориентируясь по профилю скорости жидкости между стенками канала.

Радиальная функция распределения молекул бензола вокруг УНТ, показала, что внутри УНТ большого диаметра располагаются молекулы бензола, что дополнительно увеличивает массу УНТ, снижает ее тепловую скорость и следовательно, увеличивает вязкость наножижкости при малых скоростях сдвига.

Важным параметром УНТ является аспектное отношение (АО) – отношение длины УНТ к диаметру. Исследование показало, что УНТ, имеющие одинаковое АО разворачиваются вдоль стенок канала при одинаковых скоростях сдвига. В этом случае возникает упорядоченное движение УНТ, что влияет на вязкость наножижкости. Однако, только АО не может определить характер реологии наножижкости, необходимо также, чтобы массовая концентрация УНТ в базовой жидкости была одинаковой (рис. *a*). Наножижкости на основе УНТ являются значительно более вязкими, чем с наночастицами. Сопоставимую вязкость имеют только наножижкости с УНТ большого диаметра и малой длины (рис. *b*).

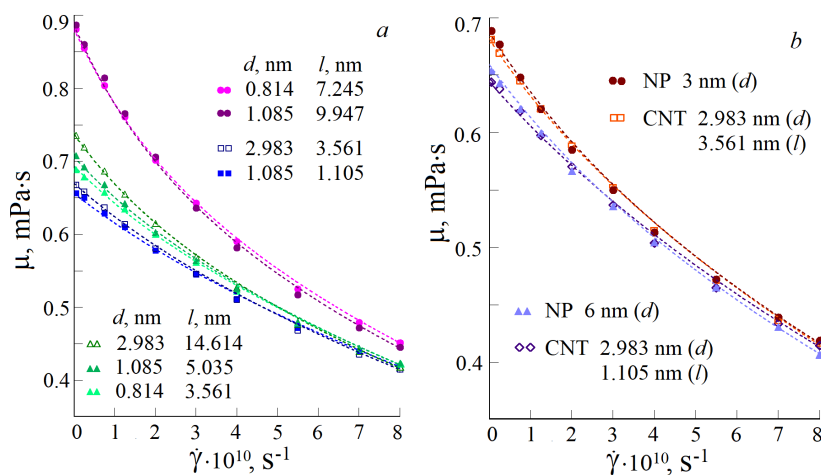


Рисунок 1 – Сравнение реологии наножижкостей с УНТ, имеющими близкие значения аспектного отношения (*a*) и наножижкостей с УНТ и наночастицами (*b*)

Получены корреляции, описывающие зависимость критических скоростей сдвига изменения реологии наножижкостей в зависимости от концентрации УНТ, их длины и диаметра. При высоких скоростях сдвига разница между вязкостью наножижкостей с УНТ, имеющими различные характеристики монотонно уменьшается. Это уменьшение обусловлено изменением механизмов диссипации импульса в системе при наличии скорости сдвига.

Список литературы

1. Rudyak V. Ya., Belkin A. A., Rafalskaya T.A. // Journal of Molecular Liquids. 2024. 403. 124805. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2024.124805>.
2. Рудяк В.Я., Рафальская Т.А. Реология наножижкостей с одностенными углеродными нанотрубками // Прикладная механика и техническая физика. 2025. Т.66. № 5. С. 92-103. DOI: 10.15372/PMTF202515658.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ВЫБОР СХЕМЫ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

Рафальская Т.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Снижение расчетной температуры воды в теплосети может привести к существенному увеличению ее расхода. Одной из наиболее эффективных мер для снижения расхода воды в теплосети является увеличение расчетной разности температур воды в системе отопления. Это будет возможно, если снизить расчетную температуру воды в обратной магистрали системы отопления. Известные исследования рассматривают в основном экономическую составляющую такого решения.

Цель работы – исследование возможности сокращения расходов сетевой воды за счет увеличения температурного перепада в системе отопления при обеспечении требуемой температуры внутреннего воздуха помещений.

В существующих схемах тепловых пунктов рекомендуется применять двухступенчатые схемы, в которых для предварительного нагрева водопроводной воды на горячее водоснабжение используется теплота обратной магистрали системы отопления. В низкотемпературных системах отопления этой теплоты может быть недостаточно, поэтому более эффективной может оказаться одноступенчатая параллельная схема теплообменников горячего водоснабжения.

Проводилось моделирование режимов регулирования системы теплоснабжения с различным соотношением расчетных тепловых нагрузок горячего водоснабжения и отопления при различных расчетных температурах воды в подающей магистрали теплосети и обратной магистрали системы отопления как для двухступенчатых, так и для одноступенчатых схем теплового пункта [1,2]. Результатом моделирования является определение текущей температуры внутреннего воздуха помещений при изменении наружной температуры, температуры воды в тепловой сети с учётом переменного водопотребления в системе горячего водоснабжения и тепловой аккумуляции зданий (см. рис.).

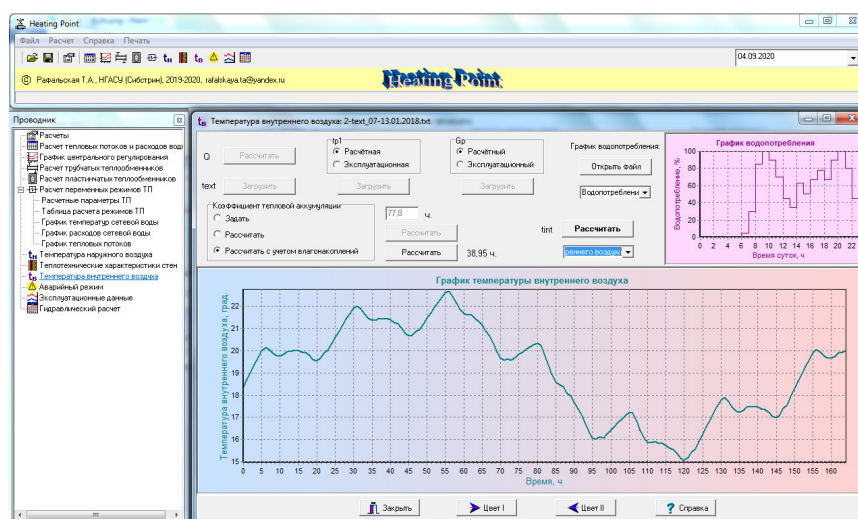


Рисунок 1 – Моделирование возможности системы теплоснабжения обеспечить требуемую температуру внутреннего воздуха помещений

Результаты исследования позволили выбрать оптимальную схему теплового пункта как по экономическим, так и по теплотехническим показателям, которыми являются расчетное соотношение тепловой мощности горячего водоснабжения и отопления и расчетные температуры воды в тепловой сети.

Список литературы

1. Рафальская Т.А., Рудяк В.Я. Выбор схемы теплового пункта при центральном регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения // Известия вузов. Строительство. 2025. № 9. С. 95-107. DOI: 10.32683/0536-1052-2025-801-9-95-107.
2. Рафальская Т.А. Влияние температурного перепада в тепловой сети на выбор схемы теплового пункта // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 1. С. 207–221. DOI: 10.31675/1607-1859-2026-28-1-207-221. EDN: OOFMRD

МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. МОТИВАЦИЯ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Рудяк В.Я.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Окружающая нас среда характеризуется огромным множеством ее объектов и протекающих в ней процессов. Характерные линейные и временные масштабы этих процессов меняются от видимых и измеримых размеров Вселенной до размеров элементарных частиц, включая кванты тех или иных физических полей. Разброс значений этих масштабов огромен, поэтому попытка построить единое их описание бесперспективна. При моделировании тех или иных объектов или процессов всегда следует это делать во вполне определенном пространственно-временном континууме. В дальнейшем в этом докладе будут рассматриваться анализироваться лишь объекты и процессы в обычных условиях. Как правило на практике необходима достаточно ограниченная информация о динамике объектов или процессов. Речь идет об изменении во времени размеров рассматриваемой системы, ее импульса, энергии, количества вещества и т.п. Чтобы получить соответствующую информацию, необходимо построить модель такой системы и ее динамики. Поскольку рассматриваются лишь некоторые интегральные характеристики, называемые обычно макроскопическими (именно они являются непосредственно наблюдаемыми), то соответствующий метод описания также носит название макроскопического. Примером такого описания является гидродинамическое моделирование динамики атмосферы и океана, других водных бассейнов, крови в сосудах у человека и животного и т.д. Нетрудно привести и другие примеры.

Вместе с тем все рассматриваемые объекты имеют молекулярную природу. Поэтому ясно, что если необходима более подробная информация об эволюции исследуемых объектов или процессов, то при моделировании следует исходить именно из такого их описания. Если ограничиться процессами и системами в обычных условиях, то методом, позволяющим получить соответствующую информацию, является метод молекулярной динамики. В этом случае эволюция соответствующей молекулярной системы описывается уравнениями Ньютона для всех ее молекул (атомов). Целью данного доклада и является систематический анализ такого молекулярного описания динамики рассматриваемой системы. Речь в дальнейшем будет идти лишь о системах, динамика которых описывается классической механикой. Первая часть доклада посвящена обсуждению метода молекулярной динамики. Здесь подробно анализируются современные алгоритмы, реализующие этот метод.

- Схемы решения уравнений Ньютона.
- Постановка начальных и граничных условий.
- Различные методы регуляризации фазовых траекторий, включая использование тех или иных термостатов.
- Точность метода молекулярной динамики.
- Способы интерпретации молекулярно-динамических данных.

Метод молекулярной динамики основан на решении уравнений Ньютона, причем силы межмолекулярного взаимодействия предполагаются потенциальными. В действительности эти силы всегда имеют стохастические составляющие, обусловленные, в частности, случайным характером распределения электронных оболочек взаимодействующих молекул. Таким образом, адекватное и последовательное описание динамики любой молекулярной системы является стохастическим. Во второй части доклада анализируются возможные методы такого описания молекулярных систем. В частности, рассмотрены:

- Методы использования стохастических уравнений.
- Метод прямого статистического моделирования разреженного газа.
- Метод стохастического молекулярного моделирования процессов переноса в газах и жидкостях.

В заключительной части доклада обсуждаются задачи, в которых применение методов молекулярного моделирования является не только необходимым, но и единственно возможным. Здесь рассмотрены разреженный и плотный газы, дисперсные жидкости, включая наножидкости, обсуждаются причины изменения реологии флюидов, процессы переноса в микро- и наноканалах и т.д.

НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС ОТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТОКОПРОВОДНИКА ПЕРЕМЕННОЙ МОЩНОСТИ В МАССИВЕ ТВЕРДЕЮЩЕГО БЕТОНА

Федосов С.В., Исаченко С.Л., Алмхаммад Исса

¹ Национальный исследовательский московский государственный строительный университет
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Одним из наиболее ответственных и продолжительных технологических этапов строительства многоэтажных жилых и общественных зданий является этап по возведению монолитного несущего каркаса здания. Во время которого производятся технологические операции по укладке бетонной смеси в опалубку фундаментов, вертикальных и горизонтальных несущих элементов.

Ввиду растущих, в последние годы, объемов бетонирования в условиях низких температур всё большее развития приобретают методы дополнительной тепловой обработки бетонной смеси с целью ускорения процессов твердения бетонов.

При этом, для ускорения протекания реакций гидратации компонентов цементного вяжущего, а также структурообразования (в том числе для обеспечения высоких темпов бетонирования монолитных несущих конструкций) применяют способы дополнительного подвода тепловой энергии к бетонируемой монолитной конструкции.

Разработана достаточно широкая номенклатура методов бетонирования в условиях низких температур, однако наибольшее распространения получили следующие методы:

- электродный прогрев (сквозной, периферийный);
- форсированный электропрогрев (предварительный, повторный);
- электрообогрев (с помощью низкотемпературных электронагревателей высокотемпературных нагревателей ИК - излучения, греющих проводов);
- индуктивный в электромагнитном поле.

Для достижения целей по оптимизации технологических режимов строительства необходимо создание аппаратно-технологического управляющего цифрового комплекса, основным элементом которого является разработка математической модели процессов теплопереноса в массиве твердеющего бетона от токопроводящего цилиндрического устройства с боковой поверхностью теплообмена, покрытой высокотеплопроводным изоляционным материалом.

В докладе приводится постановка краевой нестационарной задачи теплопроводности от внешней поверхности цилиндра к массиву бетонной смеси, находящейся в контакте с изолятором. Основу модели составляет дифференциальное уравнение параболического типа нестационарного теплопереноса с нелинейными начальными условиями и комбинированными граничными условиями Дирихле и Неймана. Отличительной особенностью методики расчётов является циклический характер периодов повышения, выдерживания и последующего понижения мощности электрической энергии, приводящих к соответствующему изменению плотности теплового потока от изоляции нагревательного элемента к бетону. Приведены алгоритмы решения и результаты модельных расчётов.

7 СЕКЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ФИЛОЛОГИЯ
И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКОВ**

7.1 ПОДСЕКЦИЯ

ФИЛОЛОГИЯ

И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ (НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ДВУХ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН)

Бессонова А.А., Купченко Ю.А

Новосибирский государственный медицинский университет (НГМУ)
630091, Россия, Новосибирск, ул. Красный проспект, 52

В НГМУ иностранные студенты изучают четыре языковых предмета: русский язык и культуру речи, иностранный язык русский, основы перевода профессионально-ориентированного текста (ОППОТ), а также иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации (ИЯ СПК).

Каждый предмет имеет свои цели. Культура речи направлена на изучение этических норм и принципов, а также на повторение норм языка. Базовой дисциплиной изучения грамматики является иностранный язык, на втором курсе переходящий в ОППОТ. Особое значение для студентов-медиков приобретает ИЯ СПК, посвященный изучению русского языка в контексте профессиональной деятельности. Все перечисленные дисциплины способствуют разностороннему изучению языка. В данной работе мы остановимся на анализе связи между дисциплинами ОППОТ и ИЯ СПК.

Прежде всего стоит отметить, что обучение языку построено на основе аутентичных медицинских текстов. При этом лексика в этих дисциплинах дается параллельно. Так, изучение лексики по кардиохирургии на обоих предметах проводится на втором занятии. Однако материалы не являются полностью идентичными и освещают тему с разных сторон. Тексты по ОППОТ являются более академическими, формируя основные знания по лексическому материалу, тогда как тексты по иностранному языку в сфере профессиональной коммуникации являются более прагматическими и актуальными. Например, при изучении лексики по сердечно-сосудистым заболеваниям на занятии по профессиональной коммуникации разбирается текст, перечисляющий факторы риска, знакомые студентам: гиподинамия, стресс и т. п., тогда как на ОППОТ изучаются основные заболевания сердечно-сосудистой системы и их симптомы.

Грамматические темы также перекликаются между собой. Наиболее сложные темы (причастия, числительные) рассматриваются в рамках обоих курсов для лучшего усвоения материала. Некоторые темы по стилистике русского языка также рассматриваются в обоих курсах. При этом надо отметить, что изначально темы более детально разбираются на ОППОТ, после чего углубляются на ИЯ СПК, где затем усвоенный лексический и грамматический материал интегрируется в речь.

Однако, поскольку курсы имеют разные цели, то в них затрагиваются и специфические темы. В ОППОТ прежде всего рассматриваются вопросы грамматики, необходимые на уровне ТРКИ 1: глаголы движения, повелительное наклонение и другие. Изучение языка специальности, в свою очередь, имеет двойственную природу. С одной стороны, оно предполагает, знакомство с научным стилем для успешной учебной деятельности, с другой – формирование навыков коммуникации «врач – пациент» [2, с. 27]. Поэтому в нашем курсе акцент сделан на изучении научного стиля, (клише для построения научной статьи, виды конспектов) и на отработку навыков говорения, что достигается наличием диалогов и соответствующих коммуникативных заданий.

Не менее продумана работа и с различными видами речевой деятельности. Курс ОППОТ направлен в первую очередь на развитие навыков чтения и письма, тогда как ИЯ СПК, в основном, развивает аудирование и говорение. Это помогает обеспечить сбалансированное обучение различным видам речевой деятельности.

Следовательно, эти курсы построены так, что грамматика охватывает все темы, необходимые для достижения уровня В1, если следовать государственному образовательному стандарту РКИ, «этот уровень свидетельствует о возможности осуществления профессиональной деятельности в коллективах, где рабочим языком является русский» [1, с. 7]. Лексика же соотносится с профессиональной деятельностью обучающихся и изучается на основе актуальных для студентов текстов. Такое системное обучение становится возможным именно благодаря обеспечению межпредметных связей при разработке дисциплин по русскому языку как иностранному.

Список литературы

1. Государственный образовательный стандарт по русскому языку как иностранному. Первый уровень. Общее владение /Андрюшина Н.П. и др. – М. ; СПб. : «Златоуст», 1999. – 36 с.
2. Шлейникова Е. Е., Комцяи К. Б., Василенкова Л. Б. Специфика формирования учебных материалов по языку специальности для иностранных студентов-медиков // Педагогика. Вопросы теории и практики. – № 10. – 2025. – С. 26-33

7.2 ПОДСЕКЦИЯ

ФИЛОЛОГИЯ

И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

Гиренко А.Е.

Новосибирский технологический колледж питания
630087, Россия, Новосибирск, ул. Геодезическая, 15

Искусственный интеллект (ИИ) рассматривается как направление науки, в рамках которой решаются задачи программного или аппаратного моделирования интеллектуальных видов человеческой деятельности. Классификация современных технологий ИИ включает следующие типы: artificial narrow intelligence (ani), artificial general intelligence (agi), artificial super intelligence (asi). Последний тип ИИ является гипотетическим. Предполагается, что он будет превосходить интеллектуальные возможности человека и будет способен моментально решать задачи любой сложности. Одной из задач образования является развитие творческих инициатив и неординарного мышления, чему могут способствовать технологии ИИ [1].

Интерактивные образовательные ресурсы развивают личность учащегося, удовлетворение его разнообразных образовательных потребностей и включает определенные цифровые и информационно-коммуникативные технологии, которые создают условия для самостоятельной работы учащихся с информационными источниками, что помогает им в самоопределении и самореализации. ИИ помогают совершенствовать интерактивные форматы обучения, адаптировать учебные задания под разные уровни знаний, распознавать речь учащихся, выявлять ошибки, применять игровые технологии (геймификация).

Методология обучения английскому языку с помощью технологий искусственного интеллекта предполагает учет совокупности методов и подходов. Подход студентоориентированного обучения (англ. Student-centered) это учет личностных характеристик, способностей, интересов, потребностей каждого отдельного учащегося в процессе обучения иностранному языку и культуре английского языка в комфортном для себя темпе. Метод непрерывного обучения (англ. Lifelong-learning) предполагает непрерывность и многообразие обучения с использованием технологий искусственного интеллекта. Подход открытого обучения (англ. Open education) подразумевает доступность цифровых ресурсов при самостоятельном обучении. Метод «обучения на рабочем месте» (work-based learning) реализуется совместно предприятиями и колледжами для создания разнообразных возможностей обучения на рабочем месте посредством интеграции образовательных ресурсов и технологий искусственного интеллекта для формирования языковых, культурных компетенций [2].

Например, использование языковых ботов или чат-ботов (a.i.c.e., cleverbot, elbot, splotchy и др.), которые предполагают использование интеллектуальных помощников, способных генерировать реакции на запросы собеседника, оценить языковые навыки, использовать машинный перевод. Интеллектуальные системы способствуют совершенствованию языковых программ (например, режим устного перевода (interpreter mode) в приложении google assistant). Для обучения английскому языку можно использовать новые сетевые инструменты на основе искусственного интеллекта (например, jasper.ai и twee.com), решать методические задачи, адаптацию текстов по стилю, уровню сложности и оригинальности, проверять эссе, формулировать вопросы и темы, упражнения и задания, анализировать большие данные (big data); составлять smart-словари, адаптировать достижения технологий, распознавать естественный язык, составление электронных версий книжных словарей). Моделирование лингвистических явлений на уровне дискурса; составление адаптированных аутентичных текстов для формирования лексико-грамматической компетенции учащихся; совершенствование технологий распознавания естественного языка, – создание и применение интеллектуального капитала (менеджмент знаний) [3].

Создание и настройка персонализированных учебников. ИИ оценивает уровень учащегося, скорость его прогресса, а затем адаптирует учебные пособия к его потребностям и возможностям. Преподаватели могут использовать ИИ для создания учебников для конкретных групп студентов посредством загрузки собственных образовательных программ в систему. Потенциал технологий искусственного интеллекта в обучении английскому языку актуален, однако необходимо тщательно анализировать его плюсы и минусы, а также учитывать риски, которые несет в себе этот новый этап развития общества.

Список литературы

1. Шефиева Э.Ш., Исаева Т.Е. Использование искусственного интеллекта в образовательном процессе высших учебных заведений (на примере обучения иностранным языкам) // общество: социология, психология, педагогика. 2020. № 10 (78). Краснодар: издательский дом «Хорс». С. 84-89.
2. Костюкович Е.Ю. Применение искусственного интеллекта в обучении английскому языку в вузе // современное педагогическое образование: сб. статей. №1, 2023. Москва : ООО «Русайнс». С. 492–495.
3. Котенко В.В., Луценко Н.О. Перспективы применения технологий искусственного интеллекта на начальном этапе изучения иностранного языка в неязыковом вузе // ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2020. №4 (182). Санкт-петербург: национальный гос. Ун-т им. П.Ф. Лесгафта. С. 231–235.

8 СЕКЦИЯ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭКОНОМИКИ, МЕНЕДЖМЕНТА
И СОЦИОЛОГИИ**

8.1 ПОДСЕКЦИЯ

ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ЖКХ ВЫЗОВЫ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

МУЛЬТИ-АКТОРНОСТЬ БЕЗ СУБЪЕКТНОСТИ: КАК СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛЬЕМ В РОССИИ ВОСПРОИЗВОДИТ ПРЕКАРНОСТЬ

Литвинцев Д.Б.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Понятие «актора» в социологии претерпело значительную эволюцию: от классического понимания агента действия (М. Вебер, Т. Парсонс) к актантам в рамках сетевой парадигмы (Б. Латур, М. Каллон, Дж. Ло), где агентность распределена в гетерогенных сетях. В контексте теории государственного управления этот сдвиг породил категорию «мульти-акторности», отчасти концептуализированную в рамках акторно-центрированного институционализма Ф. Шарпфа [1] и представленную в трудах Э. Остром через призму полицентричных систем [2], способных к эффективной самоорганизации и коллективному разделению рисков. В западном дискурсе концепция «Multi-Actor Housing» описывает различные коллаборативные модели, где синергия государства, некоммерческого сектора и собственников жилья минимизирует риски социальной исключенности [3]. Однако при экстраполяции данного подхода на российскую институциональную реальность обнаруживается парадокс: количественное присутствие множества акторов (от застройщиков и управляющих компаний до контрольно-надзорных органов) не конвертируется в субъектность самих жильцов, а напротив, формирует режим «квази-мульти-акторности», где делегирование ответственности трансформируется в структурную воспроизводимость жилищной прекарности, что лишает домохозяйств действенных механизмов институциональной защиты.

Специфика российской модели управления жильем заключается в доминировании вертикально-интегрированных сетей, где ключевые акторы (государственные корпорации, банки, крупные девелоперы) монополизируют право на определение правил игры. В такой конфигурации субъектность собственника жилья сводится к роли пассивного реципиента услуг или заемщика, чьи возможности влияния на институциональный дизайн крайне ограничены. Если в западной практике «Multi-Actor Housing» промежуточные акторы (некоммерческие организации и т.п.) выполняют функцию медиаторов, снижающих персональную уязвимость [3], то в России операторы-посредники (управляющие компании, ресурсоснабжающие организации) зачастую действуют как агенты извлечения ренты, а не разделения ответственности. Это создает эффект «институциональной пустоты» на низовом уровне: при избытке институциональных агентов домохозяйство остается один на один с системными рисками. В результате мульти-акторность приобретает имитационный характер, становясь не формой коллективной защиты, а механизмом делегирования рисков от сильных акторов к наиболее уязвимым, что во многом и определяет сущность современной жилищной прекарности в России.

Дефицит субъектности в отечественной жилищной сфере проявляется через три ключевых механизма. Во-первых, – это институциональное отчуждение, при котором собственник жилья, формально являясь потребителем и «заказчиком» услуг, фактически исключен из процесса принятия решений из-за избыточной сложности процедур (общих собраний собственников) и доминирования профессиональных акторов [4]. Во-вторых, наблюдается асимметрия информации и ресурсов: в отношениях с банками или управляющими компаниями домохозяйство обладает наименьшим объемом знаний, навыков и компетенций (культурным капиталом по П. Бурдьё), что превращает любые мульти-акторные взаимодействия в навязывание условий со стороны более сильных игроков. В-третьих, эффект «диффузии ответственности»: при возникновении критических ситуаций (аварийное состояние жилья, неправомерный рост тарифов) множественность формально ответственных органов – муниципалитет, жилищная инспекция, прокуратура – не гарантирует решения проблемы, а создает бюрократический лабиринт, парализующий волю жильца к защите своих прав.

Таким образом, если в оригинальных концепциях акторно-центрированного институционализма и полицентричного управления мульти-акторность служит инструментом преодоления «трагедии общин» через институционализированную низовую кооперацию и совместное принятие решений, то в российском контексте она трансформируется в инструмент легитимации социальной незащищенности. Жилищная прекарность в данном случае – это не только материальная дефицитарность, но и онтологическая неустойчивость, вызванная невозможностью влиять на правила игры. Для преодоления этого парадокса требуется радикальная реконфигурация жилищной системы, направленная на восстановление субъектности собственника жилья как полноценного со-актора, обладающего реальными инструментами управления рисками и ресурсами.

Список литературы

1. Scharpf, F. W. Games Real Actors Play: Actor-Centered Institutionalism in Policy Research / F. W. Scharpf. – Boulder, CO: Westview Press, 1997. – 314 p.
2. Остром, Э. Управляя общим: эволюция институтов коллективной деятельности / Э. Остром; пер. с англ. — М.: ИРИСЭН, Мысль, 2011. – 447 с.
3. Anastasiou, A. Multi-Actor Housing to Address Vulnerabilities at a Personal and Local Level / A. Anastasiou, N. Aernouts, V. d'Auria, M. Ryckewaert // Social Inclusion. – 2024. – Vol. 12. – Art. 8441.
4. Литвинцев, Д. Б. Жилищная социология. Институт общего собрания собственников многоквартирного дома: монография / Д. Б. Литвинцев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. – 200 с.

8.2 ПОДСЕКЦИЯ

**ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ
И СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ**

ПРОБЛЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗНАНИЙ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

Батырева Д.К., Плетнева Н.Г.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
190005, Россия, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4

Цифровые технологии имеют значительное влияние на процесс реализации строительного проекта. В частности, в России поэтапно внедряются технологии информационного моделирования (ТИМ), обязательным для прохождения государственной экспертизы становится формирование сметной документации в машиночитаемом формате (XML), а также постепенно расширяется ведение электронного документооборота в строительстве, например, Росстандартом был утвержден ГОСТ на перечень электронной исполнительной документации [1, 2, 3].

Как показал анализ деятельности проектной организации наличие технологий информационного моделирования не гарантирует эффективного накопления и передачи знаний. Между объемом накопленных данных и их доступностью для использования участниками последующих проектов наблюдается разрыв в преемственности. Исследование выполнено на материалах малой проектной организации, входящей в группу компаний и реализующей проекты в сфере архитектурно-строительного проектирования преимущественно по государственному заказу. Анализ деятельности включал организационную структуру, портфель из трех проектов, процесс разработки проектной документации, а также цифровой репозиторий.

По результатам анализа выявлено, что цифровая среда строительного проекта исследуемой организации ориентирована на операционное использование. Цифровой репозиторий фиксирует факт формирования файла (кем, когда и что создано), но не сохраняет контекст принятых в процессе решений (почему и каким образом). Декомпозиция процесса «выполнение заявки на проектирование» указала на две закономерности. Явные знания в виде данных сформированных разделов проектной документации передаются последовательно от этапа к этапу, когда неявные знания, полученные экспертом в ходе выполнения задачи, не были зафиксированы формально в рамках архива проекта. Следствием является низкий уровень зрелости корпоративной цифровой памяти. Каждый последующий проект исполняется как уникальный набор управленческих решений без опоры на формализованный опыт предшествующих проектов. Характеристика цифрового репозитория в виде описания общей структуры хранимых данных подтвердила существование проблемы, так как между сущностями «Проект», «Раздел», «Специалист» и «Документ» отсутствовала сущность, хранящая контекст принятия того или иного решения. Исходя из этого был сделан вывод, что структура данных воспроизводит только сами данные без причинно-следственных связей.

Специфика кадрового состава малой проектной организации аналогично подтвердила описанные выводы. Средняя численность проектной команды составляла 12 человек, соответственно, каждый сотрудник формирует порядка 8 % совокупного кадрового потенциала проекта. Ротация или увольнение носителя неявных знаний влечет частичную утерю организационного опыта, который в полной мере не восполняется новым сотрудником. Для малой проектной организации это является стратегическим риском, так как конкурентное преимущество организации – качество формируемой документации и накопленный опыт.

В результате проблема воспроизводства знаний в цифровой среде строительного проекта имеет рекурсивный характер. Организации необходим механизм, который будет преобразовывать накопленные данные в доступные знания. Направлением совершенствования можно выделить развитие цифровой инфраструктуры с применением искусственного интеллекта для семантической обработки принятых решений будущих проектов.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1431 : Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009220002> (дата обращения: 14.03.2026). – Текст : электронный.
2. XML формат стал обязательным для приема смет на экспертизу : Минстрой России : сайт. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/xml-format-stal-obyazatelny-dlya-priema-smet-na-ekspertizu/> (дата обращения: 14.03.2026). – Текст : электронный.
3. Электронная исполнительная документация в строительстве с 1 октября 2025 года : СберКорпус : сайт. – URL: <https://www.esphere.ru/blog/elektronnaya-ispolnitelnaya-dokumentatsiya-v-stroitelstve-s-1-oktyabrya-2025-goda/> (дата обращения: 14.03.2026). – Текст : электронный.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТА В УСЛОВИЯХ ПОЛИСУБЪЕКТНОЙ СРЕДЫ ВУЗА

Веселова С.А.^{1,2}

¹Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

²Сибирский государственный университет путей сообщения,
630049, Россия, Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191

В современной педагогике для глубокого анализа педагогической действительности, образовательного процесса или отдельных его компонентов активно используют метод моделирования. Моделирование обеспечивает системность исследования, раскрывает внутренние закономерности функционирования системы, оптимизирует решение профессиональных задач и способствует продуктивному решению педагогических проблем. Значительный вклад в развитие моделирования внесли такие ученые как Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, А.Н. Дахин, Т. Ван Дейк, Е.С. Заир-Бек, А.Н. Леонтьев, В.А. Сластенин, Э.Г. Скибицкий, А.И. Субетто, Д.Б. Эльконин, Н.О. Яковлева, В.А. Ясвин, Л. Де'Калуве и др.

Педагогическое моделирование – это воспроизведение и отражение характеристик существующей системы в специально созданном объекте (модели) [1]. Объектами являются процессы, явления и сопутствующие им условия и функции; ключевая цель – построение продуктивных идеальных моделей и систем, отвечающих социально и профессионально значимым критериям [2].

В основе моделирования находится модель. Модель – это упрощённое и обобщённое искусственно созданное отражение объекта или явления в виде схемы, физического объекта или знакового выражения для воссоздания ключевых характеристик, связи и структуры исследуемого объекта с сохранением его основных черт. Анализ модели позволяет получить новую информацию о самом объекте. Как любая система, модель выполняет ряд функций: познавательную, эвристическую, информационную, иллюстративную, дескриптивную, развивающую, прогностическую, нормативную (регулирующую) и пр.

Как показывает анализ литературы, сегодня существует ряд классификаций педагогических моделей с разными основаниями. Для нашего исследования мы будем использовать понятия «жесткая» (алгоритмизированная) и «мягкая» (гибкая) модели. Впервые эти понятия использовал В.И. Арнольд, отмечая неопределённость и множественность путей развития мягких моделей и предопределённость, и исключение вариативности жестких моделей [3]. Однако, опираясь на выводы А.К. Колесникова и И.П. Лебедевой, следует отметить, что в динамике развития наиболее эффективным является иерархическое комбинирование мягких и жестких моделей, реализуемое через последовательность этапов [4]. Это не только повышает прикладную значимость модели, но открывает дополнительный потенциал для её совершенствования. С учётом многокомпонентности, взаимосвязи компонентов и этапности развития научно-исследовательской компетентности (НИК), а также возможности анализа последовательных действий, обеспечивающих реализацию цели, предлагаемая в диссертационном исследовании педагогическая модель может быть отнесена к технологическим моделям. На наш взгляд, именно технологическая модель позволяет представить процесс развития НИК в условиях полисубъектной образовательной среды как систему взаимосвязанных педагогических стратегий и тактик, обеспечивающих последовательно-поступательное движение обучающегося к стратегической цели [6].

Разработанная педагогическая модель представляет собой целостную системную организацию образовательного процесса, направленную на поэтапное развитие исследовательских компетенций обучающихся. Модель отражает динамический процесс перехода от начального уровня вовлеченности студентов в исследовательскую деятельность к профессиональной интеграции в научно-образовательное пространство. Структурные компоненты модели представлены в виде трех взаимосвязанных блоков: этапы (процессуальный компонент); блок развития НИК (содержательный компонент) – уровневую динамику развития НИК, визуализированную в виде системы пересекающихся треугольников, что символизирует преемственность и взаимодополняемость уровней, а также возможность перехода между ними; блок стратегий (технологический компонент).

Список литературы

1. Яковлев Е.В. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения / Е. В. Яковлев, Н. О. Яковлева. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. – 239 с.
2. Землянская Е. Н. Моделирование как метод педагогического исследования // Преподаватель XXI век. – 2013. – №3. С. 35-43.
3. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Доклад на семинаре при Президентском Совете РФ. URL: <http://mat.1september.ru/articles/2009/06/09> (дата обращения 10.03.2026).
4. Колесников А. К., Лебедева И. П. Мягкие и жесткие модели образовательных систем: исследование причинности // Школьные технологии. – 2013. – №2. – С. 152-159.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ ДЛЯ РЫНКА ЖИЛЬЯ

Гарина С.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Понятие «цифровизация» тесно вплетено в современный этап развития общества, актуальность этой темы продолжает оставаться на повестке дня. В теории и на практике продолжают прорабатываться и совершенствоваться вопросы, которые касаются направлений цифровизации, ширины охвата объектов и глубины возможностей для пользователей.

Для рынка жилой недвижимости цифровизация расширяет возможности по подбору, анализу, оформлению документов при сделках с объектами. Эти вопросы имеют определенный уровень охвата в соответствующих источниках.

Цифровизация направлена на этапы взаимодействия с жильем: приобретение, владение (и связанная с ним эксплуатация и обслуживание), продажа или передача по наследству. В целом, основные вопросы, при решении которых задействованы цифровые технологии, можно разделить на следующие направления: правовое, информационное, управленческое и финансовое [1, с. 281].

Как известно, для рынка жилья, впрочем, как и для других рынков соответствующих товаров, актуальной категорией является стоимость объектов. Оценка стоимости жилой недвижимости имеет достаточно высокую степень теоретической проработанности. Вместе с тем, помимо величины стоимости жилья, для покупателя является актуальным вопрос расходов, связанных с использованием объектом. Последнее, в том числе, определяет привлекательность, следовательно, влияет и на стоимость.

Наличие сложной и динамичной связи между потребительской способностью и ценами на жилую недвижимость описывается автором в источнике [2]. Связь зависит от множества экономических факторов и условий на рынке. В частности названным автором выделяется фактор кредитования на рынке жилья. В источнике сделан вывод, о том, что с учетом большого влияния на потребительскую способность привлечения кредитных средств, необходимо поддерживать или разрабатывать новые подходы к льготному ипотечному кредитованию.

Получается, что помимо стоимости (например, рыночной стоимости объекта недвижимости) для рынка жилья актуальна стоимостная оценка финансовых затрат, связанных с владением и использованием объектом. Сюда входят эксплуатационные затраты, налоги, расходы на обслуживание долга по ипотечному кредиту и т.д. Это будущие расходы, которые уже сейчас определяют привлекательность.

Таким образом, становится важным вопрос оценки будущих расходов, связанных с владением, использованием и распоряжением недвижимостью, уже на этапе приобретения жилья. Возможность проведения такой оценки напрямую связана с доступностью информации, которая уже в настоящее время существует в цифровом пространстве объектов недвижимости. Поэтому важна проработка и доработка механизмов, которые бы позволили покупателю жилья, наряду с информацией о стоимости недвижимости, оперативно получать информацию о будущих расходах. Это и будет цифровизацией пользования объектом недвижимости для рынка жилья.

Список литературы

1. Гарина, С. А. Формирование единого подхода цифровизации для собственников объектов жилой недвижимости / С. А. Гарина // Актуальные вопросы архитектуры и строительства : Материалы XVIII Международной научно-технической конференции, Новосибирск, 22–24 апреля 2025 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 2025. – С. 280-285. – EDN JOEFOJ.
2. Евдокименко, А. С. Взаимосвязь потребительской способности и ценообразования жилой недвижимости / А. С. Евдокименко // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 11-1. – С. 316-321. – DOI 10.34670/AR.2024.14.31.034. – EDN KEUFPI.

БЛОКЧЕЙН И КРИПТОВАЛЮТЫ КАК НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кизикова Е.П., Усков В.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Спбгасу),
190005, Россия, Санкт-Петербург, 3-я Красноармейская ул., 3/6

В статье рассматриваются блокчейн и криптовалюты как современные финансово-технологические явления, оказывающие существенное влияние на экономическую безопасность государств и мировой экономики в целом. Анализируются основные риски, связанные с децентрализацией финансовых потоков, высокой волатильностью цифровых активов, ограниченными возможностями государственного контроля и использованием криптовалют в незаконной экономической деятельности. Одновременно раскрывается потенциал блокчейн-технологий как инструмента повышения прозрачности, эффективности и устойчивости экономических систем. Делается вывод о необходимости формирования сбалансированного государственного регулирования, направленного на минимизацию угроз экономической безопасности при сохранении инновационного потенциала цифровых технологий.

Блокчейн и криптовалюты являются одними из наиболее значимых инноваций цифровой экономики XXI века, оказывая заметное влияние на финансовые рынки, денежно-кредитную политику и систему экономической безопасности. Появление децентрализованных технологий изменило традиционные представления о деньгах, финансовом посредничестве и роли государства в регулировании экономических процессов. С одной стороны, данные технологии открывают новые возможности для повышения эффективности расчетов, снижения транзакционных издержек и развития международной торговли, с другой — формируют комплекс новых вызовов и угроз, требующих внимательного анализа и адекватных мер реагирования.

Экономическая безопасность государства во многом зависит от способности контролировать финансовые потоки, обеспечивать стабильность национальной валюты и предотвращать незаконную экономическую деятельность. Криптовалюты, функционирующие вне классической банковской системы, затрудняют выполнение этих задач. Децентрализованный характер блокчейна исключает наличие единого центра управления, что снижает возможности прямого государственного контроля над эмиссией и движением цифровых активов. В результате возрастает риск ухода капитала из-под налогового контроля, расширяются возможности для уклонения от уплаты налогов и нарушения валютного законодательства.

Серьезным вызовом экономической безопасности является высокая волатильность криптовалют. Резкие колебания их стоимости создают угрозу финансовой стабильности, особенно в условиях вовлечения в рынок неквалифицированных инвесторов. Массовые финансовые потери могут подрывать доверие к финансовой системе в целом и вызывать социально-экономическую напряженность. Кроме того, спекулятивный характер значительной части операций с криптовалютами усиливает нестабильность рынков и усложняет прогнозирование экономических процессов.

Отдельное внимание в контексте экономической безопасности уделяется использованию криптовалют в незаконной деятельности. Относительная анонимность транзакций и трансграничный характер операций создают благоприятные условия для отмывания денежных средств, финансирования преступных структур и обхода экономических санкций. Это представляет угрозу не только национальной, но и международной экономической безопасности, поскольку подобные операции сложно выявлять и пресекать в рамках традиционных правовых механизмов.

В то же время блокчейн-технологии не следует рассматривать исключительно как источник угроз. Их потенциал может быть использован для укрепления экономической безопасности. Прозрачность и неизменяемость данных в блокчейне способствуют снижению коррупционных рисков, повышению доверия между участниками экономических отношений и защите информации. Использование распределенных реестров в государственном управлении, логистике, финансовом учете и контрактных отношениях способно повысить эффективность и устойчивость экономических систем.

В условиях распространения криптовалют ключевую роль приобретает государственное регулирование. Многие страны разрабатывают правовые нормы, направленные на легализацию и контроль цифровых активов, а также внедряют национальные цифровые валюты центральных банков. Такие меры позволяют сохранить суверенитет в денежно-кредитной сфере, повысить прозрачность финансовых операций и снизить риски для экономической безопасности. Важным элементом также является повышение финансовой и цифровой грамотности населения, что способствует более ответственному использованию новых технологий.

Таким образом, блокчейн и криптовалюты представляют собой двойственный феномен, сочетающий в себе как значительный инновационный потенциал, так и серьезные вызовы экономической безопасности. Эффективное сочетание технологического развития и продуманного государственного регулирования является необходимым условием для минимизации рисков и использования преимуществ цифровых финансовых инструментов в интересах устойчивого экономического развития.

Список литературы

1. Антонов В. В. Экономическая безопасность: учебное пособие. — М.: Юрайт, 2022. — 256 с.
2. Глазьев С. Ю. Цифровая экономика и финансовая безопасность государства // Вопросы экономики. — 2021. — № 3. — С. 5–22.
3. Нариньяни А. С., Ковалев М. М. Блокчейн-технологии и перспективы их применения в экономике // Экономический анализ: теория и практика. — 2020. — № 11. — С. 34–48.
4. Нуреев Р. М. Экономическая безопасность в условиях цифровизации // Журнал экономической теории. — 2021. — № 4. — С. 67–79.
5. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. — 2008.
6. Tapscott D., Tapscott A. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. — New York: Penguin Random House, 2018.
7. Европейский центральный банк. Криптовалюты и финансовая стабильность: аналитический обзор. — 2020.
8. Банк России. Цифровые финансовые активы и развитие финансового рынка // Официальные аналитические материалы. — 2022.

КОРПОРАТИВНАЯ РАЗВЕДКА И ЗАЩИТА КОММЕРЧЕСКОЙ ТАЙНЫ*

Кизикова Е.П., Усков В.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),
190005, Россия, Санкт-Петербург, 3-я Красноармейская ул., 3/6

В статье рассматриваются современные аспекты корпоративной разведки и защиты коммерческой тайны в условиях цифровизации бизнеса и роста конкурентного давления. Анализируются цели и задачи корпоративной разведки, ее законные инструменты и методы, а также основные угрозы утечки конфиденциальной информации. Особое внимание уделяется системе защиты коммерческой тайны как комплексному процессу, включающему правовые, организационные и технические меры. Делается вывод о том, что эффективное сочетание разведывательных и защитных механизмов позволяет компании не только минимизировать риски, но и повысить устойчивость и конкурентоспособность на рынке.

В условиях динамичного развития рыночной экономики и усиления конкурентной борьбы информация становится одним из ключевых стратегических ресурсов организации. Компании все чаще сталкиваются с необходимостью не только эффективно использовать доступные сведения для принятия управленческих решений, но и обеспечивать надежную защиту данных, имеющих коммерческую ценность. В этом контексте особое значение приобретают корпоративная разведка и защита коммерческой тайны как взаимосвязанные элементы системы экономической безопасности бизнеса.

Корпоративная разведка представляет собой легитимную деятельность по целенаправленному сбору и анализу информации о внешней и внутренней среде компании. Ее основной задачей является снижение уровня неопределенности при разработке стратегических и тактических решений. В отличие от незаконных форм получения сведений, корпоративная разведка основывается на использовании открытых источников, официальной отчетности, отраслевой аналитики, деловой прессы и экспертных оценок. Такой подход позволяет получать актуальную и достоверную информацию без нарушения норм законодательства и деловой этики.

Значение корпоративной разведки возрастает в условиях цифровизации экономики, когда объемы доступной информации стремительно увеличиваются, а скорость ее распространения существенно возрастает. Анализ рыночных тенденций, изучение поведения конкурентов, оценка репутации партнеров и выявление потенциальных угроз позволяют компании своевременно адаптироваться к изменениям внешней среды. При этом особую роль играет аналитическая обработка данных, поскольку именно интерпретация информации, а не ее простое накопление, формирует основу для принятия обоснованных управленческих решений.

Параллельно с развитием корпоративной разведки усиливается необходимость защиты коммерческой тайны. Коммерческая тайна охватывает сведения, которые обладают экономической ценностью, не являются общедоступными и охраняются владельцем в установленном законом порядке. К таким сведениям относятся технологии производства, финансовые планы, маркетинговые стратегии, базы данных клиентов и контрагентов, а также внутренние управленческие решения. Утрата или незаконное раскрытие подобной информации может нанести серьезный ущерб конкурентным позициям компании и привести к значительным финансовым потерям.

Основные угрозы коммерческой тайне формируются как во внешней, так и во внутренней среде организации. Внешние угрозы включают действия конкурентов, кибератаки, промышленный шпионаж и недобросовестное поведение партнеров. Однако на практике значительная часть утечек информации связана с внутренними факторами, такими как низкая осведомленность сотрудников о правилах информационной безопасности, человеческие ошибки или умышленные нарушения. Распространение удаленных форм занятости и активное использование цифровых сервисов дополнительно повышают риски несанкционированного доступа к конфиденциальным данным.

Эффективная защита коммерческой тайны предполагает формирование комплексной системы мер, направленных на предотвращение утечки информации и минимизацию возможных последствий. Важную роль играют правовые механизмы, включающие разработку внутренних регламентов, заключение соглашений о конфиденциальности и закрепление обязанностей по сохранению тайны в трудовых договорах. Не менее значимыми являются организационные меры, такие как разграничение доступа к информации, контроль за документооборотом и регулярное обучение персонала основам информационной безопасности. Технические средства защиты, включая системы контроля доступа, шифрование данных и мониторинг информационных потоков, дополняют общую систему и повышают ее устойчивость.

Корпоративная разведка и защита коммерческой тайны не противостоят друг другу, а функционируют в тесной взаимосвязи.

Результаты разведывательной деятельности позволяют выявлять потенциальные уязвимости в системе безопасности компании и прогнозировать действия конкурентов. В свою очередь, эффективная защита коммерческой тайны обеспечивает сохранность информации, полученной и используемой в процессе аналитической работы. Таким образом, данные направления образуют единый механизм, направленный на обеспечение экономической стабильности и устойчивого развития организации.

В заключение следует отметить, что в современных условиях корпоративная разведка и защита коммерческой тайны становятся неотъемлемыми элементами управления бизнесом. Компании, которые системно подхо-

дят к анализу информационной среды и выстраивают надежные механизмы защиты конфиденциальных сведений, получают долгосрочные конкурентные преимущества. Интеграция разведывательных и защитных инструментов позволяет не только минимизировать риски, но и формировать прочную основу для стратегического развития в условиях высокой неопределенности рынка.

Список литературы

1. Алавердов А. Р. Экономическая безопасность организации. — М.: КНОРУС, 2022.
2. Баринов В. А. Стратегический менеджмент. — М.: ИНФРА-М, 2021.
3. Белов В. А. Коммерческая тайна и конфиденциальная информация: правовые основы защиты. — М.: Юрайт, 2020.
4. Виханский О. С., Наумов А. И. Менеджмент. — М.: Магистр, 2021.
5. Глухов В. В. Экономическая безопасность предприятия в условиях цифровизации. — СПб.: Питер, 2023.
6. Зуб А. Т. Стратегический анализ в бизнесе. — М.: Юрайт, 2022.
7. Иванов И. Н. Корпоративная разведка как инструмент управления рисками // Экономическая безопасность. — 2021. — № 4. — С. 45–52.
8. Ковалев В. В. Информационная безопасность организации. — М.: Проспект, 2020.
9. Лопатин В. Н. Защита коммерческой тайны в предпринимательской деятельности. — М.: Норма, 2019.
10. Федеральный закон РФ от 29.07.2004 № 98-ФЗ «О коммерческой тайне».

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКЕ И ФИНАНСОВЫМ СХЕМАМ УХОДА ОТ НАЛОГОВ*

Кизикова Е.П., Усков В.В.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Спбгасу),
190005, Россия, Санкт-Петербург, 3-я Красноармейская ул., 3/6

В статье рассматриваются основные формы проявления теневой экономики и финансовых схем ухода от налогообложения, анализируются их причины и последствия для экономической безопасности государства. Особое внимание уделено современным методам выявления и пресечения нелегальных финансовых операций, включая цифровизацию налогового администрирования, международное сотрудничество и внедрение инструментов автоматического обмена финансовой информацией. На основе изучения актуальных тенденций предложены направления совершенствования государственной политики в сфере противодействия теневой экономике, а также меры по повышению прозрачности финансовых потоков и усилению ответственности за налоговые правонарушения.

Теневая экономика объединяет в себе широкий спектр экономических процессов, которые целенаправленно скрываются от официального учета и государственного регулирования. К таким процессам относятся нелегальная предпринимательская активность, неопределяемые налоговыми органами доходы, выплаты заработной платы в обход законодательно установленных форм и использование фиктивных компаний для сокрытия реальных денежных потоков. Нарастание теневого сектора объясняется сложностью выполнения отдельных административных требований, повышенной налоговой нагрузкой, недостатками в правоприменительной практике и коррупционными рисками. Подобные явления приводят к снижению собираемости налогов, ухудшению условий ведения добросовестного бизнеса и ослаблению экономического потенциала государства.

Схемы ухода от налогообложения формируются в самых разных форматах — от простейших способов сокрытия доходов до сложных международных конструкций, включающих офшорные организации, транзитные счета, трансфертные манипуляции и дробление бизнеса. Некоторые компании используют систему фиктивных договоров, завышенных расходов или неучтенных наличных расчетов. В последние годы всё большее распространение получают операции с цифровыми активами, которые позволяют маскировать истинные источники денежных средств и затрудняют контроль со стороны регулирующих органов.

Государственная политика в отношении ограничений теневой экономической активности постепенно смещается в сторону цифровых технологий и систем автоматизированного контроля. Внедрение онлайн-касс, развитие электронных платформ для взаимодействия налогоплательщиков и использование алгоритмов анализа больших данных усиливают возможности государства по выявлению аномалий в финансовых потоках. Электронная маркировка товаров и безналичные формы оплаты формируют более прозрачную среду для экономических операций, сокращая пространство для скрытых расчетов.

Финансовый мониторинг является одним из ключевых инструментов в борьбе с незаконными схемами. Банковские организации активно применяют комплаенс-подходы, отслеживая подозрительные цепочки переводов, операции с участием нерезидентов и движения средств через офшорные территории. Системы внутреннего контроля банков работают в направлении предотвращения операций, имеющих признаки фиктивности или направленных на отмывание доходов. Такой подход позволяет своевременно выявлять финансовые связи между участниками нелегальных схем и ограничивать их возможности.

Международное сотрудничество существенно повышает результативность борьбы с уклонением от уплаты налогов.

Государства активно участвуют в программах автоматического обмена финансовой информацией, что позволяет обнаруживать скрытые активы и получать сведения о доходах резидентов за рубежом. Международные организации разрабатывают стандарты, направленные на предотвращение размывания налоговой базы, а соглашения о взаимодействии позволяют налоговым службам оперативно обмениваться данными и пресекать незаконные схемы, имеющие транснациональный характер.

Для дальнейшего повышения эффективности противодействия теневой экономике необходимо совершенствовать организационные и правовые механизмы регулирования. Важным направлением остаётся оптимизация налогового законодательства, снижение неоправданных административных барьеров и создание более удобных условий для добросовестных налогоплательщиков. Вместе с тем требуется активное внедрение технологий искусственного интеллекта, способных обнаруживать нетипичные финансовые паттерны, и развитие си-

стемы риск-ориентированного контроля. Всё это в совокупности способствует повышению прозрачности экономики, укреплению бюджетной устойчивости и снижению масштабов нелегальной финансовой деятельности.

Таким образом, эффективное противодействие теневой экономике возможно лишь при комплексном подходе, который объединяет правовые, технологические, организационные и международные инструменты. Чем выше уровень прозрачности финансовой среды и взаимодействия государства с бизнесом, тем больше возможностей для подавления незаконных экономических практик и укрепления экономической безопасности.

Список литературы

1. Алексеев А. В. Неформальная экономика: причины, структура, механизмы регулирования. — Москва: Экономика, 2021.
2. Богачева О. Л., Лаптев А. И. Трансформация налогового администрирования в условиях цифровизации. — Санкт-Петербург: Питер, 2022.
3. Гринберг Р. С., Рубинштейн А. Я. Теневая экономика в современной России. — Москва: Наука, 2019.
4. Зубаревич Н. В. Экономическая политика и региональное развитие. — Москва: Изд-во ВШЭ, 2020.
5. OECD. Handbook on International Taxation and BEPS Measures. — OECD Publishing, 2023.
6. FATF. Guidance on Risk-Based Supervision. — FATF, 2022.
7. Shaxson N. The Finance Curse: How Global Finance Is Making Us All Poorer. — Random House, 2020.
8. Порфирьев Б. Н. Экономическая безопасность: риски и угрозы. — Москва: Юрайт, 2022.
9. Соловьёв А. К. Финансовые расследования и контроль денежных потоков. — Москва: Статут, 2021.
10. Чернышов И. А. Правовые механизмы противодействия уклонению от уплаты налогов. — Казань: Центр инновационных технологий, 2023.

ИНТЕГРАЦИЯ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРИОРИТЕТОВ В СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО БИЗНЕСА

Никифорова Т.И.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Строительный бизнес в крупных российских городах сегодня трансформируется: девелоперы переходят от простого возведения жилья к комплексному развитию территорий, учитывая социальные и экологические требования. Новосибирск, будучи третьим городом страны по численности населения, представляет репрезентативную площадку для изучения данных процессов.

Теоретическую базу исследования составляют две группы научных работ. Первая посвящена социальному капиталу в градостроительстве [1] и демонстрирует, что чем активнее жители вовлекаются в обсуждение проектов, тем выше уровень доверия к застройщику. Вторая рассматривает механизмы соучастия граждан в создании социальной инфраструктуры при поддержке государства [2]. Данные теоретические положения приобретают особую значимость в контексте стратегического планирования строительного бизнеса, поскольку формирование доверительных отношений с местными сообществами становится фактором минимизации социальных рисков и повышения устойчивости проектов.

Важную роль играют и новые нормативные документы: ГОСТ Р 70346-2022 («зеленые» стандарты для многоквартирных домов) [3] и методика оценки и верификации зданий для жилых объектов нового строительства системы «Клевер», разработанная при участии ПАО «Дом.РФ» [4]. Они формируют нормативную базу для добровольной сертификации и позволяют застройщикам дифференцировать продуктовое предложение на рынке жилья за счет экологичности своих проектов.

Основным стимулом для интеграции социальных приоритетов в Новосибирске остается острый дефицит социальной инфраструктуры. По данным на конец 2025 года, городу не хватает не менее 10 школ, при этом строительство шести концессионных школ, начатое ранее, столкнулось с серьезными проблемами: объекты пришлось демонтировать из-за критических нарушений строительных конструкций, а их возведение планируется завершить лишь к концу 2026 года. В этих условиях механизм «социального сбора», предложенный экспертным советом при мэрии, продолжает обсуждаться, но до сих пор не принят нормативно.

Экологические практики новосибирских застройщиков реализуются в создании «зеленых» стройплощадок с замкнутым циклом водоотведения и энергоснабжением от возобновляемых источников до 70%, сохранении лесных массивов (до 700 деревьев) и формировании водно-зеленого каркаса территории.

Управленческий аспект подтверждается исследованиями, показывающими, что недостаточное внимание к управлению рисками приводит к удорожанию проектов более чем на 30% и вынужденному снижению качественных характеристик жилья, что прямо противоречит целям устойчивого развития. Отметим также, что в 2025 году 32,6% новостроек в Новосибирской области сданы с нарушением сроков.

Переход от точечных инициатив к системным изменениям требует согласованных действий бизнеса и власти. Строительным компаниям необходимо встраивать социальные и экологические приоритеты в долгосрочные стратегии, внедрять управление рисками и активнее взаимодействовать с жителями. Властям - законодательно закрепить единые условия работы, создать стимулы для экологически ответственных застройщиков и поддерживать озеленение территорий.

Важно также накапливать данные о реализованных проектах в единой региональной базе, что снизит риски и повысит точность планирования. Только так можно перейти от разрозненных «зеленых» и социальных инициатив к настоящей трансформации строительной отрасли, от которой напрямую зависит качество жизни в Новосибирске в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Бахарев В. В., Демина В. А. Участие сетевых сообществ в формировании социального капитала в процессе партисипативного проектирования архитектурно-ландшафтного пространства города // Регионология. — 2019. — Т. 27, № 2. — С. 354–381.
2. Шагалов И. Эффекты производства социальной инфраструктуры местными сообществами в России // ЕСО. — 2019. — Т. 49, № 4. — С. 153–172.
3. ГОСТ Р 70346-2022 Здания многоквартирные жилые зеленые. — Москва: Российский институт стандартизации, 2022. — 36с.
4. Методика оценки и верификации зданий для жилых объектов нового строительства системы «Клевер»: [сайт]. — Москва, 2025. — URL: <https://clevercert.ru/verification-residential> (дата обращения: 16.03.2026).

ФОРМИРОВАНИЕ ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИАЦИИ У СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО КУРСА

Перфилова А.В.

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),
630049, Россия, Новосибирск ул. Дуси Ковальчук, 191

В условиях роста количества социально-трудовых конфликтов [1], разработка технологий подготовки кадров, владеющих методами урегулирования разногласий, является одним из перспективных направлений развития высшего образования в России.

Медиация – современный метод, технология внесудебного разрешения споров с позиции третьей (нейтральной) стороны для достижения взаимовыгодного решения. В педагогике медиация рассматривается как междисциплинарное явление, связанное с целым комплексом дисциплин: конфликтологией, психологией, этикой, деловыми коммуникациями и др.

Результаты анкетирования студентов СГУПС в 2024-2025 гг. показали, что обучающиеся регулярно сталкиваются с конфликтами, часто не могут разрешить их оптимальным способом, но при этом осознают необходимость медиативных навыков в будущей профессии и заинтересованы в обучении методам урегулирования споров.

Формирование опыта проведения медиации (ОПМ) у студентов управленческих специальностей отвечает требованиям ФГОС ВО 3++ [2] в части формирования универсальных компетенций (УК-3, УК-4, УК-5) и подготовки выпускников к решению организационно-управленческих задач, где ключевую роль играет коммуникативная компетентность.

В целях формирования у студентов ОПМ на занятиях по иностранному языку для направлений «Управление человеческими ресурсами» и «Менеджмент», предлагается разработка интегрированного курса, включающего в себя изучение иностранного языка и медиации. Структуру курса составляют электронные ресурсы, научно-методическое сопровождение, средства коммуникации и педагогический мониторинг. Интегрированный курс разрабатывается в соответствии с нормативно-правовой базой, целями и задачами формирования ОПМ.

Процесс формирования ОПМ базируется на принципах медиации и включает освоение знаний, умений и навыков из различных предметных областей: эффективная коммуникация (деловое общение, полемика), профессиональная этика медиатора (нейтральность, толерантность), психология (управление конфликтом), а также (в ограниченном объеме) основы документооборота, права и организации процедуры медиации.

При формировании ОПМ на занятиях по иностранному языку целесообразно использование активных методов обучения (проблемные, поисковые методы, деловые игры, тренинги, дискуссии). Соотношение методов строится на принципе доминирования практики (до 85% тренировки в речевой деятельности) [3]. Самостоятельная работа студентов эффективно организуется в электронно-информационной образовательной среде (ЭИОС) вуза для отработки навыков, контроля и оперативной обратной связи [4].

Дальнейшими задачами исследования являются создание дидактического обеспечения для применения разработанного интегрированного курса в реальной образовательной практике, и оценка его педагогической эффективности в процессе формирования у студентов опыта проведения медиации.

Список литературы

1. Корсакова, В. В. Развитие медиативной компетенции у HR-специалистов как фактор снижения затрат на разрешение трудовых конфликтов / В. В. Корсакова // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2025. – № 1(97). – С. 84–88. – DOI 10.37691/2311-5351-2025-97-1-84-88.
2. Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24/88> (дата обращения: 12.02.2026).
3. Щукин А.Н. Обучение иностранным языкам: Теория и практика: Учебное пособие для преподавателей и студентов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Филоматис, 2006. – 480 с. ISBN 5-98111-062-7
4. Краснов, С. В. Смешанное обучение в эпоху цифровой трансформации / С. В. Краснов, С. В. Калмыкова, С. А. Краснова // Проблемы современного образования. – 2020. – № 1. – С. 89–101. – DOI 10.31862/2218-8711-2020-1-89-101. – EDN OPHFQC.

ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕГИОНА

Шиян Е.И.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Привлечение прямых инвестиций в экономику региона, прирост инвестиций в основной капитал, освоение значительных объемов капитальных вложений характеризуют оживление инвестиционной деятельности в регионах и расширение возможностей инновационного развития промышленных предприятий, предпринимательского сектора экономики. Так, в стране в 2022 и 2023 годах рост инвестиций составил 6,7% и 9,8% соответственно, а в 2024 году по инерции продолжился вследствие эффекта акселератора на 8,4%. Но по итогам 2025 года объем инвестиций снизился на 2,3% в реальном выражении. Российские предприятия адаптируются к изменениям монетарной и фискальной политики государства в условиях санкций и обострения внешней политики.

Инвестиции в основной капитал сформируют не только пассивные фонды, но и парк оборудования, нематериальные активы организаций. Финансирование инвестиционных проектов осуществляется предприятиями за счет собственных средств, привлеченных и заемных средств. Для привлечения инвестиций в проект необходимо обосновать стратегии финансирования, сделать расчеты и обосновать эффективность участия для каждого из источников финансирования, разработать схему финансирования проекта.

Но реализация проектов по реализации технологических инноваций, роботизации производственных процессов, цифровизации производства и развитию предприятий невозможна без участия всех субъектов рыночной экономики на местах и инвестиций в новые проекты. В документах правительства РФ в целях национального развития до 2024 года запланирован и далее ежегодный прирост на этом уровне — около 1,5% ВВП в год.

В целях привлечения инвестиций в экономику региона, в реализацию предпринимательских проектов не только малого и среднего бизнеса, но и крупного, на региональном уровне разрабатываются многочисленные формы поддержки и развития предпринимательского сектора экономики.

Для малого бизнеса меры по снижению налогового бремени предложены на федеральном уровне без учета территориального размещения бизнеса. Создание новых производств, реализация крупных инвестиционных проектов и дальнейшее развитие крупных предприятий может сопровождаться значительными налоговыми преференциями в зависимости от выбранного региона, территории. Таким образом, крупный бизнес, планирующий вложить значительные инвестиции за короткий период в три года в свои проекты, заинтересован в выборе оптимального размещения новых производств и площадок с учетом налоговых преференций.

В целом можно выделить такие формы стимулирования реализации инвестиционных проектов в регионах как:

- определение мер поддержки приоритетных направлений деятельности в рамках региональной инвестиционной политики;
- инициирование создания территорий опережающего социально-экономического развития (ТОР) в своем регионе;
- способствовать появлению особых экономических зон в данном регионе и/или соседнем, обращая особое внимание на тип технико-внедренческих;
- для регионов с низким уровнем социально-экономического положения содействовать их включению в зоны территориального развития.

Таким образом, при реализации инвестиционных проектов модернизации, технического перевооружения обновления, роботизации отдельных производств, так и при переходе бизнеса на импортозамещение возможности снижения налогового бремени преимущественно касаются субъектов малого и крупного предпринимательства. Возможности получения преференций для среднего бизнеса ниже и в большей мере они обязывают с короткий трехлетний период инвестиции в размере, необходимом для резидента особого правового режима осуществления предпринимательской деятельности в регионах. Это не позволяет многим средним предприятиям стать резидентами данных зон. Но именно средний бизнес не связан с государственным сектором экономики, является ядром частного сектора экономики и способен реализовывать проекты в традиционных отраслях экономики.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Шкурина А.М.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Человеческий капитал — важный фактор развития организации. Он формируется за счёт знаний, талантов, способностей и компетенций сотрудников, которые используются в производстве для получения высокого результата деятельности для организации.

В условиях инновационной экономики особое значение приобретает развитие человеческого капитала, который является ключевым фактором повышения эффективности деятельности предприятия. Все большее число компаний начинают осознавать экономическую значимость его накопления, как самого ценного из всех видов капитала. Он становится главным ресурсом, способствующим повышению производительности и конкурентоспособности организаций.

Предприятия начинают понимать, что именно знания, навыки и опыт сотрудников являются важнейшим активом, обеспечивающим успешное внедрение инноваций и адаптацию к быстро меняющимся рыночным условиям. В связи с этим вопросы эффективного использования и развития человеческого капитала приобретают особую значимость и становятся приоритетными направлениями в социально-экономических исследованиях. Несмотря на значительный объём научных работ, посвящённых данной теме, многие теоретические и методологические аспекты оценки человеческого капитала остаются недостаточно проработанными и требуют дальнейшего изучения.

В частности, одной из ключевых проблем является разработка универсальных и одновременно адаптивных моделей оценки человеческого капитала, способных учитывать специфику различных отраслей и масштабов предприятий. Современные подходы требуют интеграции количественных и качественных показателей, отражающих не только уровень образования и профессиональной подготовки сотрудников, но и их мотивацию, творческий потенциал, способность к обучению и инновационной деятельности. Кроме того, важным аспектом становится учет влияния организационной культуры и условий труда на формирование и реализацию человеческого капитала, что позволяет более полно раскрыть его роль в обеспечении устойчивого развития компании.

Особое внимание уделяется также вопросам инвестирования в человеческий капитал, включая обучение, повышение квалификации и создание благоприятных условий для профессионального роста работников. Эффективное управление этими процессами требует системного подхода, основанного на анализе потребностей предприятия и прогнозировании изменений внешней среды. В этом контексте значительную роль играют современные информационные технологии, которые открывают новые возможности для мониторинга, оценки и развития человеческого капитала, способствуя формированию гибких и адаптивных кадровых стратегий. Не менее важным направлением является изучение взаимосвязи между человеческим капиталом и инновационной активностью предприятия. Исследования показывают, что именно высокий уровень компетенций и креативности сотрудников способствует генерации новых идей, внедрению инновационных решений и повышению общей конкурентоспособности организации.

Таким образом, человеческий капитал выступает не только как ресурс, но и как активный субъект инновационного процесса, способный трансформировать знания и опыт в конкретные продукты и услуги, отвечающие требованиям современного рынка.

Корпоративный человеческий капитал – это накопленный организацией специальный и особенный по сравнению с конкурентами индивидуальный человеческий капитал, ноу-хау, интеллектуальный капитал и особенные управленческие и иные интеллектуальные технологии, повышающие ее конкурентоспособность.

Корпоративный человеческий капитал также представляет собой совокупность специфических, интегрированных и синергетически взаимодействующих форм индивидуального человеческого капитала, а также институционализированных знаний, компетенций и интеллектуальных активов, которые аккумулируются и развиваются в рамках организационной структуры. Он является ключевым фактором устойчивого конкурентного преимущества, поскольку формирует уникальную ресурсную базу, трудновоспроизводимую конкурентами.

В связи с этим, важным аспектом исследований становится выявление механизмов стимулирования инновационной активности сотрудников, что включает разработку эффективных систем мотивации, создание условий для свободного обмена знаниями и поддержание атмосферы доверия и сотрудничества внутри коллектива. Особое значение приобретает формирование корпоративной культуры, ориентированной на постоянное обучение и развитие, что способствует не только повышению квалификации персонала, но и формированию у него устойчивой инновационной ориентации.

9 СЕКЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ИХ ПРОИЗВОДСТВА

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА ГАЗОБЕТОНА, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗВЕСТКОВО-СЕРНОГО ЗАТВОРИТЕЛЯ

Авилов Д.А., Елесин М.А.

Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, Норильск,
663305, Красноярский край, город Норильск, ул 50 лет Октября, д. 7

Классическая технология неавтоклавного газобетона основана на применении воды в качестве затворителя и использования алюминиевой пудры (или пасты) в роли газообразующей добавки. В таких системах возможности повышения прочности при сохранении низкой плотности ограничены кинетикой гидратации портландцемента и формированием структуры геля гидросиликатов кальция. Увеличение расхода цемента или применение высокопрочных марок влечёт за собой рост плотности и себестоимости. Одной из таких систем является известково-серный затворитель (ИСЗ) – щёлочной раствор, содержащий гидроксид кальция, растворённую серу и её тиосульфатные и полисульфидные формы. ИСЗ способен изменять кинетику гидратации клинкерных минералов, стимулировать образование полисиликатных структур и влиять на реологию поризуемого теста.

Газобетон, рассматривается как в большей степени однородный материал, в котором поровая структура формируется в пределах цементного камня вследствие газообразования и последующего твердения поризованного теста. Прочность газобетона в этом случае определяется главным образом гидравлической активностью цемента и характером формируемой структуры гидратов. Это открывает возможности для целенаправленной модификации матрицы без изменения принципа поризации.

Цели работы - исследование структурообразования и физико-механических свойств неавтоклавного газобетона, полученного с использованием известково-серного затворителя и шлакового песка, а также количественная оценка влияния рецептурно-технологических факторов и температуры твердения на среднюю плотность и прочность материала на основе данных многофакторного эксперимента. Материалы и методы исследования.

В работе рассматривается система, включающая:

- портландцемент средней активности (клинкерная составляющая);
- тонкомолотый металлургический шлаковый песок, используемый в качестве минерального наполнителя и частичного заменителя цемента;
- известково-серный затворитель с различной концентрацией растворённой серы;
- алюминиевая паста, выполняющая роль газообразующей добавки.

На базе проведённого анализа были сформулированы рекомендации и выводы по получению газобетона на известково-серном затворителе.

Список литературы

1. Г. И. Бердов, М. А. Елесин, А. В. Кириленко. Газобетон на основе известково-серного затворителя / Строительные материалы и изделия // Известия вузов. Строительство. - 2015. - № 9. - С. 12-16
2. Перцев В.Т., Леденев А.А., Рудаков О.Б. Физико-химические подходы к разработке эффективных органоминеральных добавок для бетона // Конденсированные среды и межфазные границы. 2018. Т. 20. № 3. С. 432–442.
3. Соловьев В.Г., Матюшин Е.В., Веселов В.К. Изучение влияния вида и объемного содержания заполнителя на свойства сверхвысокопрочного мелкозернистого бетона // Техника и технология силикатов. 2022. Т. 29. № 4. С. 317–325.
4. Вылегжанин В.П., Пинскер В.А., Петрова Т.М. Особенности пористой структуры ячеистых бетонов и ее влияние на теплопроводность // Строительные материалы. 2021. № 8. С. 67-72.

ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОЕ ВЯЖУЩЕЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ДОБАВОК

Бартеньева Е.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Актуальность работы связана с утилизацией золошлаковых отходов при использовании их в строительных материалах [1-2]. В стране к 2035 году доля утилизации золошлаков должна вырасти с 12 % до 50 % от объема образования согласно плану, принятому правительством РФ. Особое значение такая стратегия имеет для регионов Сибири, где сосредоточены 45 % российских угольных ТЭС.

В докладе представлено исследование по применению кислой золы-уноса и структурообразующих добавок в приготовлении неавтоклавного пенобетона на амфотерных ПАВ. Минеральные добавки близкие по химическому составу клинкерным минералам цемента могут выполнять роль кристаллических затравок для новообразований [3], что может положительно повлиять на эксплуатационные характеристики пенобетона.

Для приготовления смешанного вяжущего применяли портландцемент класса ЦЕМ I 42,5Н (ООО «Топкинский цемент») и кислую золу-уноса г. Новосибирска от сжигания каменных углей Кузнецкого бассейна. Удельная поверхность золы – 1100 м²/кг, средний размер частиц – 23 мкм. Согласно данным РФА основными фазами материала являются Al₂SiO₅, SiO₂, Fe₃O₄ и Fe₂O₃. Модуль основности золы Мо – 0,09, силикатный модуль Мс – 1,21, пуццоланическая активность – 129,4 мг/г. Введение золы в состав смеси составляет 39% от общего объема. Исследование морфологии частиц показали, что в основном они представлены сферическими образованиями различного размера и обладают закрытой пористостью (см. рис. 1).

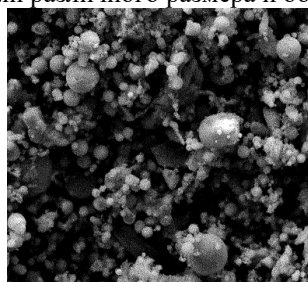


Рисунок 1 – Электронная фотография золы-уноса (1000-кратное увеличение)

Применялся диопсид (Иркутская область) с удельной поверхностью 120 м²/кг и средним размером частиц 60 мкм, волластонит (Республики Алтай) с удельной поверхностью 90 м²/кг и средним размером частиц 142 мкм.

Анализ результатов экспериментальных данных показал, что прочность модифицированного вяжущего выше, чем у бездобавочного пенобетона. На 28 сутки прочность цементно-зольного вяжущего возрастает на 3,5% при использовании диопсида и на 13% при введении волластонита. Для образцов с минеральными добавками формируется более плотная микроструктура по сравнению с контрольным составом.

По данным рентгенофазового анализа фиксируется увеличение интенсивности рефлексов, соответствующих портландиту при введении диопсида и волластонита, что свидетельствует о более полной гидратации вяжущего. Наибольшая интенсивность наблюдается у образцов с волластонитом, для которого отмечается и наибольшая прочность.

Природные кальцийсодержащие силикатные добавки оказывают влияние на структурообразование межпоровых перегородок пенобетона естественного твердения. Более полно протекает процесс гидратации цемента, образуется более плотная структура. Что приводит к повышению прочности смешанного вяжущего с применением кислой золы-уноса в присутствии диопсида и волластонита на 3,5% и 13% соответственно.

Список литературы

1. Копаница Н.О. Вторичные ресурсы в производстве композиционных строительных материалов на основе цемента / Н.О. Копаница, О.В. Демьяненко, А.А. Куликова и др. // Известия томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – 10. – С. 49-60. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54798156>.
2. Лищенко А.Н. Исследование пенобетонов на основе золошлаковых отходов Зуевской ТЭС / А.Н. Лищенко // Современное промышленное и гражданское строительство. — 2024. — 4. — С. 189-195. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=79706327> (дата обращения: 19.11.25).
3. Бартеньева, Е. А. Цементно-зольный теплоизоляционный пенобетон с дисперсными добавками волластонита и диопсида : специальность 05.23.05 "Строительные материалы и изделия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бартеньева Екатерина Анатольевна. – Улан-Удэ, 2021. – 23 с.

повышения пластичности, ограничения хрупких сдвиговых разрушений и восстановления повреждённых узлов. Практическая результативность определяется не только свойствами композита, но и качеством подготовки поверхности, схемой анкеровки, выбором технологии монтажа и обеспечением огнезащиты. Следовательно, CFRP-усиление следует рассматривать как локальную инженерную технологию с высокой эффективностью при грамотном проектировании и строгом технологическом контроле.

Список литературы

1. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
2. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.
3. ACI PRC-440.2-23. Design and Construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Systems for Strengthening Concrete Structures. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2023.
4. Gkournelos P.D., Triantafillou T.C., Bournas D.A. Seismic upgrading of existing reinforced concrete buildings: A state-of-the-art review // *Engineering Structures*. 2021. Vol. 240. Article 112273.
5. Colomb F., Tobbi H., Ferrier E., Hamelin P. Seismic retrofit of reinforced concrete short columns by CFRP materials // *Composite Structures*. 2008. Vol. 82. No. 4. P. 475–487.
6. Le-Trung K., Lee K., Lee J., Lee D.H., Woo S. Experimental study of RC beam-column joints strengthened using CFRP composites // *Composites Part B: Engineering*. 2010. Vol. 41. No. 1. P. 76–85.
7. Ilia E., Mostofinejad D. Seismic retrofit of reinforced concrete strong beam–weak column joints using EBROG method combined with CFRP anchorage system // *Engineering Structures*. 2019. Vol. 194. P. 300–319.
8. Ma X., Guo T., Xing Y. et al. Study on Seismic Behavior of Earthquake-Damaged Joints Retrofitted with CFRP in Hybrid Reinforced Concrete–Steel Frames // *Materials*. 2025. Vol. 18. No. 21. Article 4857.
9. Firmo J.P., Correia J.R., Bisby L.A. Fire behaviour of FRP-strengthened reinforced concrete structural elements: A state-of-the-art review // *Composites Part B: Engineering*. 2015. Vol. 80. P. 198–216.

**РЕСТАВРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ ШТУКАТУРНОГО СЛОЯ ПОТОЛКА И СТЕН ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ-ПАМЯТНИКА «ОСОБНЯК А. М БРАКГАУЗЕН»
(Л.К. ЭСТЕРРЕЙХА)**

Заринова Э.Р.¹, Дьячкова О.Н.²

¹ ООО «Архитектурная мастерская Апостола»,

197101, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Монетная, д. 5, лит. Б, пом. 3-Н, офис 1

² Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ) 190005, Россия,
г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

В данной статье рассматриваются конструктивно-технологические решения реставрации штукатурных слоев на примере здания-памятника «Особняк А. М Бракагузен».

Тема реставрационных работ штукатурного слоя потолка и стен при реконструкции зданий является актуальной в контексте сохранения культурного наследия и обеспечения долговечности архитектурных объектов. В процессе реконструкции старинных и исторических зданий особое внимание уделяется восстановлению оригинальных отделочных материалов, среди которых штукатурка занимает одно из центральных мест.

Реставрация архитектурных объектов представляет собой важный аспект сохранения культурного наследия, который требует тщательного подхода и глубоких знаний в области истории, архитектуры и строительных технологий.



Рисунок 1 – Вид на фасад Особняка А. М Бракагузен

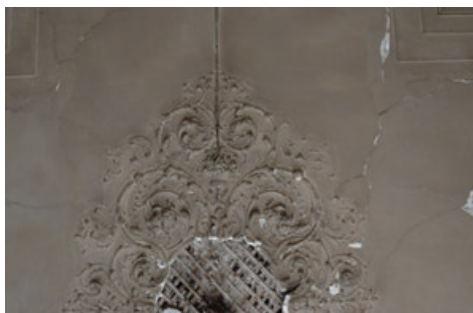


Рисунок 2 – фото лепного декора до производства работ.

Список литературы (выравнивание по центру без отступа, интервал перед абзацем – 6 пт)

1. Странные истории / пер. с англ. И. Гуровой [и др.]. – Москва ; Тверь : Мартин, 2017. – 381 с.
2. Федеральный закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ.
3. Закон Санкт-Петербурга от 19.01.2009 №820-7 называется «О границах объединённых зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон».
4. Федеральный закон № 190-ФЗ от 29.12.2004 г. «Градостроительный Кодекс Российской Федерации».
5. СП 71.13330.2017 «требования к штукатурным работам» глава 7 «Отделочные работы».
6. Логанина, В. И. Известковые составы для реставрации штукатурки / В. И. Логанина, М. В. Зайцева // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 3(52). – С. 80-95. – DOI 10.54734/20722958_2022_3_80. – EDN PCKXQM.
7. Заяц, И. С. Методология реставрации декора и штукатурных поверхностей фасадов Екатерининского дворца в г. Пушкине / И. С. Заяц // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – № 1(22). – С. 19-25. – EDN NEDYXH.

XIX Международная научно-техническая конференция «Актуальные вопросы архитектуры и строительства».
21-23 апреля 2026, Новосибирск

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ RAP В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Крачун Я.Г.¹, Кореннов С.Ю.¹, Саулин С.С.², Прибылов В.С.²

¹ ООО «ДОРСИБ ПЛЮС»,

630068, Россия, Новосибирск, ул. Приграничная, 4

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

RAP (reclaimed asphalt pavement — переработанный асфальтобетон) представляет собой вторичный дорожно-строительный материал, который получают путём сортировки и/или дробления с последующим грохочением излишков асфальтобетонной смеси, асфальтобетонного гранулята или асфальтобетонного лома на дробильно-сортировочных установках [1]. Это смесь зернистого минерального материала (щебня или песка) с остатками битумного вяжущего на поверхности частиц.

Использование RAP способствует рациональному использованию природных ресурсов, уменьшению выбросов CO₂ и объёмов отходов, направляемых на свалки. Однако для эффективного применения RAP требуется тщательная оценка и подготовка исходного материала (см. рис. 1).



Рисунок 1 – RAP-смесь

Одними из критериев оценки качества асфальтобетонной смеси, содержащей RAP, при проектировании ее состава на соответствие требованиям нормативно-технической документации является как оценка качества нового битумного вяжущего по ГОСТ Р 58400.1 или ГОСТ 33133, так и комбинированного вяжущего RAP-смеси. Проведенные ранее исследования [2,3] подтверждают сложность оценки «вторичного» битума асфальтогранулята. При экстракции битума из RAP мельчайшие частицы пыли, минерального порошка и целлюлозы (для случая гранулята из щебеночно-мастичного асфальтового бетона) остаются в битумной матрице, что делает оценку марки старого битума неточной. Даже после ротационного испарения остатки трихлорэтилена искажают результаты испытаний, что подтверждается большой потерей массы при RTFOT – старении образцов вяжущего.

Кроме того, применение в асфальтобетонной смеси RAP-заполнителя способствует изменению ее объемных свойств. При обеспечении требуемого количества битумного вяжущего в рецептурном отношении нет возможности обеспечить требуемые качественные показатели асфальтобетонной смеси при ее приготовлении на АБЗ. В частности, обеспечивающее стабильность уплотненной смеси соотношение пыль/вяжущее выходит за верхние границы установленных нормативными документами значений, что на практике накладывает методологические ограничения на возможность (технология) применения асфальтового гранулята в сфере дорожного строительства.

Экспериментальные наблюдения показывают, что не во всех случаях содержания RAP в диапазоне от 15 % до 35 % получается выдержать в образцах асфальтобетонной смеси требуемое значение отношения пыли к вяжущему. При этом другие качественные показатели (ПМЗ, СВП, стабильность) соответствуют ГОСТ.

Список литературы

1. ГОСТ Р 59118.1-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Переработанный асфальтобетон (RAP). Технические условия: введ. 2021-03-01. - Текст: электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177401> (дата обращения: 12.03.2026).
2. Жданов, К. А. Повторное использование асфальтобетона методом горячей регенерации / К. А. Жданов, А. А. Никифоров, А. Е. Симчук // Дороги и мосты. – 2022. – № 1(47). – С. 343-368.
3. Губа, К. Р. О целесообразности повторного использования старого асфальтобетона / К. Р. Губа // Современные строительные материалы. — 2010. — № 1. — С. 40-45.

СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОДОБАВКОЙ ГАЗОГИПСА

Магомедова А.И., Матвеева Л.Ю.

Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),
190005, Россия, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4

Гипсовые материалы широко востребованы в строительстве благодаря экологичности, негорючести и низкой энергоёмкости производства [1]. Однако их применение ограничено недостаточной прочностью, низкой влагостойкостью и не всегда достаточными для стеновых конструкций тепло- и звукоизоляционными свойствами [2, 3]. Перспективным решением является получение газогипса путем введения газообразователей, что снижает плотность материала. Главная проблема при этом – снижение прочности при увеличении пористости. Современные исследования показывают, что использование наномодификаторов (углеродные нанотрубки, фуллерены, nanoцеллюлоза и др.) позволяет управлять структурой материала на микроуровне, укрепляя межкристаллические связи и повышая прочность [4]. Актуальность темы обусловлена необходимостью создания эффективных гипсовых материалов с улучшенными теплофизическими и акустическими свойствами для использования во внутренних перегородочных конструкциях зданий.

Объектом исследования служило гипсовое вяжущее Пешеланского месторождения марки Г-6, водогипсовое отношение 0,5. Сырьё содержит 3–6% карбонатных примесей, наличие которых обеспечивает газообразование при добавлении органических кислот. Газообразователем в данной работе служила лимонная кислота (1% от массы вяжущего), которая, реагируя с карбонатами с выделением CO₂, создаёт в гипсе дополнительные макро- и микропоры. В качестве модифицирующей нанодобавки использовали водную суспензию гидродинамических nanoалмазов особой чистоты (99,99%) с размером частиц 4–6 нм, производства НПК «Наносистемы», г. Ростов-на-Дону. Методология исследования включала несколько этапов: приготовление вяжущего с добавками, изготовление образцов, определение физико-механических характеристик и изучение макро- и микроструктуры гипса. Введение наномодификатора и лимонной кислоты осуществляли совместно с водой затворения. Раствором затворяли гипсовое вяжущее, формовали стандартные образцы – балочки. Введение в гипсовое тесто nanoалмазов приводит к образованию большого количества новых центров кристаллизации гипса, в результате образуется большее количество мелких кристаллов, отличающихся по форме от немодифицированных. Определение основных свойств полученных образцов проводили в возрасте 7 суток в соответствии с требованиями ГОСТ 23789–2018 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний». Структуру изучали методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Анализировали характер пористости, состояние поверхности пор и морфологию гипсового камня. Полученные таким образом гипсовые материалы отличаются улучшенными прочностными и функциональными характеристиками. Значительно увеличилась пористость, прочность при изгибе, коэффициенты теплопроводности и звукопоглощения.

Применение перечисленного выше комплекса материалов (гипсовое вяжущее, лимонная кислота, наномодификатор) в сочетании с современными методами диспергирования (УЗ-обработка) и испытаний (ГОСТ, РЭМ) позволяет всесторонне изучить закономерности формирования структуры и свойств модифицированного газогипса. Данный методологический подход дает возможность установить корреляцию между типом добавок, дозировкой наномодификатора, характером пористости и эксплуатационными характеристиками гипсового материала – плотностью, прочностью, теплопроводностью и звукопоглощением.

Список литературы

1. Микульский В. Г. и др. Строительные материалы. Материаловедение. Технология конструкционных материалов / под общ. ред. В. Г. Микульского, Г. П. Сахарова. М.: АСВ. - 2011. - 519 с.
2. Петропавловская В.Б. Малоэнергоёмкие гипсовые материалы и изделия на основе отходов промышленности/ В.Б. Петропавловская, А.Ф. Бурьянов, Т.Б. Новиченкова // Строительные материалы. - 2006. - №7. - С. 8-9.
3. Бурьянов А. Ф. Эффективные гипсовые материалы и изделия с использованием ультрадисперсных алюмосиликатных добавок и углеродных наномодификаторов: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05/ ФГБОУ «Московский государственный строительный университет». - Москва. - 2012. - 37 с.
4. Королев Е.В., Баженов Ю.М., Береговой В.А. Модифицирование строительных материалов nanoуглеродными трубками и фуллеренами // Строительные материалы. Наука. - 2006. - №8. - С. 2-4.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Малик П.А.

Заполярный государственный университет имени Н.М. Федоровского,
663305, Красноярский край, город Норильск, ул 50 лет Октября, д. 7

В современных условиях освоение Крайнего Севера приобретает особую значимость: реализуются масштабные инфраструктурные проекты, развивается добыча полезных ископаемых, идёт планомерное обустройство арктических территорий. При этом ужесточаются требования к энергоэффективности зданий, растёт потребность в ускоренных темпах строительства и снижении его стоимости, а также усиливается фокус на экологическую безопасность и импортозамещение. В этом контексте полистиролбетон становится одним из наиболее перспективных строительных материалов для региона, отвечая комплексу актуальных вызовов.

Ключевым преимуществом полистиролбетона выступают его высокие теплоизоляционные свойства. Коэффициент теплопроводности материала составляет 0,06–0,08 Вт/(м·К), что существенно ниже, чем у традиционных аналогов: у кирпича — 0,7 Вт/(м·К), у газоблока — 0,12 Вт/(м·К). Благодаря этому дома из полистиролбетона требуют в 2–3 раза меньше энергии для обогрева, быстро нагреваются и долго удерживают тепло. Это напрямую соответствует курсу на энергоэффективность и снижение углеродного следа, закреплённому в национальной политике. Морозостойкость материала (до 200 циклов замораживания и оттаивания без потери прочности) гарантирует долговечность конструкций в условиях экстремально низких температур. Полистиролбетон не крошится и не трескается при перепадах температур, что критически важно для Крайнего Севера. Одновременно он демонстрирует влагостойкость и биостойкость: устойчив к воздействию мокрого снега и дождей, не требует дополнительной гидроизоляции, не подвержен образованию плесени и грибка даже при высокой влажности. Экономическая эффективность полистиролбетона складывается из нескольких составляющих: снижение нагрузки на фундамент за счёт малого веса материала, что позволяет использовать более лёгкие и экономичные типы оснований (актуально в условиях вечной мерзлоты); упрощение конструкции стен — полистиролбетонные блоки позволяют возводить однослойные наружные стены, соответствующие требованиям СП 50.13330.2012; сокращение эксплуатационных расходов на отопление и обслуживание зданий; ускорение ввода объектов в эксплуатацию благодаря быстрой сборке и отсутствию усадки.

Полистиролбетон также отвечает современным требованиям экологической безопасности и пожарной защиты. Материал не выделяет токсичных веществ при эксплуатации, его производство менее энергоёмко по сравнению с традиционными бетонами. По пожарной безопасности он не горит и не выделяет вредных веществ при нагревании, что соответствует действующим нормам. Грамотное проектирование (с учётом теплотехнических расчётов) минимизирует риск образования «мостиков холода», особенно в угловых участках и местах примыкания к железобетонным элементам.

Кроме того, полистиролбетон хорошо интегрируется с современными строительными технологиями. Он подходит для каркасно монолитных конструкций, модульного и быстровозводимого строительства, которое активно внедряется в арктических проектах. Это расширяет возможности проектирования многоэтажных объектов и инфраструктурных сооружений в экстремальных условиях. Практическое применение полистиролбетона уже подтверждается реальными кейсами: материал используется при строительстве жилых комплексов в ЯНАО и на Чукотке, вахтовых посёлков для нефтегазовых компаний, объектов социальной инфраструктуры (школы, больницы) и промышленных зданий в районах вечной мерзлоты.

Таким образом, в современных условиях полистиролбетон представляет собой комплексное решение для строительства на Крайнем Севере. Он сочетает энергоэффективность, скорость возведения, экономическую целесообразность, экологическую безопасность и долговечность, позволяя эффективно осваивать арктические территории, снижать зависимость от внешних факторов и обеспечивать устойчивое развитие региона в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Рахманов, В. А. Инновационная спецтехнология получения полистиролбетона нового поколения / В. А. Рахманов, В. И. Мелихов, Г. И. Капасьев, А. И. Козловский // Строительство и архитектура. — 2017. — № 3. — С. 45–52.
2. Корнилов, Т. А. Оценка теплозащитных свойств наружных стен из полистиролбетонных блоков каркасно монолитного здания / Т. А. Корнилов, В. Н. Эверстова // Academia. Архитектура и строительство. — 2024.

ВЛИЯНИЕ ВИДА СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3 НА ПОРОВУЮ СТРУКТУРУ ДОРОЖНЫХ БЕТОНОВ

Медведев Н.В., Овчаренко Г.И.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
656038, Россия, Барнаул, ул. Ленина, 46

Формирование оптимальной системы резервных пор (50-200 мкм) является необходимым условием обеспечения морозостойкости дорожных бетонов [1, 2]. Суперпластификатор С-3 широко применяется для снижения водопотребности бетонных смесей [3], однако данные о его влиянии на воздухововлечение неоднозначны [4]. Различия в химической природе (нафталин- и меламинаформальдегидные) могут определять поведение добавок в цементной системе. Цель работы — сравнительный анализ влияния двух видов С-3 на поровую структуру дорожного бетона.

Использован портландцемент ЦЕМ I 42,5Н, заполнители: песок из отсеков дробления ($M_{кр}=2,07$) и щебень фракции 5-10 мм. Применялись добавки: меламинаформальдегидный Frem С-3 (Беларусь), нафталинформальдегидный С-3Р2 (Россия), воздухововлекающая добавка Полипласт ВВ. Химический состав добавок исследован методом ИК-спектроскопии (спектрометр ФСН-22-02, диапазон 4000-700 см^{-1}). Воздухововлечение определяли по ГОСТ 59301-2021 на свежеприготовленных смесях с использованием поромера Teasting 2.0334.

ИК-спектроскопия подтвердила, что Frem С-3 является сульфированным меламинаформальдегидным поликонденсатом с характерными пиками ароматических и сульфонатных групп, С-3Р2 — классическим нафталинформальдегидным суперпластификатором. Результаты определения воздухововлечения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения воздухововлечения

Пластификаторы	Полипласт вв, % от цемента			Без Добавки
	0,6	0,64	0,68	
Контрольный состав без пластификаторов	3,8	5,3	7,6	2,0
Суперпластификатор Frem С3 - 1%	1,5	2,6	3,8	0,5
Суперпластификатор Frem С3 – 1,5%	1,0	1,9	3,1	0,5
Суперпластификатор Frem С3 – 2%	0,8	1,6	2,9	0,5
Суперпластификатор С-3Р2 - 1%	5,3	5,8	8,2	2,9
Суперпластификатор С-3Р2 - 1,5%	5,5	6,1	8,6	3,3
Суперпластификатор С-3Р2 - 2%	5,7	6,4	9,2	3,7

Меламинаформальдегидный Frem С-3 независимо от дозировки подавляет воздухововлечение (до 0,5% против 2,0% в контроле) и снижает эффективность Полипласт ВВ в 1,5-2,5 раза. Нафталинформальдегидный С-3Р2 не только не препятствует, но и способствует воздухововлечению, обеспечивая нормативные 4-8% при совместном введении с ПАВ. Выявленное различие объясняется присутствием низкомолекулярных ароматических примесей в составе Frem С-3 (полоса 756 см^{-1} в ИК-спектре), обуславливающих пеногасящие свойства.

Для производства морозостойких дорожных бетонов, эксплуатирующихся в условиях знакопеременных температур и воздействия противогололедных реагентов, рекомендовано применение нафталинформальдегидного суперпластификатора С-3Р2, не разрушающего систему резервных пор и совместимого с воздухововлекающими добавками.

Список литературы

1. Fagerlund, G. The critical degree of saturation method of assessing the freeze/thaw resistance of concrete / G. Fagerlund // Materials and Structures. – 2007. – Vol. 40, No. 2. – P. 215-229.
2. Kaufmann, J. Effect of pore size distribution on drying shrinkage and freezing resistance of cement-based materials / J. Kaufmann, F. Winnefeld, D. Hesselbarth // Cement and Concrete Research. – 2020. – Vol. 137. – P. 106218.
3. Хабибуллина, Н.Р. Сравнительные исследования влияния различных пластифицирующих добавок на свойства тяжелого бетона / Н.Р. Хабибуллина, Н.М. Красникова, М.Г. Габидуллин // Строительные материалы. – 2010. – № 9. – С. 46-47.
4. Калитина, М.А. Комплексные поликомпонентные добавки для бетона / М.А. Калитина, А.В. Казьмина, Ф.Ф. Арсланбекова // Жилищное строительство. – 2015. – № 3. – С. 23-25.
5. Vovk, A.I. Regularities of Hydration and Structure For-mation of Cement Pastes in the Presence of

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВЫДЕРЖКИ (ВЫЛЕЖИВАНИЯ) НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕФЕЛИНОВОГО (БЕЛИТОВОГО) ШЛАМА

Мухаррямов И.Р.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),
190005, г.Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Нефелиновый шлам (до 85% белита) образуется при получении глинозема [1]. Белитовый шлам — основное сырье для цементной промышленности. В дорожном строительстве используется в большей степени посредством помола и добавкой активаторов, что снижает экономическую эффективность. Возникает необходимость обоснования возможности использования рядового (немолотого, неактивированного) нефелинового шлама при оптимальной влажности для устройства монолитных оснований дорожных одежд за счет управляемой технологической выдержки смеси перед уплотнением.

Образцы цилиндрической формы ($d=h=5\text{см}$) формовали из рядового шлама при влажности ($W_{\text{опт}} 25\pm 1\%$) без добавок и помола. В ходе эксперимента варьировали время выдержки шлама (T от 0 до 24ч), температуру формования ($t_{\text{ф}}$ от -5°C до $+30^{\circ}\text{C}$) и температуру дальнейшего твердения ($t_{\text{тв}}$ от -5°C до $+20^{\circ}\text{C}$), коэффициент уплотнения ($K_{\text{упл}}$ от 0,92 до 1), а также учитывали степень карбонизации сырья (потери при прокаливании (п.п.п.) 3–23%). Образцы испытывали на сжатие на пресс-машине в 90 суточном возрасте.

1. Технологическая выдержка влажного шлама перед уплотнением катками является управляемым фактором. Установлена зависимость $R_{\text{сж}90}(T)$ с оптимумом 6–13 часов (см. рис. 1). Прирост прочности составил до 20% по сравнению с формовкой без выдержки. Отклонение от оптимума в любую сторону снижает прочность на 15–20%, что подтверждает необходимость строгого регламента выдержки на объекте.

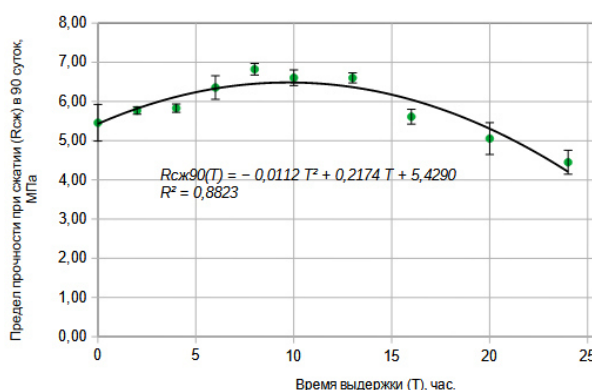


Рисунок 1 – График влияния времени выдержки шлама до уплотнения на прочность лабораторных образцов

2. Оптимальная влажность $25\pm 1\%$. При этом достигается максимум $R_{\text{сж}90}$ (6,1 МПа) и $R_{\text{изг}90}$ (2,2 МПа), минимальное водопоглощение (7,7%) и максимальная морозостойкость (коэффициент около 0,75 после 25 циклов замораживания и оттаивания). Влажность зафиксирована как постоянный технологический параметр.

3. Температура и уплотнение – рычаги управления. При повышении температуры с 10°C до 30°C прочность растет из-за ускорения гидратации. Коэффициент уплотнения 0,98–1,00 обязателен: снижение $K_{\text{упл}}$ до 0,92 уменьшает $R_{\text{сж}90}$ в 1,5 раза.

4. Карбонизация – ограничитель пригодности шлама. Установлена обратная зависимость $R_{\text{сж}90}$ от п.п.п.. Шламы с п.п.п. $<12\%$ (хранение до 3–5 лет) обеспечивают прочность свыше 4 МПа и пригодны без активации. При п.п.п. $>18\%$ (хранение >10 лет) материал требует активации или ограничен в применении.

Закключение. Впервые для рядового нефелинового шлама доказана возможность управляемого твердения без помола и химических активаторов. Технологическая суть: выдержка 6-13 ч, что запускает первичную гидратацию белита, затем уплотнение и возникает адгезионный контакт гидратных оболочек. Получены количественные модели влияния выдержки, температуры, уплотнения и степени карбонизации на прочность. Рекомендуемый диапазон оптимальной влажности $25\pm 1\%$. Разработанная технология позволяет заместить привозные материалы местным отходом с определенной экономией и утилизировать многомиллионный крупнотоннажный отход - нефелиновый (белитовый) шлам.

Список литературы

1. Боженов П.И. Нефелиновые шламы/П.И. Боженов, В.И. Кавалерова; науч. ред. И.Д. Запорожец. Ленинград; Москва: Стройиздат, 1966, 242 с.

ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАССИВНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ: МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ И РАСЧЕТНЫЕ МОДЕЛИ

Федосов С.В.¹, Пуляев И.С.², Митягина А.Н.²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
129337, Россия, Москва, Ярославский р-н, Ярославское шоссе, 26

²Московский политехнический университет,
107023, Россия, г. Москва, ул. Большая Семёновская, 38

Теплофизические процессы при твердении массивных бетонных конструкций являются одним из основных факторов, определяющих качество и надежность современных строительных объектов. Особое значение в этом контексте приобретают изотермические реакции цемента, которые напрямую влияют на формирование структуры и свойств цементного камня. В процессе твердения бетона наиболее важную роль играет тепловыделение, описываемое следующим математическим выражением:

$$Q = Q_{max} \cdot [1 - (1 + A_t \cdot \tau)^{-m+1}], \text{ кДж} \quad (1)$$

Данное уравнение было впервые предложено в фундаментальных работах А.В. Ушерова-Маршака [1], посвященных калориметрическим исследованиям цемента и бетона.

Распределение температуры $T(x, y, z, t)$ в бетоне описывается параболическим уравнением теплопроводности (уравнение нестационарной теплопроводности [2, 3]):

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \cdot \nabla^2 T + Q(t). \quad (2)$$

Физический смысл параболичности выражается в том, что уравнение описывает процесс распространения тепла, где скорость изменения температуры в точке пропорциональна кривизне температурного поля (второй производной) [4].

Важнейшим аспектом исследования теплофизических процессов в бетонных конструкциях является определение краевых условий их напряженно-деформированного состояния, представляющих собой комплекс начальных и граничных параметров. Они являются неотъемлемой частью математического описания процессов твердения бетона [9].

Современные методы управления температурным режимом: метод «термоса», электропрогрев, индукционный прогрев, инфракрасный прогрев, регулирование состава бетона, послойная укладка бетона, искусственное охлаждение, применение теплоаккумулирующих добавок [5, 6, 7, 8].

Список литературы

1. Ушеров-Маршак А.В. Калориметрия цемента и бетона. Избранные труды. Харьков: Факт, 2002. С.180.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2003. С. 499.
3. Барканов С.Г., Барканов М.С. Температурное поле массивных бетонных конструкций при термообработке // Бетон и железобетон. 2003. №4. С. 2-4.
4. Коновалов В.И., Пахомов А.Н., Гатапова Н.Ц., Колиух А.Н. «Методы решения задач тепломассопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде». – 2005. С.80.
5. Безухов, Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести: учебник для втузов / Н. И. Безухов. — Москва: Высшая школа, 1961. — 537 с.
6. Запорожец, И. Д. Кинетика тепловыделения бетонов // Бетон и железобетон. — 1975. — № 6.
7. Лыков, А. В. Тепломассообмен: справочник / А. В. Лыков. — Москва: Энергия, 1978.
8. Pikus, G. A. Using layer-by-layer concrete deposition to control the temperature gradient along the cross-section of massive structures / G. A. Pikus, K. M. Mozgalev, A. E. Rusanov, A. O. Markelov // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2023. — Т. 23, № 4.
9. Федосов, С. В. Моделирование процессов теплопереноса при бетонировании массивных железобетонных конструкций / С. В. Федосов, И. С. Пуляев, О. В. Александрова, А. Н. Митягина // Строительство и реконструкция. — 2025. — № 4. — С. 120–130.

ВЛИЯНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ УКРЕПЛЕНИЯ

Хребто А.О., Овчаренко Г.И.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
656038, Россия, Барнаул, пр. Ленина, 46

Развитие дорожной сети в условиях разнообразных ландшафтно-климатических зон России неизбежно сопряжено с необходимостью возведения земляного полотна на слабых грунтах, значительную часть которых составляют глинистые разности (суглинки, супеси, глины). Использование местных грунтов в качестве материала для рабочего слоя земляного полотна или дорожных оснований является экономически и экологически оправданной стратегией, реализуемой через технологии их укрепления. Однако именно присутствие глинистой составляющей, определяющей специфические физико-химические свойства грунта, представляет собой ключевой фактор, обуславливающий необходимость укрепления [1].

Активное влияние глинистых частиц на свойства грунта обусловлено их коллоидной дисперсностью, развитой удельной поверхностью и, как следствие, высокой поглотительной способностью [2]. Данное комплексное свойство проявляется в способности грунта поглощать и удерживать на поверхности частиц катионы, анионы, полярные молекулы воды и химические реагенты. В контексте дорожного строительства именно повышенная поглотительная способность глинистых грунтов лежит в основе их негативных свойств: гидрофильности, набухания, усадки и низкой несущей способности при изменении влажности [3].

При укреплении грунтов такими вяжущими, как высококальцевая зола ТЭЦ от сжигания бурых углей, глинистая составляющая становится основным реципиентом и активным участником химических и физико-химических реакций. Высокая поглотительная способность определяет начальную стадию процесса: интенсивную адсорбцию ионов кальция и других катионов из раствора вяжущего на поверхности глинистых частиц, что ведёт к коагуляции коллоидов и снижению пластичности. Последующее структурообразование и набор прочности напрямую зависят от того, насколько полно произошла нейтрализация активных поверхностных центров и был ли исчерпан сорбционный потенциал грунта для дальнейшего связывания продуктов гидратации в устойчивые цементирующие фазы.

Несмотря на очевидность этой взаимосвязи, в действующей нормативной базе дорожного строительства (СП 34.13330.2012, СП 78.13330.2012) количественный учет поглотительной способности, как производной от содержания и типа глинистых минералов, практически отсутствует. Выбор и дозировка стабилизатора часто базируются на эмпирических зависимостях от гранулометрического состава и числа пластичности. Такой подход не позволяет прогнозировать долговечность укрепленного слоя. При заниженном содержании вяжущего в грунте с высокой поглотительной ёмкостью происходит его полное связывание на стадии модификации без перехода к цементации, что ведет к временному эффекту и последующему разупрочнению. При завышенной дозе – к экономическим потерям и возможному трещинообразованию.

Таким образом, возникает научно-практическое противоречие между необходимостью гарантированного обеспечения проектных характеристик укрепленных грунтов и отсутствием методической базы, учитывающей решающую роль их сорбционного потенциала, определяемого глинистой составляющей. Целью данного исследования является установление количественных закономерностей влияния поглотительной способности, обусловленной содержанием глинистой фракции, на эффективность укрепления грунтов вяжущими материалами для нужд дорожного строительства. Для достижения цели сформулированы следующие задачи:

1. Провести фракционный анализ для серии глинистых грунтов с варьируемым содержанием тонкодисперсной составляющей.
2. Количественно оценить их поглотительную способность через определение ёмкости катионного обмена (ЕКО), удельной поверхности и состава обменных катионов.
3. Экспериментально исследовать влияние измеренных сорбционных параметров на формирование прочностных и деформационных характеристик при укреплении различными вяжущими.

Научная новизна работы заключается в комплексном анализе роли глинистой составляющей как системообразующего фактора, определяющего не только проблемные свойства грунта, но и механизм его укрепления через призму поглотительной способности.

Практическая значимость результатов состоит в создании инструмента для оптимизации состава стабилизированных грунтовых смесей, позволяющего повысить надёжность и долговечность конструктивных слоев автомобильных дорог при минимизации расхода вяжущих материалов.

Список литературы

1. Голубков В.В. Физико-химические основы стабилизации глинистых грунтов. – М.: Стройиздат, 1990. – 200 с.
2. Воробьёва Л.А. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
3. Бессонов В.В., Мерзляков И.П. Влияние минералогического состава глинистых грунтов на эффективность их стабилизации // Транспортное строительство. – 2021. – № 8. – С. 32–36.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА В БЕТОНЕ

Шангареев С.А., Хохряков О.В.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
420043, Россия, Республика Татарстан, ул. Зеленая д., 1

Современное строительство сталкивается с двумя острыми проблемами: истощением природных материалов и необходимостью утилизации крупнотоннажных промышленных отходов. Ежегодно в металлургической промышленности образуются миллионы тонн сталеплавильного шлака, складирование которого наносит ущерб окружающей среде. Особенно это касается шлака, образующегося при выплавке, стали в ООО «Темпо» (РТ, г. Набережные Челны). Настоящая работа посвящена оценке его как потенциального сырья для приготовления бетонных смесей для сборного и монолитного строительства. Целью работы является определение физико-механических свойств шлака для обоснования его пригодности в качестве крупного или мелкого заполнителя, а также активной добавки в производстве тяжелых бетонов.

В ходе экспериментальной работы были определены основные физико-механические и химические свойства сталеплавильного шлака. В результате испытаний установлено, что истинная плотность шлака составляет 3.608 г/см^3 , модуль крупности песка равен 4.23, водопоглощение составляет 4%, содержание пылевидных и глинистых частиц насыпная плотность 1480 кг/м^3 , морозостойкость 50 циклов и разрушение по массе составляет 4.1%, что соответствует марки F50, дробимость составляет 14%, что соответствует марки M800, влажность составляет 1%, что соответствует ГОСТу 5578-2019

На основании проведенных физико-механических испытаний установлено, что сталеплавильный шлак может рассматриваться как перспективный материал для частичной замены природного песка, гравия, щебня и цемента. Дальнейшие исследования должны быть направлены на определение оптимального процента замещения и оценку прочностных свойств бетона.

Список литературы

1. Пугин К. Г., Вайсман Я. И., Юшков Б.С., Максимович Н. Г., Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии. – Пермь : Издательство Пермского государственного технического университета, 2008-316 с.
2. Валуев Д.В., Гизатулин Р.А., Технологии переработки металлургических отходов. Издательство Томского политехнического университета, 2012-196 с.

10 СЕКЦИЯ

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ
И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

О ЗАКОНАХ ЛОГИКИ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ

Бертик И.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Главными целями изучения математики в техническом вузе являются: умение применять математические знания при изучении общеобразовательных, общетехнических и специальных дисциплин: физики, химии, теоретической механики, гидравлики и т.п. и умение строить и анализировать математические модели, которые возникают в профессиональной деятельности инженера [1]. Однако достижение поставленных целей сопряжено с рядом трудностей: уровень знаний школьной математики оставляет желать лучшего и что самое главное не достаточно высокий уровень логического мышления студентов.

Многие студенты первого курса недостаточно мотивированы на изучение математики, они рассматривают математику как набор фактов, которые необходимо выучить, чтобы сдать экзамен. Более того студенты воспринимают математику как чистую схоластику.

Преодоление схоластического восприятия математики является одной из основных проблем в преподавании математики. Особенно это касается таких важных тем как теория пределов и теория рядов. Поддержание мотивации студентов при изучении математики, формирование познавательных интересов является фундаментом всего педагогического процесса. Без интереса к изучаемому предмету падает стимул к его изучению.

Активизация познавательной деятельности студентов при изучении математики не возможна без знаний основных законов логики и закономерностей человеческого мышления.

Непонимание определений «очевидных понятий», также доказательств «очевидных» утверждений связана со сложностью восприятия сущности математического абстрагирования.

В процессе преподавания математики особое внимание следует обратить на такой специфический приём абстрагирования, как идеализация (в частности абстракция потенциальной осуществимости).

При изучении математики студенты сталкиваются с проблемой построения отрицаний математических утверждений сложной логической структуры. Например, отрицании существования предела функции, отрицании периодичности функции и т.п.

Разъяснение студентам следующих логических законов отрицания кванторов

$$\bar{\forall}xP(x) \sim \exists x\bar{P}(x), \bar{\exists}xP(x) \sim \forall x\bar{P}(x)$$

существенно снимает как логические, так и психологические трудности восприятия рассматриваемых математических утверждений и определений. Также важное значение имеет умение строить отрицание импликации

$$\neg((\forall x \in A) \rightarrow P(x)) \sim (\exists x \in A) \wedge \neg P(x)$$

Следует обратить внимание на структуру и методы доказательства теорем.

Основы логики высказываний изучают в школьном курсе информатики, однако студенты первокурсники совершенно беспомощны в применении этих знаний при работе с математическими понятиями, суждениями и умозаключениями. У большинства студентов вызывает удивление закон контрапозиции

$$A \rightarrow B \sim \bar{B} \rightarrow \bar{A},$$

который является одним из методов доказательства теорем.

Обычно считается, что изучение математики автоматически развивает у студентов логическое мышление, однако опыт показывает, что это утверждение не всегда верно, поэтому формированию логического мышления необходимо уделять особое внимание при обучении математики.

Список литературы

1. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика: Логика и особенности приложений математики. / И.И. Блехман, А.Д. Мышкис, Я.Г. Пановко М.: Наука, 1990.- 356с.

ОБ ОДНОМ ТОЧНОМ РЕШЕНИИ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ В СКОРЫХ ФИЛЬТРАХ

Вахромеев Ю.М.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Рассматривается процесс очистки воды в обычных водопроводных скорых фильтрах. Существуют разные подходы, объясняющие механизм накопления осадка. Будем придерживаться точки зрения, изложенной в работах [1]-[3]. В частности, будем считать, что при накоплении осадка в загрузке касательные напряжения нарастают и, при равенстве их прочности осадка на сдвиг, дальнейшее накопление осадка прекращается. Для определения концентрации взвеси и удельной насыщенности осадка получена нелинейная гиперболическая система уравнений с частными производными первого порядка, для которой поставлена задача Гурса. Для решения этой задачи предложено использовать точное решение системы, которое определяется с помощью группового анализа [4].

Список литературы

1. Фоминых А.М. К вопросу о теории осветления коагулированной воды фильтрованием без образования осадка на поверхности пористой среды // Журнал прикладной химии. 1980. Т. LIII, № 6. С. 1320-1326.
2. Фоминых А.М. Физическая сущность процесса осветления воды фильтрованием // Журнал прикладной химии. 1984. Т. LIII, №1. С. 58-62.
3. Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л., Соппа М.С., Чиркунов Ю.А., Зеркаль С.М., Белкин А.А. Исследование процессов очистки воды в расширенном слое фильтрующей загрузки // Изв. Вуз. Строительство. 2019. №7(727). С.60-68.
4. Овсянников Л.В. групповой анализ дифференциальных уравнений. Москва: Наука, 1978.

СФЕРИЧЕСКИЕ СЕКЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА И ФОРМУЛА ПУАССОНА

Кардаков В.Б.¹, Казанцев С.Г.²

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
 630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

² Институт математики СО РАН,
 630090, Россия, Новосибирск, пр. Коптюга, 4

В работе рассматривается задача Дирихле для гармонического уравнения в единичном шаре

$$\Delta U(x) = 0, x \in B^3, U(\xi) = f(\xi), \xi \in S^2.$$

Эта классическая задача имеет решение в виде формулы Пуассона (см.[1])

$$U(x) = \frac{1}{4\pi} \int_{S^2} \frac{1 - |x|^2}{|x - \theta|^3} f(\theta) d\theta, x \in B^3.$$

В авторском подходе решение этой краевой задачи выглядит так

$$U(x) = \frac{1}{8\pi^2} \left(2 \operatorname{div} \int_{S^2} G(x \cdot \theta, \theta) d\theta - \int_{S^2} g(x \cdot \theta, \theta) d\theta \right),$$

где используются два сферических секционных преобразования Радона — скалярное и векторное (см.[2])

$$g(s, \theta) = \int_{S^2} f(\eta) \delta(s - \eta \cdot \theta) d\eta, |s| \leq 1, \theta \in S^2,$$

$$G(s, \theta) = \int_{S^2} \eta f(\eta) \delta(s - \eta \cdot \theta) d\eta, |s| \leq 1, \theta \in S^2.$$

Здесь $\delta(\cdot)$ — дельта функция, $f(\eta)$ — скалярная и $\eta f(\eta)$ — векторная функции на сфере S^2 .

Для вывода нашей формулы установлены соотношения для сферических секционных преобразований Радона $g(s, \theta)$, $G(s, \theta)$ и потенциалами простого и двойного слоя, которые имеют следующий вид

$$\frac{1}{4\pi} \int_{S^2} f(\eta) \frac{d\eta}{|x - \eta|} = \frac{1}{8\pi^2} \left(\int_{S^2} g(x \cdot \theta, \theta) d\theta \right),$$

$$-\frac{1}{4\pi} \int_{S^2} \frac{\partial}{\partial \rho} \frac{1}{|x - \rho \eta|} \Big|_{\rho=1} f(\eta) d\eta = \frac{\operatorname{div}}{8\pi^2} \left(\int_{S^2} G(x \cdot \theta, \theta) d\theta \right).$$

Список литературы

1. А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, Уравнения математической физики.— М.: Изд-во МГУ; Изд-во. "Наука", 2004. - 798 с.
2. F. Terzioglu, An analytical inversion formula for the overdetermined spherical section transform //Inverse Problems, 2025, V. 41, 095007 (17pp).

О НЕКОТОРЫХ ТОЧНЫХ ИНВАРИАНТНО-ГРУППОВЫХ РЕШЕНИЯХ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ И УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА

Меграбов А.Г.^{1,2}

¹ Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева, 6

² Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Получены новые точные частные решения в элементарных функциях для двумерного волнового уравнения и для трёхмерного уравнения Лапласа. Для их получения применяется следующий подход.

Сначала строится групповое расслоение дифференциальной системы, состоящей из исходного дифференциального уравнения, допускающего группу эквивалентности G , и дополнительных дифференциальных уравнений (дифференциальных связей), также допускающих группу G . Затем находится решение разрешающей системы RE этого расслоения, которое подставляется в автоморфную систему расслоения. Решение системы AG и даёт найденные точные решения.

Рассматриваемая группа преобразований G и её свойства исследованы в [1].

Список литературы

1. Меграбов А. Г. О некотором групповом подходе к обратным задачам для дифференциальных уравнений // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 275, № 3. – С. 583–586.

О НОВОМ ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ ФОРМУЛЫ СМИРНОВА-СОБОЛЕВА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ИНВАРИАНТНЫХ РЕШЕНИЙ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ

Меграбов А.Г.^{1,2}

¹ Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева, 6

² Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Получено новое доказательство известной формулы Смирнова-Соболева [1], основанное на групповом расслоении дифференциальной системы, определяющей функционально-инвариантные решения. Это расслоение строится относительно группы эквивалентности G , допускаемой данной системой. Группа G и её свойства исследованы в [2].

Обнаружено, что система, определяющая функционально-инвариантные решения волнового уравнения, равносильна системе, получаемой из неё заменой волнового уравнения на некоторое обыкновенное дифференциальное уравнение.

Найдена формула, по которой для решения с данным набором (l, m, n, k) параметров Смирнова-Соболева определяются параметры его орбиты или соответствующей автоморфной системы. Т. е. получена связь между параметрами формулы Смирнова-Соболева и характеристиками группового расслоения.

Список литературы

1. Соболев С. Л. Функционально-инвариантные решения волнового уравнения // Тр. Мат. ин-та им. В. А. Стеклова. – 1934. – Т. 5. – С. 259–264.
2. Меграбов А. Г. О некотором групповом подходе к обратным задачам для дифференциальных уравнений // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 275, № 3. – С. 583–586.

МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ МАТЕРИАЛАХ И СРЕДАХ С ЭКСТРЕМАЛЬНЫМИ ДИССИПАТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Чиркунов Ю.А., Рубцова Т.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В настоящей работе представлено комплексное исследование обобщённой модели Хохлова–Заболоцкой–Кузнецова (ХЗК). Наряду с классическими случаями, в работе систематически рассмотрены два качественно различных режима, описываемых обобщённой моделью (ХЗК) с кубической нелинейностью: режим самофокусировки пучков без диссипации и режим их нелинейного затухания в диссипативных средах. Для этих режимов методами симметричного анализа получены новые семейства точных и численных решений, доказана корректность соответствующих краевых задач. Эти результаты расширяют теоретический базис нелинейной акустики и предоставляют ценные инструменты для прикладных расчётов в медицинской физике и гидроакустике.

Список литературы

1. Заболоцкая Е. А., Хохлов Р. В. Квазиплоские волны в нелинейной акустике ограниченных пучков // Акустический журнал. 1969. Т. 15, № 1. С. 35–40.
2. Кузнецов В. П. Уравнения нелинейной акустики // Акустический журнал. 1971. Т. 17, № 4. С. 467–470.
3. Chirkunov Yu. A. A study of the generalization of the three-dimensional model of nonlinear hydroacoustics of Khokhlov–Zabolotskaya–Kuznetsov in a cubic-nonlinear medium in the presence of dissipation // International Journal of Non-Linear Mechanics. 2019. V. 117. 103233. 10 p. DOI: 10.1016/j.ijnonlinmec.2019.103233.
4. Chirkunov Yu. A. Invariant submodels describing a propagation of the ultrasonic beams in a cubically nonlinear medium without dissipation after self-focusing // International Journal of Non-Linear Mechanics. 2021. V. 133. 103731. 15 p. DOI: 10.1016/j.ijnonlinmec.2021.103731.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ФУРЬЕ С ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ОШИБОК ГАУССА

Филатов С.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Путем преобразования уравнения теплопроводности Фурье удалось преобразовать дифференциальное уравнение второго порядка в алгебраическое. Полученное уравнение применимо для вычисления температуры в любом твёрдом теле в любой точке и в любой момент времени. Преобразование выполнено следующим образом: в начале был применён метод задания начальных и конечных условий, после метод подобия и разделения переменных [1-5]. Новизна метода заключается в том, что финальное преобразование уравнения теплопроводности выполнено с использованием дополнительной функции ошибок Гаусса. Полученное уравнение решает задачу вычисления распределения температуры в твёрдом теле как стохастическую.

Получено базовое нелинейное уравнение вычисления температуры в любой точке твёрдого тела в любой момент времени с функцией ошибок Гаусса:

$$T(x, t) = T_x + (T_0 - T_x) \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \quad (1)$$

Получено универсальное уравнение вычисления температуры в любой точке и в любой момент времени с применением функции ошибок Гаусса относительно точки нагрева и охлаждения.

$$T(x, t) = T_x + (T_{+0} - T_x) * A * \operatorname{erfc}\left(\frac{x_1}{2\sqrt{at}}\right) + (T_{-0} - T_x) * B * \operatorname{erfc}\left(\frac{x_2}{2\sqrt{at}}\right) \quad (2)$$

Список литературы

1. Попов А.И., Попов И.Ю. Учебное пособие «Основные уравнения математической физики» // Университет ИТМО, г.Санкт-Петербург, 2020 г. стр. 45-57.
2. Бойко А.С. Применение функции Гаусса в решении уравнений Фурье с переменными коэффициентами // Математический сборник. - 1990. - Т. 181, вып. 1. - С. 171-188.
3. Абрамов С.А. Гауссова функция и численное решение уравнений Фурье // Вычислительная математика и программирование. - 1980. - Т. 40, вып. 3. - С. 131-142.
4. Фролов С.В. Численное решение уравнений Фурье с помощью функции Гаусса в многомерном случае // Вычислительная математика и программирование. - 1995. - Т. 65, вып. 6. - С. 114-128.
5. Абрамов С.А. Гауссова функция и численное решение уравнений Фурье // Вычислительная математика и программирование. - 1980. - Т. 40, вып. 3. - С. 131-142.

ИНВАРИАНТНЫЕ МОДЕЛИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

Чиркунов Ю.А., Березин Е.В.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

В нашей работе мы исследовали нелинейный процесс зимнего бетонирования плиты перекрытия. Поскольку толщина плиты значительно меньше ее других линейных размеров, в качестве модели плиты мы взяли средний слой плиты. Для описания этого слоя мы использовали двумерную нелинейную модель распределения тепла при наличии нестационарного внешнего источника тепла, определяемую нелинейным дифференциальным уравнением с частными производными второго порядка.

С помощью методов [1] группового анализа дифференциальных уравнений мы нашли четыре модели, определяемые инвариантными решениями. Исходя из свойств этих моделей, мы назвали их соответственно: 2 модели - лучевыми моделями и 2 модели - спиральными моделями. Каждая из полученных моделей описывает процесс зимнего бетонирования плиты перекрытия. Для лучевых моделей в каждый фиксированный момент времени линии уровня температуры в плите представляют собой лучи. Для спиральных моделей в каждый фиксированный момент времени линии уровня температуры в плите представляют собой логарифмические спирали.

Для каждой модели, для определенных значений параметров, от которых зависят эти модели, мы получили формулы, которые определяют температуру в каждой точке плиты с течением времени.

Для лучевых моделей были построены графики зависимости температуры от времени на ее линии уровня.

Для каждой полученной модели мы нашли время нагрева, необходимое для обеспечения достижения требуемой прочности в каждой точке плиты перекрытия.

Список литературы

1. Yu. A. Chirkunov, S. V., Khabirov. The Elements of Symmetry Analysis of Differential Equations of Continuous Medium Mechanics. Novosibirsk. NSTU. (2012).

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ФИШЕРА ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ НАЛИЧИИ НЕЛИНЕЙНОГО НЕОДНОРОДНОГО СТАЦИОНАРНОГО ВЛИЯНИЯ

Чиркунов Ю.А., Веде И.А., Шарлов А.И.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Понимание закономерностей возникновения и динамики роста популяций микроорганизмов важно для выявления основных механизмов контроля на начальном уровне возникновения и развития этих структур в медицинской практике при исследовании эпидемий и раковых заболеваний.

Одномерная модель Фишера [1] является одной из основных моделей динамики микробных популяций. В этой модели динамика зависящей от времени и пространственной координаты кинетической переменной (биомасса или количество организмов данного вида на единицу длины) описывается эволюционным уравнением, которое учитывает постоянную диффузию, а влияние на популяцию микроорганизмов зависит только от биомассы.

В нашей работе мы исследовали методами [2] группового анализа дифференциальных уравнений обобщенную модель Фишера динамики популяции микроорганизмов в присутствии нелинейного неоднородного стационарного влияния (вакцинация в случае эпидемий или медицинское лечение рака). Используя введенный нами кинетический параметр биомассы, дифференциальное уравнение, определяющее эту модель, было сведено к более простому уравнению. Была проведена групповая классификация этого уравнения. В результате были получены все основные модели с различными свойствами симметрии. Были получены и изучены все нестационарные инвариантные подмодели этих моделей, определенные инвариантными решениями. Для каждого решения были получены формулы, выражающие биомассу и влияние через динамическую компоненту кинетического параметра биомассы. Для этих решений были изучены биологически значимые краевые задачи, для которых в начальный момент времени в фиксированной точке известны либо биомасса и скорость ее изменения, либо биомасса и ее градиент. Эти краевые задачи были решены численно для некоторых конкретных значений, входящих в них параметров. Для каждой краевой задачи был получен график распределения динамической составляющей кинетического параметра биомассы. Из этих графиков была установлена связь между увеличением или уменьшением биомассы в зависимости от воздействия на нее.

Значение найденных решений заключается в следующем: 1) они описывают конкретные биологические процессы; 2) эти решения могут быть использованы в качестве тестов в численных расчетах; 3) полученные решения зависят от произвольных параметров, которые определяются эмпирически в зависимости от изучаемых биологических процессов, что позволяет использовать подмодели, определенные этими решениями, для изучения других краевых задач, отличных от тех, которые рассматривались в данном исследовании; 4) эти решения позволяют оценить степень адекватности полученных подмоделей для реальных биологических процессов после проведения экспериментов, соответствующих этим решениям, и оценки полученных отклонений.

Список литературы

1. Fisher R. A. The wave of advance of advantageous genes. *Ann Eugenics*. 7. 355–369. (1937).
2. Yu. A. Chirkunov, S. V., Khabirov. *The Elements of Symmetry Analysis of Differential Equations of Continuous Medium Mechanics*. Novosibirsk. NSTU. (2012).

ТУРБУЛЕНТНЫЕ РАЗРУШИТЕЛЬНЫЕ ВОЛНЫ

Чиркунов Ю.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Методами группового анализа дифференциальных уравнений получены обладающие нетривиальными симметриями базовые модели обобщения модели Лейта феноменологической теории волновой турбулентности. Для каждой модели найдены все инвариантные подмодели, задаваемые инвариантными решениями. Указан физический смысл решений, полученных в явном виде. В частности, с помощью этих решений описаны турбулентные процессы, для которых существуют турбулентные волны, названные «разрушительными волнами» как с фиксированными, так и с изменяющимися со временем волновыми числами. Возможно, «разрушительные волны» связаны с известными «волнами-убийцами» или «волнами-фриками» следующим образом:

Сильное нестационарное течение при обтекании неровностей на дне океана создает турбулентные зоны. При определённых сочетаниях характеристик этого нестационарного подводного течения и неровностей на дне океана может возникнуть подводная турбулентная «разрушительная волна». Эта «разрушительная волна» обладает очень высокой энергией. При направлении распространения этой волны близком к вертикальному она генерирует «волну-убийцу» или «волну-изгой» на поверхности океана. Достоверность этой гипотезы может быть установлена только экспериментальными исследованиями. Для нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих базовые модели, получены формулы для производства новых решений, содержащих произвольные константы. Благодаря этим формулам каждое исследованное решение порождает семейство новых решений.

Список литературы

1. Leith C. Diffusion approximation to inertial energy transfer in isotropic turbulence // Phys. Fluids 10, 1967. P. 1409–1416.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ, МАТРИЦА ЯКОБИ КОТОРЫХ КОММУТИРУЕТ С КОЛЬЦОМ ПОСТОЯННЫХ МАТРИЦ

Чиркунов Ю.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Решена задача о существовании нелинейного отображения $u : C^m \rightarrow C^m$ ($m \geq 2$), матрица Якоби которого коммутирует с каждой матрицей из некоторого произвольно заданного кольца Q постоянных квадратных матриц m -го порядка над полем комплексных чисел. Основная теорема утверждает, что такое отображение существует тогда и только тогда, когда кольцо Q обладает хотя бы одной (r, l) -парой. Доказательство этого утверждения в части необходимости требует в случае приводимого кольца Q привлечения его композиционного ряда, конструкция которого позволяет привести с помощью преобразования подобия, которое является преобразованием эквивалентности рассматриваемой задачи, все матрицы из данного кольца к квазитреугольному виду с неприводимыми диагональными блоками. При доказательстве этой теоремы постоянно применяется лемма Шура. Доказательство состоит из ряда лемм, комбинируя которые можно получить требуемый результат во всех возможных частных случаях. Характерной особенностью доказательства большинства лемм является индукция по двум направлениям (перебор столбцов и строк блочной матрицы). Доказательство индукционного шага чаще всего проводится на примере второго шага. Важное значение имеет лемма 3, показывающая, к какому результату приводит взаимодействие леммы Шура и условия совместности (с матрицами кольца коммутирует не произвольная матрица, а матрица Якоби). Лемма 3 играет ту же роль в разделе «Многомерные факторы», что и условие относительно наличия (r, l) -пары в разделе «Одномерные факторы».

Список литературы

1. Чиркунов Ю.А. Условия линейной автономности основной алгебры Ли системы
2. Желобенко Д.П., Штерн А.И. Представления групп Ли. М.: Наука, 1983.
3. Вейль Г. Теория групп и квантовая механика. М.: Наука, 1986.

ПОДМОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В РАЗРЕЖЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Чиркунов Ю.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Основные модели движения газа в трехмерном пространстве были получены в [1]. Модель, описывающая тепловое движение газа в разреженном пространстве, получила несчастливое число 13 в списке этих моделей. Для заданного начального распределения давления специальный выбор массовых лагранжевых переменных приводит к сведению дифференциальных уравнений, описывающих это движение, к системе, для которой число независимых переменных уменьшается на единицу. Следовательно, происходит расслоение газа в разреженном пространстве относительно давления. В разреженном пространстве для любого заданного начального распределения давления все частицы газа локализованы на двумерной поверхности. Эта поверхность со временем перемещается в пространстве. В каждой точке поверхности вектор ускорения коллинеарен вектору нормали к этой поверхности. Каждое решение этой системы задает подмодель теплового движения газа в разреженном пространстве.

Получены следующие точные решения системы: 1) решение, описывающее состояние среды за фронтом ударной волны после очень сильного взрыва; 2) решение, зависящее от времени по экспоненциальному закону и описывающее динамические процессы в разреженном пространстве: или рассеяние частиц газа на бесконечность, или локализация частиц газа вблизи фиксированной поверхности; 3) решение, описывающее в разреженном пространстве динамический процесс, в котором каждая частица совершает периодические колебания; 4) решение, описывающее состояние среды после серии очень сильных взрывов; 5) решения, описывающие процессы, происходящие внутри торнадо.

Используя свойства симметрии системы, получены формулы производства новых решений, используя уже найденные ранее решения системы. Наличие произвольных функций и констант в формулах, определяющих найденные решения, и в полученных производящих формулах позволит использовать эти решения в задачах с различными граничными условиями.

Для полученной системы найдены все нетривиальные законы сохранения первого порядка. В дополнение к классическим законам сохранения система имеет еще один закон сохранения, который обобщает закон сохранения энергии. С дополнительным условием (специальная дифференциальная связь) найден еще один обобщенный закон сохранения энергии.

Список литературы

1. Ovsyannikov LV. The "PODMODEL" program. Gas dynamics // J. of Appl. Math. and Mech. 58(4).1994. P. 601-627.

СИММЕТРИЙНЫЕ СВОЙСТВА МОДЕЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СО СТЕПЕННОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ ПРИ НАЛИЧИИ НЕСТАЦИОНАРНОГО СИНГУЛЯРНОГО ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА

Чиркунов М.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Методами [1] группового анализа исследовалась нелинейная модель, описывающая продольную деформацию упругого стержня со степенной нелинейностью при наличии сингулярного нестационарного внешнего источника, очень сильного в начальный момент времени. Для этой модели получены все инвариантные подмодели, заданные инвариантными решениями уравнения данной модели. Для некоторых подмоделей, описываемых явно найденными решениями, получены время и место разрушения стержня при достижении критического значения деформации (предел прочности материала). Для других подмоделей изучаются физически значимые краевые задачи, описывающие нелинейные продольные деформации упругого стержня, для которых в начальный момент времени в фиксированной точке заданы либо продольное смещение и величина деформации, либо продольное смещение и скорость его изменения. Установлены существование и единственность решений этих краевых задач при некоторых дополнительных условиях. Краевые задачи для некоторых конкретных значений параметров, входящих в них, решаются численно. Результаты решения этих краевых задач представлены на графиках. Проведенные исследования особенно актуальны в ракетостроении, авиастроении, судостроении и других областях.

Механическое значение полученных подмоделей заключается в следующем: 1) эти подмодели описывают особые нелинейные динамические продольные деформации упругого стержня; 2) эти подмодели могут быть использованы в качестве тестовых в численных расчетах, проводимых при изучении нелинейных динамических продольных деформаций изделий из упругих материалов при нагрузках, близких к критическим. Теоретическая и экспериментальная база по таким продольным деформациям весьма ограничена.

Изучение других базовых моделей, полученных в данной работе, представляет самостоятельный интерес как с точки зрения механики для лучшего представления описываемых ими нелинейных процессов, так и с математической точки зрения.

Выполненное исследование особенно актуально в ракетостроении, авиационной промышленности, судостроении, строительстве и других областях.

Список литературы

1. Yu. A. Chirkunov, S. V., Khabirov. The Elements of Symmetry Analysis of Differential Equations of Continuous Medium Mechanics. Novosibirsk. NSTU. (2012).

ЗАТУХАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПУЧКОВ В ТРЕХМЕРНОЙ КУБИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ СРЕДЕ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДИССИПАЦИИ

Чиркунов М.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Модель Хохлова-Заболоцкой-Кузнецова и её обобщения представляют большой интерес для исследователей благодаря многочисленным приложениям. В первую очередь это касается разработки параметрических гидроакустических антенн, а также создания медицинских устройств для ультразвуковой диагностики и неинвазивных операций (см., например, [1] и приведенный там список литературы, включающий более 300 наименований). Большое количество работ посвящено изучению этих моделей.

Трёхмерная обобщенная модель нелинейной гидроакустики Хохлова-Заболоцкой-Кузнецова в кубической нелинейной среде в отсутствие диссипации, описывающая затухание ультразвуковых пучков после образования ударных фронтов, задается нелинейным дифференциальным уравнением второго порядка. Это уравнение допускает [2] десятипараметрическую группу Ли преобразований. В [3] были получены и изучены некоторые подмодели, инвариантные относительно трехпараметрических подгрупп этой основной группы. В настоящей работе получены и изучены четыре нестационарные подмодели этой модели, имеющие физический смысл и инвариантные относительно четырехпараметрических подгрупп основной группы дифференциального уравнения определяющего исследуемую модель. Эти подмодели являются новыми и ранее не упоминались в литературе. Эти подмодели существенно различны, т.е. они не связаны друг с другом точечными преобразованиями. Среди этих 4 подмоделей 2 подмодели описывают осесимметричные ультразвуковые пучки, остальные 2 описывают одномерные ультразвуковые пучки.

Отыскание инвариантных решений, определяющих эти 4 подмодели, сведено к решению нелинейных интегральных уравнений, неявные решения которых были получены в виде нелинейных алгебраических уравнений, содержащих трансцендентные функции. Эти 4 подмодели были использованы для изучения распространения ультразвуковых пучков, для которых заданы либо акустическое давление и скорость его изменения, либо акустическое давление и его градиент в начальный момент времени в фиксированной точке.

Получены условия, обеспечивающие существование и единственность решений краевых задач, описывающих эти процессы. Это позволяет корректно проводить численные расчеты при изучении этих процессов. В результате численного решения этих краевых задач для некоторых значений параметров, характеризующих эти процессы, получены графики распределения давления. Во всех случаях ультразвуковые пучки монотонно ослабевают со временем и полностью затухают за конечное время. В каждой точке пространства найдено время полного затухания ультразвукового пучка.

Каждое полученное решение использовалось при изучении только одной краевой задачи. Однако зависимость решения от двух произвольных констант позволяет применять каждое решение при изучении других краевых задач, имеющих физический смысл.

Еще больше возможностей возникает после применения формул производства новых решений, вытекающих из свойств симметрии исходного уравнения. Применение этих формул уже приводит к 12-параметрическим решениям, которые могут быть использованы при изучении краевых задач, отличных от рассмотренных в данной работе.

Полученные и изученные в данной работе подмодели являются важным шагом на пути к созданию базы данных физически значимых подмоделей трехмерной обобщенной модели нелинейной гидроакустики Хохлова-Заболоцкой-Кузнецова в кубической нелинейной среде в отсутствие диссипации, описывающей затухание ультразвуковых пучков после образования ударных фронтов.

Список литературы

1. Khokhlova V. A. The interaction of weak shock waves in dissipative and random media with regard to problems of medical and atmospheric acoustics. Doctoral dissertation. Moscow: Moscow State University. 2012. 323 p.
2. Yu. A. Chirkunov, Invariant submodels describing a propagation of the ultrasonic beams in a cubically non-linear medium without dissipation after self-focusing. Int. J. Non-Linear Mech. 2021. V. 133. 103731. 15 p.
3. Yu. A. Chirkunov. Description of the attenuation of invariant ultrasonic beams after formation of the shock fronts in a cubic nonlinear medium in the absence of dissipation. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2023. V. 117. 106942. 11 p.

ГРУППОВЫЕ СВОЙСТВА МОДЕЛИ ПРОДОЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ВЯЗКОУПРУГОГО СТЕРЖНЯ

Чиркунов М.Ю.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),
630008, Россия, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Исследована модель динамической продольной деформации вязкоупругого стержня с нелинейной зависимостью напряжения от деформации и от скорости деформации. Методами [1] группового анализа дифференциальных уравнений получено шесть основных моделей с различными симметричными свойствами, для которых были найдены их основные группы Ли. Преобразований. Подробно изучена модель, допускающая самую широкую группу. Для нее была получена формула производства новых решений и найдены все инвариантные подмодели. Для всех ее инвариантных подмоделей инвариантные решения, определяющие эти подмодели, были найдены либо в явной форме, либо их поиск был сведен к решению систем дифференциальных уравнений первого порядка.

Для подмоделей, заданных решениями, найденными в явной форме, указан их физический смысл. Распределение продольных перемещений в стержне для конкретных значений параметров, включенных в эти решения, показаны на рисунках.

Для оставшихся подмоделей, заданных системами дифференциальных уравнений первого порядка, исследованы краевые задачи, описывающие нелинейную продольную деформацию стержня, для которой в начальный момент времени в фиксированной точке известны: 1) продольное перемещение, скорость и ускорение его изменения, 2) продольное перемещение, его градиент и скорость изменения градиента, 3) продольное перемещение, скорость его изменения и градиент его градиента, 4) продольное перемещение, его скорость и скорость изменения градиента. Получены условия, обеспечивающие существование и единственность решений этих краевых задач. Это позволяет корректно решать эти краевые задачи численно. Эти задачи для некоторых конкретных значений параметров, входящих в них, были решены численно. Результаты представлены на рисунках.

Применение формулы производства новых решений к найденным решениям дает дополнительные семейства решений, описывающих нелинейные подмодели базовой модели. Наличие шести дополнительных произвольных констант, содержащихся в каждом из этих семейств, указывает на возможность изучения других, физически значимых краевых задач для этих подмоделей, помимо задач, рассмотренных в данной работе.

Механическое значение полученных подмоделей заключается в следующем: 1) эти подмодели описывают особые нелинейные динамические продольные деформации вязкоупругого стержня с нелинейной зависимостью напряжения от деформации и скорости деформации; 2) эти подмодели могут быть использованы в качестве тестовых в численных расчетах, проводимых при изучении нелинейных динамических продольных деформаций изделий из новых вязкоупругих материалов, а также деформаций при нагрузках, близких к критическим. Теоретическая и экспериментальная база по таким продольным деформациям весьма ограничена.

Изучение других базовых моделей, полученных в данной работе, представляет самостоятельный интерес как с точки зрения механики для лучшего представления описываемых ими нелинейных процессов, так и с математической точки зрения.

Выполненное исследование особенно актуально в ракетостроении, авиационной промышленности, судостроении, строительстве и других областях, где используются новые вязкоупругие материалы.

Список литературы

1. Yu. A. Chirkunov, S. V., Khabirov. The Elements of Symmetry Analysis of Differential Equations of Continuous Medium Mechanics. Novosibirsk. NSTU. (2012).

11 СЕКЦИЯ

**РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ**

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ХИТИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА*

Аешин Н.С., Воронин Н.А., Сомин В.А., Ефрюшин Д.Д.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
656038, Российская Федерация, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46

Авторами настоящей работы был получен материал – продукт химического взаимодействия хитина из панцирей моллюсков *Helix Pomatia* и сульфатной целлюлозы в кислотной среде.

Хитин – природный материал, наибольшее количество которого имеется в составе твердых тканей ракообразных, грибов, а также моллюсков. Целлюлоза является распространенным отходом деревообрабатывающих производств [1, 2, 3].

В растворы, содержащие различные концентрации ионов шестивалентного хрома, помещался полученный материал, после чего происходило его активное перемешивание в течение 25 минут в соответствии с ранее определенной кинетикой сорбционного процесса. По истечении указанного времени из растворов отбиралась аликвотная часть для анализа ионов хрома (VI) фотоколориметрическим методом с дифенилкарбазидом. Метод основан на окислении ионов хрома (VI) до хрома (III) с образованием соединения дифенилкарбазоната хрома (III), имеющего красно-фиолетовый цвет [4].

В результате анализа и обработки полученных данных была построена зависимость сорбционной емкости полученного материала (СЕ) от равновесной концентрации ионов Cr^{6+} в растворе ($C_{\text{равн}}$) (рис. 1).

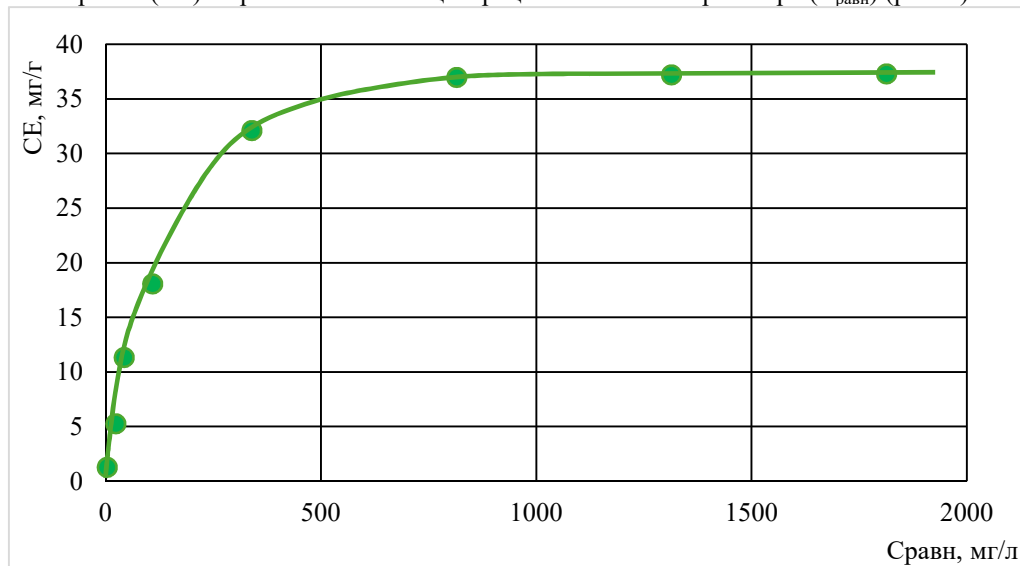


Рисунок 1 - Зависимость статической сорбционной емкости материала на основе хитина и целлюлозы от равновесной концентрации ионов Cr^{6+} в растворе

Как видно из рисунка 1, зависимость имеет резко возрастающий характер в диапазоне низких равновесных концентраций (до 100 мг/л) и слабовозрастающий от 100 мг/л до 2000 мг/л. Максимальное значение емкости материала по ионам Cr^{6+} составляет 37,3 мг/г, сорбционное равновесие при этом устанавливается при равновесной концентрации 850 мг/л.

Список литературы

1. Касьянов Г.И., Кубенко Е.Г. Разработка технологии получения хитозана из панциря гаммаруса азовско-го. Краснодар: Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2013. 69-72 с.
2. Франченко Е.С., Тамова М.Ю., Сорокоумов И.М. [и др.] Получение хитозана из панциря речных раков. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2005. 125-126 с.
3. Иванов Ю.С., Никандров А.Б., Кузнецов А.Г. Производство сульфатной целлюлозы: Уч. пособие. Ч. 1. СПб, 2017. 3 с.
4. ПНД Ф 14.1:2.52-96. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов хрома в природных и сточных водах фотометрическим ме-том с дифенилкарбазидом. Москва: [б. и.], 2004. 18 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

Немова Н.А, Медведева К.Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н. А. Чинакала
Сибирского отделения Российской академии наук

Масштабная добыча минерально-сырьевых ресурсов приводит к изъятию значительных земельных площадей, что определяет актуальность разработки стратегий их реабилитации. Предложена комплексная оценка нарушенных горными работами земель, включающая систему критериев и параметров, основанных на натурных наблюдениях и лабораторных исследованиях. На примере Новосибирской области сформирована матрица ранжирования техногенных объектов по степени воздействия на компоненты окружающей среды, позволяющая идентифицировать участки с допустимой и сверхдопустимой экологической нагрузкой. Разработанный подход служит основой для экспертной системы выбора оптимальных направлений рекультивации нарушенных территорий.