

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 6. Строительство и архитектура

Сборник научных трудов
XXII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

22–25 апреля 2025 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 6. Construction and architecture

Abstracts
XXII International Conference of students, graduate students
and young scientists

April 22–25, 2025



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



ТОМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

 **TUSUR** UNIVERSITY
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Томск 2025

УДК 501:004 (063)

ББК 72:32.81л0

П27

П27 **Перспективы развития фундаментальных наук** : сборник трудов XXII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 22–25 апреля 2025 г.) : в 7 томах. Том 6. Строительство и архитектура / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2025. – 140 с.

ISBN 978-5-4387-1261-9 (т. 6)

ISBN 978-5-4387-1255-8

Сборник содержит труды участников XXII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», представленные на секции «Строительство и архитектура».

Предназначен для студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей, специализирующихся в области технологии строительства, строительных материалов, изделий и конструкций, нанотехнологий в строительстве, электротехники и электромеханики, машиноведения и механики, инженерной геологии, методики архитектурного проектирования, теории и истории архитектуры, реставрации и реконструкции архитектурного наследия, а также дизайна архитектурной среды.

УДК 501:004 (063)

ББК 72:32.81л0

Редакционная коллегия

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;

Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;

С.А. Поробова.

ISBN 978-5-4387-1261-9 (т. 6)

ISBN 978-5-4387-1255-8

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Новые подходы при проектировании детских площадок <i>К.А. Арбузова</i>	5
Современные экологические подходы к озеленению урбанизированных территорий <i>Е.А. Исайкина</i>	8
Дизайн-проект благоустройства территории сквера по ул. Федора Лыткина в г. Томске <i>Ю.В. Мужеякая, Э.Э. Мамедова</i>	11
Особенности пространственной реализации моделей научно-инновационной деятельности <i>О.В. Сазонкина</i>	14
Абагур-Лесной как полифункциональный район, ориентированный на развитие г. Новокузнецка <i>Е.А. Сердюкова</i>	17
Особенности реализации архитектурно-градостроительного облика в градостроительной практике: принципы, методы и перспективы адаптации <i>К.Д. Смирнов</i>	20
Специфика формирования рекреационно-парковых пространств на основе рекультивации малых рек в региональных условиях городов юго-западной Сибири <i>П.Е. Соковикова</i>	23
Проблемы в области современного градостроительства в России <i>А.Е. Степанова, Т.Д. Гусейнов</i>	26
Research on the influence of art schools on architectural design style <i>Gong Rui, N.A. Trofimova</i>	29
Comparative study on seismic-resistant buildings in China, Japan and other countries <i>Lan Yongjun, N.A. Trofimova</i>	32
Adaptive reuse of historic buildings in modern architecture <i>Yansha Li, N.A. Trofimova</i>	35
Городской экологический каркас: структура и алгоритм планирования <i>А.И. Антонова</i>	38
Методика проектирования социального жилья для города Томска <i>И.Д. Верёвкина</i>	41
Архитектурно-градостроительные принципы формирования образовательной инфраструктуры архитектурно-дизайнерского университета на примере НГУАДИ им. А. Д. Крячкова <i>А.А. Денисова, Р.С. Черепанов</i>	44
Зеленые технологии в архитектуре <i>И.Д. Верёвкина, Е.С Жеребухина</i>	47
Устойчивые архитектурные формы для арктических условий жизни <i>А.С. Калашиникова</i>	50
Анализ преимуществ и недостатков использования и взаимодействия программного обеспечения Autodesk Revit и Autocad для работы над проектной и рабочей документацией <i>П. Калентьева, И.А. Прищеп</i>	53
Актуальность внедрения ТИМ в рамках курсового архитектурного проектирования <i>В.М. Потапова</i>	56
Шаблон для архитектурного проектирования в ПО "Autodesk Revit": обзор инструментов для автоматизации процессов курсового проектирования <i>В.М. Потапова</i>	59
Социальная ответственность архитектора: создание инклюзивных пространств <i>С. Прохоренко</i>	62
Применение технологий IoT и генеративного дизайна в проектировании и строительстве жилищных комплексов <i>Е.Д. Сухачев</i>	65
Результаты работы искусственного интеллекта: анализ планировочных решений квартир, выполненных с помощью генеративной платформы для проектирования зданий <i>Э.Р. Эминова</i>	68
Историко-культурное наследие как часть туристического бренда Республики Хакасии <i>Е.Ю. Громова, П.И. Косарева</i>	71
Опыт создания жилых комплексов с учетом потребностей маломобильных групп населения и людей с ограниченными возможностями в условиях Новосибирской области <i>М.С. Фролов</i>	74

Инновационность и «умные дома»

<i>А.В. Чекалина</i>	77
Влияние стеклобоя на свойства бетона	
<i>Н.Е. Александров, А.Б. Стешенко</i>	80
Керамические композиты на основе фаз системы Al_2O_3-ZrO_2 синтезированные в среде термической плазмы	
<i>Р.Ю. Бакшанский, Д.С. Дятчина, Е.А. Анисимова</i>	83
Сокращение технологических и иных рисков реализации девелоперского проекта на стадии инициации	
<i>И.А. Войлоков</i>	86
Синтез кобальтсодержащей шпинелевой керамики на основе продуктов плазменного плавления	
<i>А.Б. Улмасов, Д.С. Дятчина, Э.С. Бадин</i>	89
Технологии лазерной очистки металлических поверхностей промышленных объектов от загрязнений и лакокрасочных покрытий	
<i>К.П. Зубкова, И.Н. Кузнецова</i>	92
BIM-моделирование: как технологии меняю современное строительство	
<i>Е.Д. Кайбичева</i>	95
Особенности структурного строения анортитсодержащих керамических материалов с использованием техногенного сырья	
<i>А.Н. Котова</i>	98
Нanomатериалы в строительстве	
<i>В.А. Кочина, Д.Ю. Слюсарь, Н.Д. Маланыч</i>	101
Энергоэффективные цементные материалы на основе промышленных отходов для устойчивого строительства	
<i>И.Н. Кузнецова</i>	104
Влияние активно-минеральных добавок на свойства цемента	
<i>Д.Е. Логинов, А.Б. Стешенко</i>	107
Использование результатов инженерных изысканий прошлых лет	
<i>Д.Р. Мамонтов</i>	110
Влияние органических выгорающих добавок на структурообразование керамических материалов	
<i>С.Е. Миронов</i>	113
Технологии строительства каркасный зданий	
<i>А.В. Михайлов</i>	116
Оптимизация армирования на основе графического ПО «Adobe Photoshop»	
<i>Д.Э. Нумонбеков</i>	119
Анализ общедоступных шаблонов КЖ (Конструкции железобетонные) и КМ (Конструкции металлические) для ПО «Autodesk Revit»	
<i>Д.Э. Нумонбеков</i>	122
Фосфатный ячеистый бетон на шамотном заполнителе с добавкой дисперсных алюмосиликатных промышленных отходов	
<i>Н.Е. Посаднова</i>	125
Получение полимерных биоцидных добавок для лакокрасочных покрытий и отделочных материалов с антипиреновыми свойствами	
<i>В.О. Рябова, В.Е. Рогов</i>	128
Некоторые противоречия, выявленные при определении минимальных расчетных температур верхнего слоя покрытия по действующим методикам	
<i>В.Е. Сиволап</i>	131
Разработка углеродно-нейтральных технологий строительства для суровых климатических условий Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО)	
<i>Ф.Ш. Чанбаев, Д.О. Леонов</i>	134
Перспективы обработки конструктивных элементов из клееной древесины потоком низкотемпературной плазмы	
<i>В.А. Черемных</i>	137

УДК 712-1

Новые подходы при проектировании детских площадок

К.А. Арбузова

Научный руководитель: ассистент, А.А. Студницкая

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, Соляная пл., 2, 634003

E-mail: christinaarbuzova@mail.ru

New approaches in designing playgrounds

K.A. Arbuzova

Scientific Supervisor: assistant, A.A. Studnitskaya

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: christinaarbuzova@mail.ru

Abstract. *The article examines modern foreign and domestic approaches to designing children's playgrounds. Based on the research, a classification was developed for analyzing playgrounds in new microdistricts of Tomsk.*

Key words: *playground, play area, multi-purpose playground, inclusive playground, landscaping, equipment.*

Введение

В настоящее время в России проживает 30 млн детей до 18 лет, что составляет 21 % от общей численности населения (146 млн чел.) [1]. Детские площадки являются важной частью в развитии и формировании личности ребенка. Существуют несколько возрастных групп детей, для которых проектируют площадки: ясельная (до 3 лет), дошкольная (3–7 лет), школьная (7–14 лет) и подростковая (14+) [2]. Таким образом, дети разных возрастов нуждаются в качественных и универсальных игровых площадках. Целью исследования является выявление новых подходов организации дизайна при проектировании среды детских игровых площадок, а также соответствие существующих игровых комплексов новым подходам.

В настоящее время можно заметить тенденцию создания гармонии общественных пространств и сооружений с окружающей средой. Это сказывается не только в выборах материалов, но и подходах. Чтобы понять, как формировались эти подходы – вернемся к истокам изучения потребностей. Первая модель городской природной детской игровой площадки была спроектирована и построена в Копенгагене в 1943 году благодаря трудам ландшафтного архитектора Теодора Серсена. Он обратил внимание на интерес детей к игре на строительной площадке, где они использовали строительные инструменты и материалы, с помощью которых создавали собственные элементы [3]. Позднее, в Швеции, появились «площадки Робинзона», на которых дети играли на песке, воде, проводили эксперименты с огнем, после поддержки концепции в Великобритании площадки стали популярны во всей Европе [3]. В России в 1940-х и последующие 20 лет прослеживались попытки введения идеи «площадок Робинзона», но они были безуспешны. Предположительно, это связано со строго нормативным подходом к играм детей в период СССР [3]. В Канаде были проведены исследования влияния свободных игр на развитие знаний и улучшение здоровья у детей. Исследования показали, что игры на детских площадках, которые требуют от детей контроля над рисками и активного движения, помогают им стать более активными. Кроме того, было обнаружено, что риск получения травмы происходит при использовании оборудования высотой до 1,5 м. Однако было отмечено, что уровень травматизма снижается, если за детьми наблюдают взрослые [3].

Экспериментальная часть

Исходя из исследований и международного опыта, можно заметить основные возможные сценария развития поведения: игра, движение, общение, сотрудничество, контакт с природой, отдых, риск и эксперимент – все это следует учитывать при проектировании детской игровой площадки. Несоблюдение этих потребностей может привести к быстрой потере интереса у детей к площадкам. Таким образом, к современным подходам проектирования общественных и придомовых детских площадок можно отнести следующее:

Экологический подход – характеризуется использованием натуральных природных материалов для оборудования, для организации игр и в выборе цветовой гаммы.

Обслуживание интересов разных групп пользователей. При проектировании детских площадок важно помнить и про комфортное нахождение не только детей, но и их родителей, которые могут находиться продолжительное время на площадке вместе с ними.

Инклюзивность (универсальность) площадки. При взаимодействии органов чувств площадка становится функциональной для МГН. Могут быть использованы музыкальные элементы, тактильные панели. Также к универсальному оборудованию относятся качели-гнездо, столы, стоящие на твердой поверхности, с песком и водой.

Формирование разноуровневого ландшафта позволяет создать большое количество сценариев для игр, поэтому в последние годы пространство активно зонировается за счет применения геопластики.

Озеленение территории детского игрового пространства должно отвечать не только санитарным нормам, но и активно использоваться в зонировании территории и сценарии игры, например, создание живых изгородей в виде лабиринта или небольшой участок с растениями для тактильного восприятия.

Использование подвижного оборудования. В качестве такого оборудования могут быть использованы конструкции для игры с водой, например, краны, бревна, тарзанки и т.д.

Символические образы малых архитектурных форм могут отражаться во внешнем виде и объеме оборудования. Однако следует учитывать возрастную категорию детей, так как в 12 лет детей перестают привлекать яркие цвета и упрощенные образы. Поэтому в последние годы наблюдается тенденция к минималистичным решениям игрового оборудования с активным внедрением цвета в покрытие площадки. Интересным примером подхода является появление научных детских площадок в России, цель которых создать интерактивный музей под открытым небом.

В рамках исследования было принято решение провести анализ современных детских игровых комплексов, которые построены в новых микрорайонах и жилых кварталах в г. Томске (табл. 1). Для анализа соответствия детских игровых комплексов в рамках исследования была разработана система оценки по следующим компонентам: функциональность, визуальное восприятие, социальное взаимодействие, образовательный потенциал. Для каждого компонента были определены критерии для оценки. К функциональному компоненту представлены такие критерии, как разнообразие игр, возрастная адаптация, доступность. К компоненту визуального восприятия относятся дизайн, цветовая гамма и соответствие окружающей среде. Компонент по социальному взаимодействию включает в себя такие критерии, как групповые игры, коммуникативные элементы и интерактивные элементы. Компонент образовательного потенциала включает в себя: обучающие элементы, творческое развитие, физическое развитие. Следует отметить, что компоненты безопасности и долговечности не учитываются в исследовании, так как уже установленные площадки должны соответствовать этим требованиям.

Каждый критерий оценивается от 0 до 3 баллов от отсутствия до реализации (0 – отсутствие, 1–2 – частичное соответствие критериям, 3 – полное соответствие критериям). Оценки по каждому игровому комплексу в соответствии с критериями представлены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка игровых комплексов микрорайонов и ЖК г. Томска

№	Критерии	мкр. Радужный	мкр. Южные ворота	мкр. Северный парк	ЖК Михайловский	ЖК «На Комсомольском»	мкр. Левобережный	ЖК «Роза Люкс»	ЖК «Salt park»	Парк «Березовая
1	Функциональный компонент									
1.1	разнообразие игр	1	2	3	2	2	2	1	3	3
1.2	возрастная адаптация	2	2	3	2	2	2	2	3	3
1.3	доступность	0	0	0	1	1	0	1	1	1
2	Визуальный компонент									
2.1	дизайн	1	2	3	3	3	2	1	3	3
2.2	цветовая гамма	1	2	3	3	3	3	3	3	3
2.3	соответствие окружающей среде	0	0	0	3	3	0	3	3	3
3	Социальный компонент									
3.1	групповые игры	1	2	3	1	1	2	0	2	2
3.2	коммуникативные элементы	1	2	2	1	2	2	1	2	1
3.3	интерактивные элементы	0	1	1	0	0	1	0	3	0
4	Образовательный компонент									
4.1	обучающие элементы	0	1	1	1	1	1	1	2	1
4.2	творческое развитие	0	1	1	2	2	1	0	2	1
4.3	физическое развитие	1	2	3	3	2	3	1	1	3
Итоговое количество баллов:		8	16	23	22	22	19	14	28	24

Результаты

Таким образом, максимальные баллы набрали игровые площадки: ЖК «Salt park» (28), парк «Березовая роща» (24), мкр. Северный парк (23), ЖК Михайловский парк-квартал и ЖК «На Комсомольском» (22). Характеристикам экологического подхода наиболее соответствуют площадки в Михайловском парк-квартале, ЖК «На Комсомольском», ЖК «Роза Люкс», ЖК «Salt park» и в парке «Березовая роща». А подвижное оборудование наиболее часто используется в парке «Березовая роща». Но только в ЖК «Salt park» использовано дополнительное оборудование для игры с песком в виде игрушечного экскаватора. Детские площадки в мкр. Радужный вовсе не соответствуют современным подходам к проектированию.

Заключение

Используемая система оценки позволила комплексно проанализировать детские игровые комплексы, учитывая их функциональность, эстетичность, социальное взаимодействие и образовательный потенциал. Исследование новых жилых районов г. Томска показало, что современные подходы к проектированию детских площадок применяются недостаточно полно. Ни одна изученная площадка не соответствует требованиям инклюзивности и доступности для различных групп пользователей. Тем не менее, в более новых жилых комплексах наблюдается тенденция внедрения современных принципов проектирования.

Список литературы

1. Численность населения Российской Федерации по полу. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13284> (дата обращения 25.03.25);
2. ГОСТ 51910 – 2020 «Оборудование и покрытия игровых площадок. Дополнительные требования безопасности и методы испытаний универсальных игровых площадок»;
3. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности оборудования для детских игровых площадок» (ТРИ ЕАЭС 042/2017).

Современные экологические подходы к озеленению урбанизированных территорийЕ.А. Исайкина

Научный руководитель: доцент И.Д. Веревкина

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: elizabethisaykina@gmail.com

Modern ecological approaches to greening urbanized territoriesE.A. Isaikina

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. I.D. Verevkin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: elizabethisaykina@gmail.com

Abstract: *The paper presents modern technologies of biophilic design in architecture, which allow solving complex environmental problems of urbanized territories.*

Key words: *biophilic design, "green" architecture, ecology, two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) landscaping systems, vertical landscaping.*

Введение

Статистические данные ООН показывают, что примерно 56 % населения планеты живёт в городах. Прогнозы всемирной организации демонстрируют, что к 2030 году в городах будет проживать около 60 % населения Земли, а к 2050 году этот показатель может составить около 68 %, в то время как сейчас он составляет 50 %, а в середине прошлого столетия был всего лишь около 38 % [1]. Возникает потребность в обеспечении комфортных условий для жизни в городах и крупных мегаполисах намного большего количества людей.

Экологические и социальные проблемы, обусловленные ростом урбанизации, сказываются не только на здоровье людей, но и приводят к потере «зелёных зон» в городах. Поэтому разработка новых инженерных инновационных подходов к озеленению городской среды становится весьма актуальной задачей.

Целью данного исследования явилось изучение современных экологических подходов к озеленению урбанизированных территорий.

Результаты

Для смягчения влияния урбанизации на людей и окружающую среду в настоящее время в России и за рубежом используется биофильный дизайн архитектуры, объединяющий растения и архитектуру для создания более здоровых и экологичных пространств при озеленении городов [2].

За рубежом биофильный дизайн используется с начала XX века и был реализован во многих архитектурных проектах, путем включения зелёных двумерных (2D) и трёхмерных (3D) систем в здания [3, 4]. К двумерным относят «зеленые» крыши, стены и фасады. Спектр 3D насаждений немного шире – это сады на крышах, небесные сады, зеленые балконы, крытые (небесные) сады и сады атриумы, зелёные уголки внутри зданий. В совокупности 3D-зеленые пространства еще называют «зелеными карманами». По сравнению с 2D-зелеными поверхностями, они имеют больший потенциал для проектирования в пространстве из-за их увеличенной биомассы, большего масштаба и разнообразия пространственных форм и видов растений (рис. 1) [5]. Особенно актуально 2D и 3D озеленение зданий в крупных мегаполисах, где по причине высокой плотности застройки сокращены площади природных насаждений.

	2D Green Surfaces		3D Green Spaces (Green Pockets)			
Type diagram						
Terms	Extensive/ semi-extensive green roof	Green wall, green facade, living wall, or vertical greenery system	Roof garden, sky garden, or intensive green roof	Green balcony, or three-dimensional green facade	Indoor sky garden, elevated landscape, or green house rooftop	Indoor garden, or atrium garden,
Designed spaces in buildings	Outside	Inside or outside	Outside	Outside	Semi-inside	Inside
	Sky	Ground to sky	Sky	Elevated	Ground to sky	Ground to sky
Substrate depth	≤ 25 cm		> 25 cm			
Vegetation	Mosses, sedums, herbs, grasses, small and creeping shrubs, and climbing plants		Trees, small to large shrubs, ground cover plants (e.g. mosses, sedums, herbs, and grasses), and climbing plants			
Creative design	Low to medium potential		Large potential			
Technical complexity	Low to medium		High			
Maintenance	Low or periodically		Regularly and periodically			

Рис. 1. Характеристика зелёных систем озеленения зданий [5]

Биофильный дизайн возвращает природу в повседневную городскую жизнь, воссоздаёт утраченную связь с природными элементами, благотворно влияет на физическое, психологическое и экологическое благополучие горожан [5, 6], меняет микроклимат зданий, делая их энергоэффективными [7]. Растения «зелёной» архитектуры подавляют городской шум и вибрацию, очищают воздух от выхлопных газов, пыли и насыщают его кислородом, повышают влажность воздуха, регулируют температуру в городской застройке, защищают конструктивные элементы зданий от негативного воздействия окружающей среды [8].

В России направление «зеленой» архитектуры начало активно развиваться сравнительно недавно. Нормативное регулирование биофильного дизайна было утверждено на законодательном уровне Росстандартом только 2024 году: с 01.05.2024 введён в действие ГОСТ Р 71332-2024 – «Зеленые» стандарты. Вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений. Технические и экологические требования» [9]. Данный нормативный документ регламентирует использование и продвижение «зелёных» технологий в строительстве. Документ регламентирует важность вертикального озеленения фасадов зданий и сооружений для обеспечения экологической и объемно-пространственной целостности, биоразнообразия и устойчивости развития городской среды. Однако, вертикальное озеленение малых архитектурных форм, ограждений и инженерных сетей не подпадает под действие данного стандарта.

Примеров озеленения крыш и фасадов зданий в РФ не так много, пока их можно встретить только в Москве, Санкт-Петербурге и на юге нашей страны (рис. 2) [10, 11], очевидно, это связано с климатическими особенностями регионов, хотя ГОСТ касается всех климатических зон России.



Рис. 2. «Зелёные» крыши: 1 – крыша офиса компании Илья Мочалов и Партнёры, г. Москва; 2 – клубный ресторан Royal Beach, г. Санкт-Петербург

В средней полосе РФ и Сибири довольно суровые климатические условия, поэтому существуют сомнения, что здесь возможно выращивать растения для украшения фасадов

зданий. Безусловно, вертикальное озеленение, как в регионах с мягким климатом, в Сибири вряд ли получится, но отдельные его элементы можно будет использовать, подобрав неприхотливые в уходе и устойчивые к перепадам температур растения.

Таким образом, современные методы вертикального озеленения широко используются за рубежом. В России данное направление только начинает набирать обороты и требует комплексного подхода, внедрения инновационных технологий с учётом эколого-климатических особенностей при планировании и реализации архитектурных проектов по вертикальному озеленению городов. Необходимо продолжать научные исследования в этой области и улучшать подходы к озеленению, учитывая современные вызовы и запросы городской среды.

Список литературы

1. Население мира растёт, стареет и переезжает в города // Организация Объединённых наций. Статистика ООН: сайт. – 2019. – URL: <https://news.un.org/ru/story/2019/04/1352171>
2. Ильвицкая С.В., Барсуков Н.С., Завитухина Е.А. Биофильная архитектура // Архитектура и строительство России. – 2023. – № 4 (248). – С. 116–117.
3. Ефимцев Д.А. Путь от горизонтального к вертикальному озеленению (история вопроса) // Экология урбанизированных территорий. – 2015. – № 2. – С. 25–30.
4. Зайкова Е.Ю. Гибридные модели первой группы и зелёная инфраструктура: приёмы устойчивой интеграции // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2024. – № 2 (46). – С. 26–41. – DOI 10.22227/2311-1518.2024.2.26-41
5. Zhong W., Schröder T., Bekkering J. Implementing biophilic design in architecture through three-dimensional green spaces: Guidelines for building technologies, plant selection, and maintenance // Journal of Building Engineering. – 2024. – Vol. 92. – P. 109648.
6. Molari M., Dominici L., Manso M., Matos S.C., Comino E. A socio-ecological approach to investigate the perception of green walls in cities: A comparative analysis of case studies in Turin and Lisbon // Nature-Based Solutions. – 2024. Vol. 6. – P. 100175.
7. Chidambaram C., Surabhi S. Nath, Varshney P., Kumar S. Assessment of terrace gardens as modifiers of building microclimate // Energy and Built Environment. – 2022. – Vol. 3. – P. 105–112.
8. Теличенко В.И., Бенуж А., Мочалов И.В. Формирование комфортной городской среды // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 1. – С. 30–33.
9. ГОСТ Р 71332-2024 «Зеленые» стандарты. Вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений. Технические и экологические требования // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: сайт. – 2024. – URL: <https://protect.gost.ru/default.aspx/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=2&month=5&year=2024&search=&id=259098>
10. Озеленение крыши административно-делового центра «Шереметьевская, 34» // Илья Мочалов и Партнёры: сайт. – https://www.ilyamochalov.ru/sady_na_kryshah/sheremetevskaya_34_krysha/
11. Клубный ресторан Royal Beach // www.archi.ru: сайт. – URL: <https://archi.ru/projects/russia/9962/klubnyi-restoran-royal-beach>

УДК 712.25

Дизайн-проект благоустройства территории сквера по ул. Федора Лыткина в г. Томске

Ю.В. Мужецкая, Э.Э. Мамедова

Научный руководитель: канд. архитектуры Э.Э. Мамедова

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, Соляная пл., 2, 634003

E-mail: lanatm1234@gmail.com

Landscape design of public garden on Fedor Lytkin St. in Tomsk

Y.V. Muzhetskaya, E.E. Mamedova

Scientific Supervisor: Ph.D. E.E. Mamedova

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: lanatm1234@gmail.com

Abstract. *The opportunity to participate in developing the territories of the Russian Federation through the national student competition "Blagoustroy!" was used to design a public garden in Tomsk. In order to meet the needs of the users of the area, the development of the public garden has involved redesigning the pedestrian pathways, revising the site's lighting and creating new small architectural forms with a unique design code. The square has local significance and considerable potential to create a new point of attraction and improve the appearance of the city. Transforming the existing site will boost the local economy and meet the leisure and amenity needs of the surrounding community.*

Key words: *public garden, landscape design, landscaping and gardening, urban environment development.*

Введение

В настоящее время политический курс Российской Федерации в отношении архитектуры и градостроительства направлен не только на постройку новых сооружений, но и на разработку и улучшение имеющихся территорий по всей стране. В поддержку вышесказанного можно привести один из национальных проектов: «Жилье и городская среда», в рамках популяризации которого был проведен национальный студенческий конкурс: «Благоустрой!». Благодаря данному конкурсу множество студентов со всей страны получили возможность разработать проект благоустройства территории за определенный срок. «Проекты полуфиналистов Конкурса будут включены в список проектов, вынесенных на всероссийское голосование за выбор объектов благоустройства в 2025 году» [1]. Подобная возможность для студента-архитектора – прекрасный шанс преобразить родное поселение и получить бесценный опыт практики в ландшафтном проектировании.

В частности, в г. Томске для благоустройства была подана территория сквера на ул. Федора Лыткина. В рамках конкурса для сквера был разработан дизайн проект: «Сквер по ул. Федора Лыткина», прошедший отбор в полуфинал. Проектируемая территория востребована местными жителями и нуждается в проработке текущих недостатков и развитии экономического и эстетического потенциала.

Экспериментальная часть

В ходе предпроектного анализа была сформирована историческая справка, а также рассмотрены соответствующие правовые документы, относящиеся к территории проектирования.

Исторически территория сквера была частью территории кирпичного завода, а в последствии была названа в честь советского деятеля: «Именами «пламенных революционеров-большевиков», в рамках пропагандистской кампании правящей

коммунистической партии, в стране называли улицы в 1920-х и 1930-х гг. и в последующие периоды – 1950-х и 1970-х гг.» [2].

Скверы в жилой застройке решаются как замкнутая композиция, со стороны улиц предусматривается размещение плотных групп деревьев и кустарников [3]. Проект разработан в соответствии с потребностями пользователей территории и с учетом окружающей застройки, что отражено в предложенной концепции.



Рис. 1. Генеральный план сквера на ул. Федора Лыткина

В данный момент Сквер на ул. Федора Лыткина является транзитной территорией и имеет статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) местного значения. Основные направления предложенного проектного решения: создание комфортной и эстетически привлекательной зоны для отдыха, общения и культурных мероприятий, формирование общественного пространства, привлекательное для всех социальных групп, усовершенствование сложившейся ситуации территории.

В текущем проектном решении были учтены и проработаны существующие недостатки территории: нехватка сидящих мест, недостаточное количество урн для мусора, неудовлетворительное освещение территории в темное время суток, вандализм, частое использование территории людьми без определенного места жительства, наличие стихийно образовавшихся тропинок.

Ключевым элементом дизайн-кода являются цветочные композиции. Главной доминантой сквера является большая цветочная клумба с беседкой, выполненной в тематике проекта. Востребованность цветочного облика сквера среди местных жителей обосновывает проектное решение. «Ведь почти каждый парк или сад создается не на «новом» месте, он является продуктом конкретных обстоятельств места и времени, которые постепенно, шаг за шагом определяют своеобразие ансамбля.» [4].

Проектом предусмотрена проработка каждого этапа. Таким образом, первый этап состоит из разработки проектной группой документации по проекту. Во второй этап входят следующие мероприятия: опрос жителей о тематике перспективных проектов или решений, обработка данных и доработка проектных решений, поиск партнеров и подрядчиков, составление плана реализации проекта. В третий этап реализации включены не менее важные пункты: анализ состояния территории, смета на демонтаж устаревших покрытий и конструкций, обустройство дорожек, создания и монтаж архитектурных конструкций и т.д.

Четвертый этап описан соответствующими подробностями: очистка территории от мусора и разборка, демонтаж старого покрытия, демонтаж и монтаж инженерных сетей (коммуникаций). Последний этап предусматривает собой установку малых архитектурных форм, обустройство дорожек, высадку озеленения, монтаж светового комплекса.

Результаты

Переработка существующих и проектирование дополнительных пешеходных путей позволит перемещаться по территории с комфортом. Спроектированные пешеходные пути сохраняют абсолютное количество существующего озеленения на текущей территории. Такой подход важен в текущих городских условиях: «Для того, чтобы сохранить зеленые территории, нужно не только высаживать новые, но и стараться сохранить уже существующие насаждения.» [5]. Также проектом определено наличие разнообразных видов цветов для клумб около пешеходных путей и центрального цветника.

В проекте предусмотрено дополнительное освещение территории сквера, что повысит эстетическое восприятие сквера, также обеспечит комфорт и безопасность в темное время суток. Кроме того, предложенное решение учитывает особенности рельефа и закладывает соответствующее покрытие для дорожек, предусмотрены большие участки озеленения без подлеска и пр. Данный сквер может стать местом для привлечения общественной деятельности, пространством для отдыха и созерцания прекрасного. Проведение различных тематических мероприятий привлечет на территорию посетителей со всего города. Реализация проекта позволит не только увеличить комфорт от посещения сквера, но и в перспективе создать новую точку притяжения.

Заключение

В городской среде значительными являются «зеленые места», так как благодаря единению с природой человек получает возможность отвлечься от своих дел и насладиться отдыхом, обособляясь от городской суеты. Благоустройство «зеленой зоны» улучшит качество жизни местных жителей, создав место не только для прогулок, но и для круглогодичного любования природой.

Список литературы

1. Благоустрой!: [официальный сайт]. – URL: [https://admin.xn7sbcj5aixbrjlk.xnp1ai/storage/2024/10/18/01-06.14%20\(Положение\).pdf](https://admin.xn7sbcj5aixbrjlk.xnp1ai/storage/2024/10/18/01-06.14%20(Положение).pdf). (дата обращения: 22.03.2025)
2. Товики : [официальный сайт]. – URL: <https://towiki.ru/view>. (дата обращения: 22.03.2025)
3. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Объекты ландшафтной архитектуры. – 2003. – URL: <https://tehne.com/library/teodoronskiy-v-s-bogovaya-i-o-obekty-landshaftnoy-arhitektury-moskva-2003> (дата обращения: 22.03.2025)
4. Вергунов А.П., Горохов В.А. Русские сады и парки. – М.: Наука, 1987. – URL: <https://elima.ru/books/?id=4162> (дата обращения: 22.03.2025)
5. Карташова Н.П. Ландшафтные приемы создания городской системы озеленения. // Лесотехнический журнал. – 2018. — № 2. – С.85–92. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/landshaftnye-priemy-sozdaniya-gorodskoy-sistemy-ozeleneniya/viewer> (дата обращения: 22.03.2025)

УДК 711:001.18

Особенности пространственной реализации моделей научно-инновационной деятельности

О.В. Сазонкина

Научный руководитель: доцент, кандидат архитектуры Т.С. Дудина

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова

Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 38, 630099

E-mail: mokinjayos@gmail.com**Features of spatial implementation of scientific and innovative activity models**

O.V. Sazonkina

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. T.S. Dudina

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,

Krasniy Prospect str., 38, 630099

E-mail: mokinjayos@gmail.com

Abstract. *This article examines the concept of theoretical models of the organization of scientific and innovative activities in different countries, analyzes the differences in the organization of science and provides a comparative analysis of the four main theoretical models. The main focus is on identifying the strengths and weaknesses of various approaches to the organization of science, which will allow us to identify possible areas for improving innovation policy and developing new models for the formation of scientific clusters.*

Key words: *innovative activity models, architecture, theoretical models.*

Введение. Наука и инновации всегда играли огромную роль в социально-экономическом развитии государств, однако сейчас наука стала развиваться ещё более стремительными темпами. Современная наука это не просто одна из отраслей экономики, это глобальная индустрия развития: только за 2024 год мировые затраты на исследования и разработки превысили 2,6 трлн долларов, а прогнозы на 2025 год говорят о том, что на инвестиции в науку будет потрачено более 3 трлн долларов; этот же показатель ещё в 2010 году составлял лишь 1,1 трлн долларов [1]. Многие страны с каждым годом только увеличивают бюджеты на научные исследования, поскольку прогресс в науке и технологиях становится основой их конкурентоспособности на мировой арене.

Основная часть. Одним из ключевых факторов успешного развития науки и инноваций является эффективная организация научной деятельности и создание благоприятной экосистемы для взаимодействия исследовательских институтов, университетов, бизнеса и государства. В этом контексте «научные кластеры – объединение исследовательских, образовательных и производственных организаций, работающих в одной или нескольких взаимосвязанных областях» играют важную роль в обеспечении условий для прорывных исследований, коммерциализации разработок и интеграции науки в экономику [2]. Научные кластеры могут принимать различные формы организации: технополисы, технопарки, научные города, научно-исследовательские центры и другие, но по сути своей формы эти носят универсальный характер и используются во всём мире для организации инновационной деятельности. Однако индивидуальные различия становятся заметными на другом уровне – в способах организации инновационных систем в каждой конкретной стране. Принципы формирования инновационной деятельности на государственном уровне можно условно поделить на 3 теоретические модели организации науки: Североамериканская, Азиатская и Европейская. Такое разделение неслучайно и обусловлено историческим контекстом и культурными особенностями.

Североамериканская модель формируется из взаимодействия пяти основных компонентов: государственного управления, образования, науки, бизнеса и производства.

При этом, университеты играют ключевую роль в инновационной системе, становясь не просто образовательными учреждениями, но и центрами научных исследований и коммерциализации технологий [3]. Значительная часть инвестиций (75 % финансирования исследований и разработок в США) при этом поступает из частного сектора, предоставляющего венчурный капитал для перспективных стартапов, а государственное финансирование поддерживает в основном исследования, связанные со стратегически важными отраслями [4]. Основными же особенностями этой модели можно считать акцент на коммерциализацию результатов исследований и децентрализованность всей инновационной системы. Главным признаком влияния теоретической модели на стратегию пространственного планирования можно выделить формирование региональных научных кластеров, зон и коридоров, такие как Силиконовая долина, Исследовательский треугольник в Северной Каролине, Бостонский технологический кластер и другие [10]. Такие региональные кластеры становятся центрами сосредоточения ведущих университетов, исследовательских центров, стартапов и крупных корпораций [5].

Азиатская модель организации науки состоит из тех же элементов, однако в этой системе госуправление становится ключевым компонентом, контролирующим всю инновационную деятельность через частный сектор. Государство определяет приоритетные направления исследований, формирует научно-техническую политику и финансирует большую часть исследований и разработок [6]. При этом частный сектор также активно участвует в инновационной деятельности, но его роль часто регулируется государством через механизмы налоговых льгот, субсидий и целевых программ [7, 8]. Университеты также являются основными центрами генерации знаний и активно сотрудничают с промышленными компаниями, создавая совместные исследовательские лаборатории и центры [6]. Характерными особенностями этой модели является активная роль государства в инновационной системе и тесное его сотрудничество с бизнесом [9]. Значительное влияние на градостроительную политику проявляется в тренде на создание специализированных территорий для развития науки – технополисов, которые впервые были разработаны в виде японской программы «Технополис» в начале 80-х годов [11]. Такая форма научно-технологических центров очень популярна в странах Азии (Шэньчжэньский технологический кластер (Китай), Технополис Цукуба (Япония) и Сингапурский научный парк) и, в отличие от американских кластеров, формируются более системным подходом, что способствует более равномерному развитию страны [12].

Европейская модель может называться смешанной, так как в ней проявляются особенности обеих ранее описанных моделей: университеты играют центральную роль, а научные исследования интегрированы в образовательный процесс, государство активно участвует в формировании научной политики, но при этом старается сохранить баланс между государственным и частным финансированием. Особенностью Европейской модели является акцент на международное сотрудничество (с помощью Рамочных программ ЕС по науке и инновациям) и создание единого Европейского исследовательского пространства [13]. Смесь подходов Североамериканской и Азиатской моделей наблюдается и на уровне территориального планирования: также присутствует тренд на создание технополисов и технопарков, но при этом формируются они вокруг университетов и научных центров с богатой историей, таких как Оксфорд, Кембридж и Сорбонна, появляются и научные кластеры, однако характер их трансграничный, объединяющий ресурсы нескольких стран-членов ЕС (EUREKA, EIT Digital) [14].

Заключение

Таким образом, перспективным направлением дальнейшего исследования является создание гибридных моделей, которые смогут объединить лучшие практики существующих и создать на их основе новые гибкие модели, которые смогут эффективно интегрировать

науку, образование, бизнес и государство, учитывая при этом современные тренды градостроительного развития и глобальные вызовы. Это позволит не только повысить эффективность научной деятельности и конкурентоспособность стран на мировой арене в долгосрочной перспективе, но и создать комфортную среду для жизни и работы, что особенно важно для привлечения и удержания высококвалифицированных специалистов.

Список литературы

1. Научный мир: сколько страны тратят на исследования и как изменится наука в будущем [Электронный ресурс]. – <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/nauchnyi-mir-skolko-strany-tratiat-na-issledovaniia-i-kak-izmenitsia-nauka-v-budushchem> (дата обращения: 06.02.2025)
2. Научные кластеры в России: двигатель инновационного развития и экономического роста [Электронный ресурс]. – <https://оэз.пф/articles/nauchnye-klastery-v-rossii-dvigatel-innovatsionnogo-razvitiya-i-ekonomicheskogo-rosta/> (дата обращения: 06.02.2025)
3. Бабкина Е.В., Сергеев В.А. Тройная спираль инновационного развития: опыт США и Европы, возможности для России // Инновации. – 2011. – № 12.
4. The State of U.S. Science and Engineering 2024 – SCIENCE & ENGINEERING INDICATORS [Электронный ресурс]. – <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20243/discovery-u-s-and-global-r-d> (дата обращения: 07.02.2025)
5. Ракша С.Ю., Сидорова В.В. Обзор мирового опыта по формированию и развитию технопарков и технополисов // Строительство и техногенная безопасность. – 2017. – № 6 (58).
6. Лавров А.А. Особенности функционирования высокотехнологичных кластеров в Китае и Японии // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2009. – № 329.
7. Загоруйко ДЛ. Успешный опыт государственной поддержки малого предпринимательства на примере Республики Корея // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2020. – № 4.
8. Бекета, В.М. Опыт стимулирования инновационного развития США И Японии // Вестник Белорусского государственного экономического университета. – 2021. – № 2 (145). – С. 23–33. – EDN QTMSLJ.
9. Васильева З.А., Харланова В.Н., Буданцева Ю.И. Азиатская модель реализации промышленной политики // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 3 (1). – С. 27–29.
10. Семенова И.В. Формирование инновационных кластеров на территории США // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2010. – № 2.
11. Fujita, M., & Hill, R. C. (1993). The Technopolis: High Technology and Regional Development in Japan [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/229625947_The_technopolis_high_technology_and_regional_development_in_Japan (дата обращения: 07.02.2025)
12. Edgington, D. W. (2008). Reconstructing Kobe: The Geography of Crisis and Opportunity [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/316492685_Reconstructing_Kobe_The_geography_of_crisis_and_opportunity (дата обращения: 07.02.2025)
13. Акулышина А.В., Пилюева Е.О. Европейская политика в области науки и инноваций // Современная Европа. – 2013. – № 2 (54).
14. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/222547985_The_Dynamics_of_Innovation_From_National_Systems_and_Mode_2_to_a_Triple_Helix_of_University-Industry-Government_Relations (дата обращения: 10.02.2025)

УДК 711-1

**Абагур-Лесной как полифункциональный район, ориентированный
на развитие г. Новокузнецка**

Е.А. Сердюкова

Научный руководитель: доцент, кандидат архитектуры Р.В. Булгач
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова
Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 38, 630099
E-mail: serdyukovaalyona@yandex.ru

Abagur-Lesnoy as a multifunctional area development-oriented Novokuznetsk

E.A. Serdyukova

Scientific supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. R.V. Bulgach
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,
Krasny Prospekt str., 38, 630099
E-mail: serdyukovaalyona@yandex.ru

Abstract. *The report considers a proposal to create a district in Novokuznetsk that will contribute to the development of the city and attract interested residents to its territory due to its special ideology, a new approach to human perception and the development of a tourist destination.*

Key words: *urban development, the territory of the district, tourism, healthy city.*

Введение

Исследуемая тема является актуальной, поскольку способствует решению основных проблем города. Одной из проблем города Новокузнецка является устойчивое сокращение численности населения за счет естественной убыли населения и миграционного оттока. Чтобы не подвергаться негативному влиянию среды, новокузнецчане выбирают более благоприятные для жизни города. По данным социологического опроса населения, причинами для принятия жителями решений о переезде из Кузбасса стали плохая экология, неблагоприятный климат, низкий уровень заработной платы, отсутствие перспектив карьерного роста, что негативно влияет на качество жизни населения. В связи с выявленной проблемой цель исследования предложить варианты для развития города Новокузнецка и привлечения на территорию города новых жителей и инвестиций.

Основная часть

Для территориального развития города генеральным планом предусмотрена обширная территория, расположенная в месте слияния рек Томи и Кондомы. Эта территория только планируется к освоению, а значит проектируемая городская система должна быть ориентирована на будущее и учитывать современные тенденции развития городов и интересы людей, а также предусмотреть возможность организации на территории района определенной идеологической структуры, которая будет способствовать устойчивому развитию территории и созданию комфортной, безопасной и экологичной городской и социальной среды [1].

Особое внимание в городе будущего должно уделяться здоровью жителей, потому что здоровье напрямую влияет на качество жизни, уровень энергии и способность созидать. По утверждению специалистов ВОЗ здоровье зависит от образа жизни человека, наследственности, состояния окружающей среды и работы системы здравоохранения. В большей степени на здоровье человека влияет образ жизни. От него, по данным исследований, здоровье человека зависит на 50–55 % [2]. В 1946 году Всемирная организация здравоохранения дала следующее определение здоровья: «Здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов» [3]. Можно сказать, что здоровый образ жизни – это модель образа

жизни, основанная всестороннем гармоничном развитии всех сторон человека, при котором равное внимание уделяется физическому, интеллектуальному, социальному, эмоциональному, творческому и духовному развитию [4]. Именно стремящиеся к развитию во всех сферах жизни и совершенствованию окружающего мира и себя в первую очередь люди являются двигателем прогресса.

Территория в месте слияния рек Томи и Кондомы является привлекательным местом для расположения нового района (рис. 1). Выбранная территория способствует воплощению идеи здорового города в полной мере.

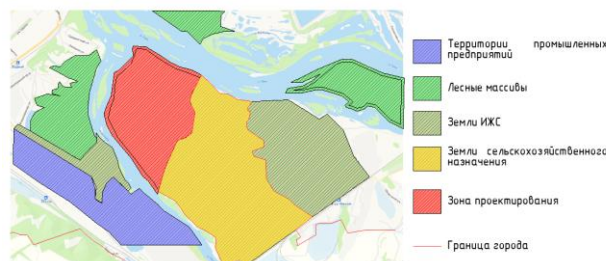


Рис. 1. Схема функционального зонирования земель территории района и окружающей территории

Доступ к водным ресурсам позволит запроектировать рекреационные зоны на берегах рек, набережные, объединить парк культуры и отдыха «Водный» на берегу Центрального района с набережной на берегу района Абагур-Лесной канатной дорогой. Инфраструктура и многообразие тематических мест для времяпрепровождения на открытом воздухе будут способствовать физическому, социальному и эмоциональному развитию и будут центрами притяжения горожан для формирования и развития культурных ценностей, традиций и общественных связей. Также на берегу реки Кондомы предлагается разместить пляжную зону с аквапарком и прокатом моторных лодок и катамаранов.

Для физического развития и проведения крупных спортивных мероприятий будет запроектирован большой спортивный комплекс на берегу Томи, в кварталах в шаговой доступности будут располагаться фитнес-центры, спортивные залы, студии танцев и йоги и другие центры направленные на физическое развитие.

Интеллектуальное и творческое развитие детей будет осуществляться в школах с новыми образовательными программами, нацеленными на развитие потенциала каждого ребенка. Также в районе планируется проектирование культурно-образовательного центра, где как дети, так и взрослые могут развивать свой творческий потенциал и приобретать новые навыки.

Для социального развития и развития коммуникативных навыков в каждом жилом комплексе будет обязательно размещен соседский центр с коворкингом. Это даст возможность жителям находить полезные знакомства и общаться с единомышленниками.

Развитие духовности в специализированных центрах позволит жителям эволюционировать эмоционально, повысить уровень осознанности, сформировать представление о мироустройстве, позволит существовать в гармонии с собой и окружающими.

Всестороннее развитие человека делает его реализованной во всех отношениях личностью и закладывает фундамент для будущей успешной жизни у детей. Важно не только развиваться самостоятельно, но и находить сообщества по интересам, выбирать окружение, которое придерживается таких же взглядов и стремиться к тем же ориентирам. Ценностные ориентации играют важную роль во взаимоотношениях. Дети в большей степени зависимы от окружения и формируются под влиянием среды, поэтому очень важно создать в городе условия для развития человека и формирования духовно-нравственных ценностей, создать возможность самосовершенствоваться. Если ребенок с детства будет погружен в среду, где постоянное развитие и культурное просвещение считается нормой, а следование

общечеловеческим ценностям обязательным условием коммуникации, выбираемым на подсознательном уровне, в мире не будет конфликтов, а люди смогут быть счастливыми, занимаясь тем, что нравится им и приносит пользу окружению. Такой город, предоставляющий подобные условия для развития, делает человека лучше, а человек, в свою очередь, совершенствует пространство вокруг себя, таким образом возникает созидательный замкнутый круг.

Помимо создания на территории города полифункционального района с деловой, рекреационной, селитебной, культурной, образовательной и спортивной зонами, для развития города предлагается обратить особое внимание на туристическую отрасль. Это выгодное направление, поскольку развитие и максимальная реализация туризма является одной из задач государства и поддерживается Федеральной целевой программой «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2019–2025 годы)». На территории города с богатой историей возможна организация туристических маршрутов, обзор достопримечательностей, развитие сакрального туризма. Выгодное местоположение Новокузнецка как транзитного перед посещением горнолыжного курорта Шерегеш также будет способствовать укреплению статуса туристического города. Для большого пассажиропотока, возможность которого организована в настоящее время благодаря строительству и введению в эксплуатацию 25 февраля 2025 года нового терминала международного аэропорта Новокузнецка имени Б.В. Волынова, потребуется строительство новых гостиниц и отелей на территории города, рост туризма привлечет в регион новые инвестиции и будет способствовать развитию других отраслей

Заключение

Чтобы территория Новокузнецка стала привлекательной как для коренных жителей, так и для жителей других городов и регионов, помимо решения экологических вопросов, над которыми в настоящее время активно работают власти города и региона, город должен стать привлекательным для жизни с точки зрения условий и возможностей, которые он предлагает своим жителям. Для этого потребуется создание положительного территориального брендинга и идейной составляющей для города. Идея создания на территории города полифункционального района, ориентированного на всестороннее развитие горожан и предложение по развитию туристической отрасли города Новокузнецка помогут повысить узнаваемость и привлечь на территорию города или района заинтересованных жителей и инвестиции.

Список литературы

1. Смекалин И., Вайнер В. «Фундамент» города будущего: ключевые тренды и подходы к проектированию // kiozk.ru: сайт. URL: <https://kiozk.ru/article/pozitivnye-izmenenia/fundament-goroda-budusego-klucevyie-trendy-i-podhody-k-proektirovaniu-the-foundation-of-the> (дата обращения: 15.11.2024).
2. Информация о формировании здорового образа жизни // ФКУЗ «МСЧ МВД России по Ямало-Ненецкому автономному округу»: сайт. – URL: <https://мсч.89.мвд.рф/folder/8925344> (дата обращения: 15.11.2024).
3. Что такое wellness? Это старый добрый ЗОЖ? Не совсем! // Skillbox/Развитие: сайт. – 2017. – URL: <https://skillbox.ru/media/growth/chto-takoe-wellness-eto-staryy-dobryy-zozh-ne-sovsem/> (15.11.2024).
4. Как реализовать принцип всестороннего развития у ребенка // АКАДЕМИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТА AMAkids: сайт. – 2017. – URL: https://amakids.ru/about_us/blog/vospitanie-detej/kak-realizovat-printsip-vsestoronnego-razvitiya-u-rebenka/?ysclid=m3jvesgjo3411586041 (15.11.2024).

**Особенности реализации архитектурно-градостроительного облика
в градостроительной практике: принципы, методы и перспективы адаптации**К.Д. Смирнов

Научный руководитель: доцент, кандидат архитектуры А.Е. Гашенко
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова
Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 38, 630099
E-mail: kirk.hoffmann@yandex.ru

**Features of the implementation of architectural and urban appearance in urban planning
practice: principles, methods and prospects of adaptation**K.D. Smirnov

Scientific supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. A.E. Gashenko
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,
Krasny Prospekt str., 38, 630099
E-mail: kirk.hoffmann@yandex.ru

Abstract. *The formation of an architectural and urban appearance is one of the key tasks of urbanism and architecture. This process reflects not only the aesthetic preferences of society, but also its cultural, social, economic and environmental priorities. In the context of globalization and increasing intercultural interaction, it is becoming especially important to study world experience in this field, as well as its adaptation to domestic conditions.*

Key words: *Architectural and urban planning appearance, urbanism, sustainable development, historical heritage, innovative technologies.*

Введение

Современные города сталкиваются с множеством вызовов, таких как урбанизация, изменение климата и необходимость сохранения исторического наследия [1]. Формирование архитектурно-градостроительного облика требует комплексного подхода, учитывающего как исторические традиции, так и современные тенденции [2] в области урбанистики и архитектуры.

Цель данной статьи — провести сравнительный анализ мирового и отечественного опыта формирования архитектурно-градостроительного облика, выявить общие принципы и методы, а также определить перспективы их адаптации в современных условиях.

Теоретические основы формирования архитектурно-градостроительного облика

Архитектурно-градостроительный облик города формируется под влиянием множества факторов, включая историческое наследие, климатические условия, социально-экономические особенности и культурные традиции. Основными принципами, лежащими в основе этого процесса, являются:

– Принцип идентичности: сохранение уникального характера города, его исторического и культурного наследия. Этот принцип предполагает бережное отношение к историческим зданиям и памятникам архитектуры, а также интеграцию их в современную городскую среду. Например, в городах с богатым историческим наследием, таких как Санкт-Петербург или Прага, новые здания проектируются с учетом стилистики исторической застройки, чтобы сохранить общий архитектурный ансамбль.

– Принцип устойчивости: создание экологически и социально устойчивой городской среды. Это включает в себя использование энергоэффективных технологий, снижение выбросов углекислого газа и создание зеленых зон. Например, в городах с богатым историческим наследием, таких как Санкт-Петербург или Прага, новые здания проектируются

с учетом стилистики исторической застройки, чтобы сохранить общий архитектурный ансамбль [3].

– Принцип функциональности: обеспечение комфортной и эффективной организации городского пространства. Это подразумевает рациональное использование территории, создание удобной транспортной инфраструктуры и доступность общественных услуг. Например, в Сингапуре разработана система общественного транспорта, которая позволяет жителям быстро и удобно перемещаться по городу, что снижает нагрузку на дороги и улучшает качество жизни.

– Принцип эстетики: создание визуально привлекательной среды, соответствующей современным стандартам. Это включает в себя гармоничное сочетание архитектурных стилей, использование качественных материалов и создание привлекательных общественных пространств. Например, в Париже новые здания проектируются с учетом эстетических стандартов, чтобы сохранить общий стиль города.

Мировой опыт формирования архитектурно-градостроительного облика

Мировой опыт демонстрирует разнообразие подходов, которые зависят от культурных, исторических и климатических особенностей регионов:

– Европейский опыт: В Европе особое внимание уделяется сохранению исторического наследия. Примером может служить Барселона, где современная архитектура гармонично сочетается с историческими зданиями [1]. В таких городах, как Амстердам и Копенгаген, активно внедряются принципы "умного города" (smart city), которые включают использование инновационных технологий для повышения энергоэффективности и улучшения качества жизни горожан. Например, в Амстердаме используются умные системы управления энергопотреблением, которые позволяют снизить затраты на электроэнергию и уменьшить выбросы углекислого газа.

– Азиатский опыт: В Азии, особенно в таких мегаполисах, как Токио и Сингапур, преобладает подход, ориентированный на высокую плотность застройки и использование современных материалов и технологий. В Сингапуре, например, активно внедряются "вертикальные сады" и энергоэффективные здания, что делает город примером устойчивого развития [4]. Также в Сингапуре используются инновационные технологии для управления водными ресурсами, что особенно важно в условиях тропического климата.

– Североамериканский опыт: В США и Канаде акцент делается на создание комфортной среды для жителей. Примером может служить город Портленд, где активно развиваются пешеходные зоны и велосипедная инфраструктура. Также в Северной Америке популярны концепции "нового урбанизма", которые предполагают создание компактных, пешеходно-ориентированных районов. Например, в Портленде созданы кварталы, где жители могут легко добраться до магазинов, школ и мест работы пешком или на велосипеде, что способствует снижению зависимости от автомобилей.

Отечественный опыт формирования архитектурно-градостроительного облика

Отечественный опыт имеет свои особенности, обусловленные историческими, климатическими и социально-экономическими условиями.

– Дореволюционный период: В этот период преобладала классическая архитектура, которая отражала европейские тенденции. Примером могут служить Санкт-Петербург и Москва, где сохранились здания в стиле барокко, классицизма и модерна. В Санкт-Петербурге, например, исторический центр города сохраняет свою уникальность благодаря строгому соблюдению архитектурных норм и правил.

– Советский период: В советское время акцент делался на массовое строительство и создание функциональных, но зачастую однообразных жилых районов. Примером могут служить "хрущёвки" и панельные дома, которые до сих пор составляют значительную часть

жилого фонда. В этот период архитектура была ориентирована на быстрое решение жилищной проблемы, что привело к появлению типовых проектов, которые не учитывали эстетические аспекты [3].

– Современный период: В последние десятилетия в России наблюдается тенденция к возвращению к историческим корням и внедрению современных технологий. Примером может служить реконструкция исторических центров городов, таких как Казань и Нижний Новгород, где сочетаются традиционные элементы и современные материалы. В Казани, например, исторический центр города был реконструирован с учетом современных требований, что позволило сохранить уникальный архитектурный облик города [2].

Перспективы адаптации мирового опыта в отечественной практике

Адаптация мирового опыта в отечественной практике требует учёта специфики российских городов. Среди перспективных направлений можно выделить:

– Развитие "умных городов": Внедрение технологий, направленных на повышение энергоэффективности и улучшение качества жизни горожан. Это включает в себя использование интеллектуальных систем управления энергопотреблением, развитие общественного транспорта на основе экологически чистых технологий и создание цифровой инфраструктуры.

– Реконструкция исторических центров: Сочетание традиционных элементов с современными материалами и технологиями. Это позволит сохранить исторический облик городов, одновременно обеспечивая комфортные условия для жителей и туристов.

– Создание комфортной городской среды: Развитие пешеходных зон, велосипедной инфраструктуры и общественных пространств. Это включает в себя благоустройство парков, скверов и набережных, а также создание условий для активного отдыха и социального взаимодействия.

Заключение

Сравнительный анализ мирового и отечественного опыта формирования архитектурно-градостроительного облика позволяет сделать вывод о необходимости интеграции лучших мировых практик с учётом специфики российских городов. Это позволит создать уникальную, устойчивую и комфортную городскую среду, которая будет отвечать современным требованиям и сохранит культурное наследие.

Список литературы

1. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М. : Европа, 2008. – 220 с.
2. Линч К. Образ города. – М. : Стройиздат, 1982. – 328 с.
3. Каган М.С. Градопланировка и архитектура: исторический опыт и современные проблемы. – СПб. : Изд-во СПбГАСУ, 2015. – 256 с.
4. Gehl J. Cities for People. – Washington: Island Press, 2010. – 269 p.

УДК 711++712+72.0

**Специфика формирования рекреационно-парковых пространств на основе
рекультивации малых рек в региональных условиях городов юго-западной Сибири**

П.Е. Сокови́кова

Научный руководитель: профессор, кандидат архитектуры В.П. Арбатский
Новосибирский государственный университет архитектуры дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова,
Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 38, 630004

E-mail: st24.po.sokovikova@nsuada.ru

**Specificity of formation of recreational and park spaces based on reclamation of small rivers
in regional conditions of cities of southwestern Siberia**

P.E. Sokovikova

Scientific Supervisor: Prof., PhD. V.P. Arbatsky
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,
Krasny Prospekt str., 38, 630004

E-mail: st24.po.sokovikova@nsuada.ru

Abstract. *The report examines the specifics of the formation of urban recreational and park spaces in the regional conditions of southwestern Siberia using the example of the reclamation of the small river Yeltsovka-1 in the city of Novosibirsk. Such aspects as year-round functional use of parks and the formation of the Siberian park style are studied. The results obtained will allow developing recommendations for the formation of unique and effective recreational and park zones that take into account the characteristics of the cities of southwestern Siberia and contribute to improving the quality of life of residents of the region.*

Key words: *recreational and park spaces, cities of southwestern Siberia, Siberian park style, reclamation of small rivers.*

Введение

Рекреационные парковые пространства играют существенную роль в формировании комфортной городской среды и повышении качества жизни, обеспечивая возможности для отдыха, контакта с природой, физической активности и развития эстетического восприятия. Вместе с тем, в сибирских городах, включая Новосибирск, наблюдается дефицит полноценных рекреационно-парковых зон, особенно в районах многоэтажной застройки [1].

Одной из ключевых проблем проектирования парков в Новосибирске является недостаточный учет всесезонного использования. Проектирование ориентировано на теплое время года, в то время как создание комфортных рекреационных условий в холодный период, являющийся наиболее продолжительным, зачастую игнорируется. В связи с этим, проведение предпроектных исследований с анализом зарубежного опыта в странах со схожим климатом представляется актуальным.

Данный доклад посвящен изучению особенностей формирования рекреационно-парковых пространств на основе рекультивации малых рек Новосибирска, находящихся в неудовлетворительном экологическом состоянии. Объектом исследования является часть долины реки Ельцовка-1 в Дзержинском районе.

Целью работы является представление результатов авторского исследования, основанного на анализе аналогов и региональных особенностей, для разработки концепции всесезонных парковых пространств и формирования сибирского паркового дизайн-стиля.

При анализе рек использованы материалы Е.К. Емельяновой и Н.В. Горошко, подчеркивающих дефицит и деградацию парковых зон в Новосибирске. Состояние малых рек (Каменки, Ельцовок и др.) оценивается как критическое, особенно в районах плотной застройки.

Экспериментальная часть

Река Ельцовка-1, длиной 8,6 км (более 3 км в коллекторе), берет начало на границе Калининского и Дзержинского районов и впадает в Заельцовском. Для нее характерны весеннее половодье и межень, отсутствие зимнего ледостава. Исторически, на этой территории располагался сосновый бор. Открытые участки реки представляют потенциальный ресурс для преобразования в парк. Общественные группы пытаются проводить субботники и разрабатывать проекты благоустройства. Первая очередь парка у метро «Заельцовская» уже открыта [2].

Исследуемый участок реки Ельцовка-1 (около километра в длину и 100 м в ширину) расположен вдоль улицы Дениса Давыдова, окружен жилой застройкой, гаражами и парковками. Один относительно благоустроенный участок с озером и детской площадкой свидетельствует об интересе местных жителей к сохранению реки.

Анализ примеров-аналогов необходим для оценки существующих подходов к рекультивации малых рек и проектированию всесезонных пространств, выявления их преимуществ и недостатков для дальнейшей исследовательской работы.

“Broparken” в Швеции (White Arkitekter) – пример преобразования дренажных каналов в привлекательное городское пространство. Парк стимулирует общественное взаимодействие, предлагая разнообразные зоны с использованием камня, дерева и воды. Ручей в “городском ущелье” меняет ширину русла, привлекая внимание к природным процессам, и обеспечивает тень и доступ к воде в жаркую погоду. Деревянные элементы (лампы, мосты, тропинки) создают “островок природы”. Линейный парк воплощает скандинавский дизайн общественных пространств: функциональность, минимализм, природные материалы и гармонию с окружающей средой [3].

Парк «Нагорный» во Владивостоке (ConcreteJungle) представляет собой пример рекультивации паркового пространства с учетом круглогодичной эксплуатации. Созданный как “Нагорный народный сад” в 1928 году, он пришел в упадок, превратившись в свалку и автостоянку до 2016 года. Дизайн парка характеризуется сочетанием бетона и природы. Бетонные элементы контрастируют с деревянными скамьями, смотровыми площадками, мостами и детскими зонами. Важным аспектом является функциональность и возможность круглогодичного использования. «Нагорный» предлагает различные виды активности, в том числе детские площадки, зоны для пикника и отдыха, смотровую площадку, места для временных экспозиций, фудкорт, спортивные зоны, места для лекций и прогулочные тропинки. Каждая зона имеет сезонную трансформацию [4].

Результаты

Анализ круглогодичного использования, выбора материалов и учета рельефа местности на основе рассмотренных примеров позволил сформулировать авторские рекомендации по формированию функциональной структуры и стиля рекреационно-парковых пространств в условиях городов юго-западной Сибири.

1. В целях достижения режима всесезонного (круглогодичного) функционирования рекреационно-парковых пространств следует:

- создавать многофункциональную структуру, рассчитанную на ее адаптацию к использованию, содержанию и трансформациям с учетом смены сезонов года (весна-лето-осень-зима);
- максимально учитывать особенности рельефа местности, наличие рек и водоемов для формирования искусственного микрорельефа методами геопластики и рекультивации водных компонентов – как эффективных средств обеспечения благоприятных микроклиматических условий;
- при выборе материалов отдавать предпочтения долговечным и комфортным с точки зрения их тактильного восприятия человеком, при возможности использования натуральных материалов;

– конфигурацию и размеры пешеходных коммуникаций и велодорожек принимать, исходя из требований комфортности и безопасности, а также обеспечения механизированной уборки снега (при этом максимально применять пандусы и допустимые уклоны вместо устройства лестниц).

2. В целях продвижения по пути формирования сибирского стиля предлагается:

– ориентироваться на создание компактных, плотно организованных пространств общего пользования в структуре парка,

– при максимальном сохранении зеленых массивов с использованием встроенных в рельеф функциональных объектов;

– рекреационные элементы, оборудование, ландшафтные формы проектировать максимально многоцелевыми, климатостойчивыми и образно-символическими, базируясь на местной специфике и традициях;

– особое внимание придавать цвето- и светодизайну, учитывая большую продолжительность темного времени суток в зимний период, а также длительность снежного покрова.

Заключение

Результаты исследования имеют практическую ценность, улучшая качество жизни жителей региона. Рекультивация малых рек для создания рекреационно-парковых зон восстанавливает природные ресурсы и создает функциональные, привлекательные места отдыха. Исследование открывает новые перспективы в урбанистике и развитии парковых зон юго-западной Сибири.

Список литературы

1. Постановление мэрии города Новосибирска от 16 ноября 2020 года N 3596. О муниципальной программе «Зеленый Новосибирск». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/465740810>
2. Емельянова Е.К., Горошко Н.В. Ретроспектива экологической проблемы приречных пространств малых рек в городской черте Новосибирска // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – №4 (15) октябрь–декабрь. – URL <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/4/00640.pdf>. - ISSN 2413-4066
3. Landezine: Интернет-портал. – URL: <https://landezine.com/broparken-by-white/>
4. Concrete Jungle: сайт архитектурного бюро. – URL: <https://cjungle.ru/projects/highland-park/>

Проблемы в области современного градостроительства в РоссииА.Е. Степанова, Т.Д. Гусейнов

Научный руководитель: доцент И.Н. Кузнецова

Югорский государственный университет,

Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16, 628012

E-mail: gus.stepanova.18@mail.ru**Problems in the field of modern urban planning in Russia**A.E. Stepanova, T.D. Huseynov

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. I.N. Kuznetsova

Ugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhov str., 16, 628012

E-mail: gus.stepanova.18@mail.ru

Abstract. *This article analyzes the urban environment of Russian cities and identifies their problems. After analyzing these problems, solutions are proposed.*

Key words: *Urban environment, construction, space.*

Введение

Понятие градостроительной деятельности заключается в планировании и развитии городских и сельских территорий, а также подразумевает собой территориальное зонирование, архитектурно-строительное проектирование и строительство. Основной целью является создание и обеспечение функциональной, безопасной, благоприятной, устойчивой и эстетически привлекательной среды для жизнедеятельности населения.

Основная часть

На данный момент в России существует множество проблем, в следствие которых возникают трудности в области градостроительства и организации территорий. Рассмотрим некоторые из них.

На сегодняшний день в результате увеличения количества автомобильного транспорта, недостаточного уровня развития транспортной инфраструктуры в Российской Федерации ухудшилась экология в средних и крупных городах. Перенаселенные города сталкиваются с проблемами транспортных заторов, загрязнения воздуха и неэффективного использования транспортной инфраструктуры [1].

Также проблемой в современном градостроительстве – является неконтролируемый строительный бизнес, при котором осуществляют строительство зданий и сооружений отклоняясь от нормативно технической документации и федеральных законов, в результате чего возникают различного рода неблагоприятные последствия:

- Строительные объекты с неконтролируемым качеством строительства могут представлять угрозу безопасности для пользователей, поскольку процесс строительства и применяемые материалы не соответствуют установленным стандартам и нормам.

- Повышенный риск обрушения или других аварий на объектах, что может привести к серьезным материальным потерям и человеческим жертвам.

- Задержки в сдаче объекта в связи с устранением дефектов, что может вызвать неустойки и штрафы со стороны заказчика [2].

Неорганизованность пространства и нерациональное зонирование территории не меньше влияет на качество градостроительной отрасли и городской среды.

На примере Цветного бульвара в г. Тюмень (рис. 1) представлено нерациональное зонирование центральной площади и беспорядочная тротуарная сеть. В праздничные и в

выходные дни данное место превращается в хаотичное движение по причине того, что нет минимального разделения между пешеходами и велосипедистами.

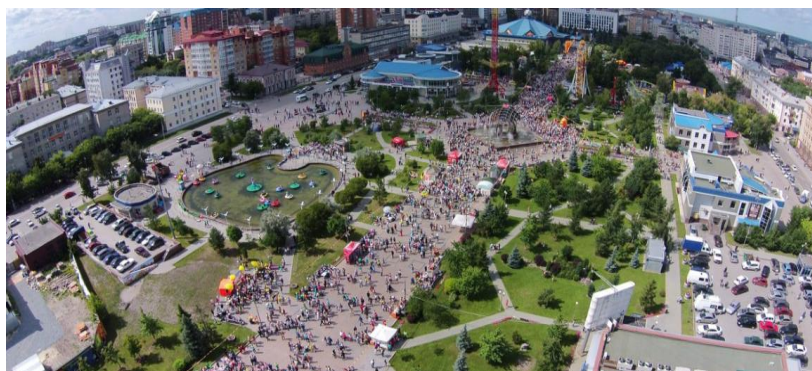


Рис. 1. Цветной бульвар в городе Тюмень

Использование типовых проектов при строительстве жилых комплексов также является проблемой в градостроительстве и влечет за собой следующие последствия: психологический дискомфорт у жителей данных домов, трудности с любыми транспортными средствами, эстетическая непривлекательность района.

Примеры типовой (монотонной) застройки представлены ниже (рис. 2)

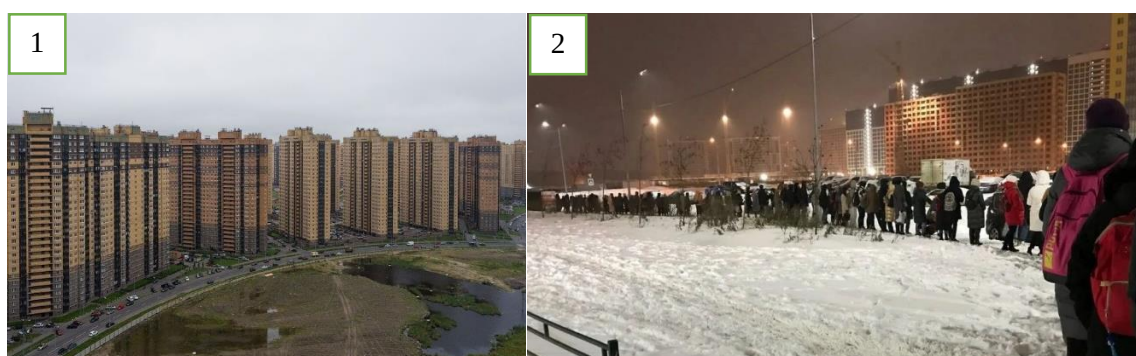


Рис. 2. Примеры типовой застройки:

1) район Парнас в Санкт-Петербурге; 2) г. Мурино в Ленинградской области

Еще одной из проблем является огромное количество визуальных «загрязнений» на улицах города, такие как рекламные щиты, проложенные кабели и провода в открытом доступе, архитектурные несоответствия.



Рис. 3. Визуальный шум на улицах г. Казани

В некоторых случаях в план развития территории закладываются завышенные строительные объемы, которые в будущем не выполняются в сроки и объект принимает статус долгостроя. Сами площадки и пустыри на местах долгостроев образуют разрывы в городской

ткани и социально-опасную среду. На примере ЖК «Царицыно» в г. Москва строительство длится с 2006 года по сегодняшний день.

Заключение

Все вышеперечисленные проблемы открыто влияют на формирование благоприятной городской среды и уровень жизни городов, поэтому далее представлены пути их решения:

– Создание эффективной сети общественного транспорта помогает снизить количество личных автомобилей на дорогах [1]. Также с целью уменьшения количества людей, нуждающиеся в собственном автомобиле необходимо внедрение обязательной социальной поддержки от работодателя в организациях с большим количеством сотрудников в виде развозок до места работы и обратно. Развивать строительство велосипедных дорожек и парковок, отделенных от пешеходных зон со своими светофорами и указательными знаками.

– Организация регулярного и ужесточенного государственного строительного надзора за качеством исполнения строительно-монтажных работ на всех этапах строительства станет одним из путей решения неконтролируемого строительного бизнеса.

– При разработке планировки и зонирования территории стоит больше времени уделять на анализ местности, а также учитывать трафик движения местного населения для предотвращения неудобств в использовании общественных пространств.

– Для минимизации визуального шума в городах чаще следует устраивать субботники для жителей определённых районов или экологические «забеги» в связи со ст. 58 действующей конституцией РФ «Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам» [3].

– Заимствование и обмен опытом в проектировании и строительстве у отечественных и иностранных застройщиков поможет избавиться от ряда вышеперечисленных трудностей в градостроительной отрасли.

– Решить проблему с долгостроями возможно при освоении земель в несколько этапов, несколькими заказчиками и проектными организациями. Такой подход обеспечивает экономическую устойчивость проекта и возможность быстро адаптировать отдельные решения к новым условиям [4].

– Активное участие проектных институтов в субсидированных программах по благоустройству городской территории.

Подводя итоги, можно сказать, что приведенные проблемы в градостроительной области актуальны и требуют внимания, перечисленные решения и подходы возможны к реализации.

Список литературы

1. Серхенов М.Э., Мырадова А.О., Ремезанова М.Х. Актуальные проблемы градостроительства // Вестник науки. – 2024. – Т. 3, №6 (75). – С. 1756–1759.
2. Башарин, А.Д. Проблемы организации контроля качества на строительной площадке // Молодой ученый. – 2023. – № 24 (471). – С. 154–157.
3. «Конституция Российской Федерации» 12.12.1993
4. 10 градостроительных ошибок: электрон. ресурс. – URL: <https://media.strelka-kb.com/10grad-oshibok>

УДК 72.03

Research on the influence of art schools on architectural design style

Gong Rui, N.A. Trofimova

Scientific Supervisor: S.M. Remarchuk

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: 3057280951@qq.com

Abstract. *Taking the comparative study of Vkhutemas in the USSR and Bauhaus in Germany as an example, this study explores the influence of art colleges on architectural design styles. By sorting out and analyzing the educational concepts, teaching systems, practice modes, and influences on modern architectural styles of the two institutions, it contributes to the understanding of modern architectural education.*

Key words: *Bauhaus, Vkhutemas, Constructivism, modern architecture and art education, art schools, architectural design.*

Introduction

In the context of globalization, contemporary architectural practice is facing the dual challenges of technological innovation and cultural identity; therefore, it is of great practical significance to trace back the logic of the formation of the modernist education system.

Vkhutemas and the Bauhaus are the prototypical institutions of modern architectural education, which still continue to influence the production of architectural knowledge. The present study explores the influence of art colleges and universities on the style of architectural design, which is rooted in a deeper inquiry of the origins of modern architectural education and its creative transformation mechanisms.

Results

The two pioneers of modernist design education in the 20th century, the Soviet Union's Vkhutemas (1920–1930) and Germany's Bauhaus (1919–1932) were landmarks in reshaping the paradigm of architectural design [1].

Through the construction of groundbreaking educational systems, the two institutions not only responded to the transformational needs of industrialized societies, but also pioneered a new dimension in integrating art and technology. This study takes a comparative perspective to systematically examine the similarities and differences between the two institutions in terms of their basic teaching system, practical training mode and interdisciplinary methodology: the Bauhaus emphasizes the “unity of art and technology”, and its teaching system shows a linear path from craft workshops to industrialization; while Vkhutemas is oriented by “productionism”, and builds up a three-dimensional network of synergistic development of architecture, engineering and art. Despite differences in ideological expression, both schools have established a “theory-practice” dual-track educational paradigm. Through the dynamic studio system, they have cultivated a new type of architects with both artistic perception and technical rationality.

Vkhutemas (Vkhutemas in English and Вхутемас in Russian, full name of the Soviet State Higher Art and Technical Creation Studio) replaced the traditional art academy and the applied art school under the guidance of the art academy teaching system. It was established to spread higher art and technology, but its teaching method was completely different from the past, opening a new

chapter in the history of architectural education. Vkhutemas educational philosophy broke the stereotypes of classicism, opened up a highly innovative educational theory and teaching practice, opened a new era for modern architectural design at that time, and also left a profound impact on modern architectural design in later generations (Fig. 1).



Fig. 1. The former Vkhutemas building

The main change in educational thinking at Vkhutemas was defined in terms of the opposition between traditional classicism and futuristic or productionist art, at the time of rapid industrial development and close contact with people's lives, when the country's need for new members of the industrial society was particularly acute [2]. As a result, Vkhutemas' modeling training was highly practical, encouraging designers to work directly in factories and on construction sites.

The foundation of Bauhaus (Fig. 2) is similar to that of Vkhutemas. Its predecessor was the Weimar Academy of Fine Arts (1860–1919) and the Weimar School of Arts and Crafts (1860–1919). On March 16, 1919, Walter Gropius was appointed as the principal of the two schools. On March 20, Gropius formally proposed and was approved to merge the two schools and rename them Bauhaus, which officially opened on April 1 [3]. The merger of these two schools – a traditional art school and an industrial design school – ensured the possibility of coexistence of a solid foundation and active innovative experiments.

The core concept of the Bauhaus is “the unity of art and technology”, which aims to eliminate the boundaries between art and industry, between crafts and machines, and to cultivate comprehensive talents with both artistic creativity and industrial design capabilities [4]. The Bauhaus attempted to combine the intuitive creativity of the artist with the rational mindset of the engineer in order to adapt to the demands of industrialized production. However, the early teaching system of the Bauhaus reflected more of a craft workshop tradition, and only gradually did it make the transition to industrialization [5].

Thus, both Vkhutemas and Bauhaus were pioneers in modern design education, aiming to merge traditional crafts with modern technology. They were also interdisciplinary, integrating various arts and crafts disciplines under one institution. The main difference between Vkhutemas and Bauhaus is that the first aimed to train “specialists for modern industry,” while the Bauhaus initially was focused on craft later shifting towards industrial production. Together, these two directions helped to establish modernism in architectural design. They emphasized functionalism, simplicity, and technological innovation thus paving the way for contemporary architectural styles that prioritize efficiency, sustainability, and aesthetic appeal. The legacy of these schools continues to influence architectural education, design practices, and urban planning globally.



*Fig. 2. Teaching building of Bauhaus University in Weimar, designed by Henry van de Velde,
the first building to use glass curtain wall as facade*

Conclusion

The comparative study of Vkhutemas and Bauhaus is not only a retrospective look at the sources of modern architectural education, but also a reflection on the ontology and methodology of architecture in the age of globalization. Together, they prove that architectural education is both a carrier of technical rationality and a tool for the construction of cultural identity. Only in the dialogue between history and reality can we realize the creative transformation of modernist heritage and respond to the contemporary challenges of technological innovation and cultural pluralism.

References

1. Pu A. Viewing the influence of Vkhutemas on the Bauhaus from the perspective of production art: Main concepts and directions Culture and Art. – 2024. – Vol. 6. – P. 1–12.
2. Bokov A. Rationalizing Intuition: Vkhutemas and the Pedagogy of Space, 1920–1930 // Project Baikal. – 2021. – Vol. 18 (68). – P. 15–29.
3. Schoenenberger H. The Bauhaus Approach to Innovation in Learning and Creativity // Connected Learning: Origins, Opportunities, and Perspectives of Contemporary Educational Design. – Cham : Springer, 2022. – P. 183–212.
4. Learning from the Russian Avant-Garde. Interview with Anna Bokov. – URL: <https://www.wolfgordon.com/news/learning-from-the-russian-avant-garde>
5. Vkhutemas: The ‘Soviet Bauhaus’. – URL: <https://www.architectural-review.com/essays/exhibitions/vkhutemas-the-soviet-bauhaus>

УДК 699.841

Comparative study on seismic-resistant buildings in China, Japan and other countriesLan Yongjun, N.A. Trofimova

Scientific Supervisor: S.M. Remarchuk

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: 1660436400@qq.com

Abstract. *The purpose of this study is to compare and analyze the similarities and differences in laws and regulations, design concepts, technical standards, building materials, construction techniques, and other aspects of earthquake-resistant buildings among China, Japan, and other countries. The study aims to summarize the successful experiences and lessons learnt from earthquake-resistant buildings in various countries, providing a reference for improving China's earthquake-resistant building system and enhancing its seismic-resistant building standards.*

Key words: *seismic resistant buildings, seismic technology, seismic code.*

Introduction

Earthquakes, highly destructive natural disasters, pose a constant threat to human life and property. Recent years have seen frequent global earthquakes, resulting in significant casualties and economic losses. Enhancing building seismic performance to minimize earthquake damage is a pressing global concern.

Both China and Japan, located in the Pacific Rim earthquake zone, are earthquake-prone and have extensive experience in seismic-resistant construction. Other countries such as the United States and New Zealand have also made considerable progress in this field. By comparing seismic-resistant building practices in China, Japan, and other countries, we can identify strengths and weaknesses, providing valuable insights to further improve global seismic building standards.

Research methods

Methods such as literature review, case analysis and comparative analysis are used in the present study.

Results

1. China. In terms of laws and regulations, China has established a relatively complete legal and regulatory framework for earthquake-resistant buildings, however, the enforcement of local regulations varies greatly due to the loopholes in the supervision of earthquake resistance in rural areas. In terms of design philosophy, the approach to earthquake-resistant building design in China has evolved from an “anti-collapse” focus to a “performance-based design” [1]. This shift emphasizes the objective of fortification, i.e. to ensure structures can withstand minor seismic events, they can be repairable during medium-magnitude earthquakes, and withstand collapse during major seismic events. However, the application of performance-based design methods is not yet widespread. Considering technical standards, China's seismic-resistant building technology standard system is well-established, but there are still some technical indicators where this system is not as advanced as that of developed countries. The application scope of seismic isolation technology is not wide enough. In terms of building materials China's main seismic-resistant building material is reinforced concrete, and the research and application of new seismic-resistant

materials are gradually being promoted.

The 2008 Wenchuan earthquake (Fig. 1) exposed problems such as insufficient seismic resistance of rural houses when public buildings such as schools and hospitals collapsed severely. In contrast, the National Stadium of China (Bird's Nest) (Fig. 2) adopts a unique steel structure system and seismic design concept, and has successfully withstood multiple earthquake tests.



Fig. 1. Wenchuan earthquake

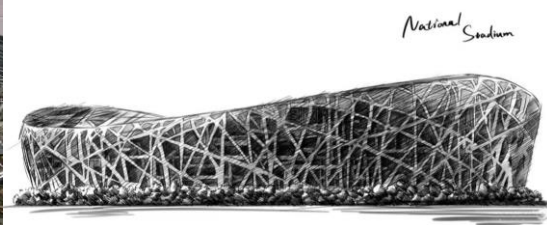


Fig. 2. The National Stadium of China (Bird's Nest)

2. Japan. Japan has a well-established system of earthquake-resistant building laws and regulations. The strict implementation of regulations and the improvement of seismic review system ensure the seismic safety of buildings. In terms of design, Japan's seismic-resistant building design concept is advanced, emphasizing “resilience design” and “seismic isolation and shock absorption design”, as well as the functional recoverability of buildings after earthquakes [2]. Japan's seismic resistant building technology standard system is advanced, with strict technical indicators. The application of seismic isolation technology has become very popular in the country. Japan has a wide variety of seismic-resistant building materials, and the application of new seismic-resistant materials is very extensive, such as seismic isolation rubber bearings, dampers, etc.

In the 1995 Hanshin earthquake (Fig. 3), old buildings and wooden structures suffered severe collapse, while isolated buildings performed well. The Tokyo Skytree (Fig. 4) adopts a unique “heart column” structural system and tuned mass dampers, which have good seismic performance.



Fig. 3. Hanshin earthquake



Fig. 4. The Tokyo Skytree

3. Other countries. Countries such as the United States and New Zealand have also established a sound legal and regulatory system for earthquake-resistant buildings. They pay attention to the updating and improvement of regulations. The United States and New Zealand actively promote performance-based design and resilient design concepts, and focus on combining seismic design with sustainable development [3]. In terms of technical standards, both countries have also established a

comprehensive system of seismic-resistant building technical standards and they continually update and enhance these regulations. The building material industry is also developing, producing new seismic-resistant materials, such as fiber-reinforced composite materials.

The 2011 Christchurch earthquake in New Zealand (Fig. 5) caused severe damage due to sand liquefaction and building aging, resulting in significant damage to historic buildings. San Francisco International Airport (Fig. 6) in the United States adopts rubber isolation bearings and a “functional recoverability” design, which has good seismic performance.



Fig. 5. Christchurch earthquake in New Zealand



Fig. 6. San Francisco International Airport

Conclusion

Earthquake-resistant buildings are an important means of reducing the losses caused by earthquake disasters; therefore, countries should strengthen cooperation to jointly enhance the global level of earthquake-resistant buildings. China should learn from the successful experiences of developed countries such as Japan, further improve the legal and regulatory framework for earthquake-resistant buildings, promote advanced design concepts and technologies, strengthen the research and application of new earthquake-resistant materials, improve construction quality, and particularly strengthen the construction of earthquake-resistant capacity in rural areas.

References

1. The Ministry of Housing and Urban Rural Development of the People's Republic of China. Code for Seismic Design of Buildings: GB 50011-2010 [S]. – Beijing : China Architecture & Building Press, 2010.
2. Japanese Architectural Society. Seismic Design Standards for Buildings. 2015 Edition [S]. – Tokyo : Japan Institute of Architects, 2015.
3. Federal Emergency Management Agency. NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures: FEMA P-1050 [S]. – Washington, D.C. : FEMA, 2015.

Adaptive reuse of historic buildings in modern architecture

Yansha Li, N.A. Trofimova

Scientific Supervisor: S.M. Remarchuk

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: 1326346257@qq.com

Abstract. *The article explores innovative design methods for adaptive reuse of historical buildings driven by digital technology. The research focuses on the application of digital technology, intelligent materials, and sustainable design in the renovation of historical buildings, proposing the concept of "cultural memory layer" and constructing a theoretical framework for the digital protection and innovative reuse of historical buildings. Through case analysis and practical verification, this article demonstrates how digital technology can enhance the functional adaptability, cultural expression, and sustainability of historical buildings, providing new ideas and methods for the protection and renewal of historical buildings. Research has shown that innovative design strategies empowered by digital technology can effectively balance the protection of historical buildings with modern functional needs, opening up new avenues for the revitalization and utilization of urban cultural heritage.*

Key words: *adaptive reuse, intelligent materials, digital technology, sustainable design.*

Introduction

Historical buildings are not only carriers of urban memory, but also important resources for cultural innovation. However, many of these structures face problems such as functional aging and low space utilization, making it difficult for them to adapt to modern usage needs [1]. At the same time, in the process of protection and renewal, balancing the preservation of historical values with modern functional needs, and achieving the organic unity of cultural inheritance and innovative expression, are urgent problems that need to be solved. This study will focus on the application of digital technology in the protection and reuse of historical buildings, exploring how to achieve functional reshaping, cultural activation, and sustainable development of historical structures through technological innovation.

Results

In the article, several successful projects of adaptive reuse of buildings are considered.

1. Moscow GES-2 Cultural Center. Project background: GES-2, a historic power station in Moscow, has been transformed into a vibrant cultural center by the architect Renzo Piano. Originally constructed between 1904 and 1908, this former power plant played a crucial role in Moscow's infrastructure. The transformation reflects a harmonious blend of industrial heritage and contemporary culture.

Application of digital technology: Digital twin technology is used to model the complex structure of the power plant, optimizing spatial layouts and evaluating structural integrity. Augmented reality technology also allows tourists to explore the history and renovation process of the power station, providing a deeper understanding of its transformation.

Cultural memory layer: The structure retains the industrial features of the power station, such as steel structures and chimneys, while combining industrial history with modern art exhibitions through digital projection and interactive installations, creating a unique cultural experience.

Sustainable design: The project emphasizes sustainable design through the use of solar panels, which cover the roof area. While intelligent glass curtain walls are not specifically mentioned in the original design of the structure, the focus on sustainability corresponds to modern architectural practices that prioritize energy efficiency [1].



Fig. 1. Moscow GES-2 Cultural Center

2. Shanghai Oil Tank Art Center, China. Project background: The Shanghai Oil Tank Art Center was transformed from an abandoned aviation oil storage tank and has now become a public art space that integrates exhibitions, leisure, and culture.

Application of digital technology: The structure of the oil tanks is accurately recorded using 3D scanning technology, the spatial layout is optimized through parametric design methods, and the renovated space meets modern exhibition needs.

Cultural memory layer: During the renovation process, the industrial characteristics of the oil tank were preserved, while its history was combined with art exhibitions through digital projection and interactive devices, creating a unique cultural experience.

Sustainable design: The use of ground source heat pump systems and rainwater collection systems reduces the energy consumption of buildings, while improving the surrounding environment through rooftop greening [2].



Fig. 2. Shanghai Oil Tank Art Center, China

3. Renovation of Battersea Power Station in London, UK. Project Background: The Battersea Power Station is a landmark historical building in London that was once at risk of demolition due to functional abandonment. Through adaptive reuse, the project transforms it into a comprehensive space that integrates commerce, office, and culture.

Application of digital technology: The digital twin technology was used to accurately model the complex structure of power plants, evaluate their carrying capacity, and simulate the effects of different renovation plans. Through AR technology, tourists can see historical images and operational scenes of the power plant during their visit.

Cultural Memory Layer: The iconic chimney and turbine hall are preserved, while the historical scene of the power station is recreated through interactive projection and holographic technology, enhancing the cultural experience of tourists.

Sustainable design: The introduction of intelligent glass curtain walls and photovoltaic power generation systems significantly improves the energy efficiency of buildings while preserving the unique style of industrial heritage [3].

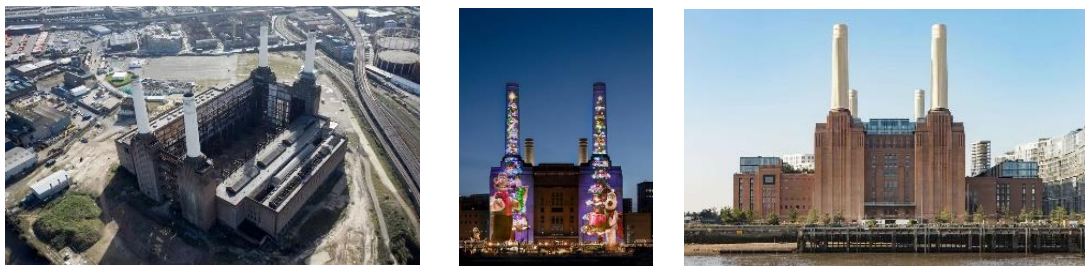


Fig. 3. Renovation of Battersea Power Station in London, UK

Thus, digital twin technology provides new tools and methods for the protection and reuse of historical buildings. Through high-precision 3D scanning and modeling, digital twins of historical buildings can be created, enabling precise recording and analysis of the current state of the building [4]. This digital model can not only assist in structural evaluation and renovation design, but also serve as a permanent archive of building information, providing basic data for subsequent protection and research work. In the process of adaptive reuse, digital twin technology can simulate the effects of different transformation schemes, helping designers make more scientific and accurate decisions.

Innovative design methods are of great significance in cultural inheritance and expression. By using methods such as parametric design and generative design, cultural elements of historical buildings can be transformed into modern design language, creating architectural spaces that are both historical and modern. At the same time, integrating digital art and new media technology into historical architectural spaces can create unique cultural experiences, foster greater public engagement, and promote the dissemination and innovation of historical culture [5].

Conclusion

In the future, with the continuous advancement of digital technology, there will be more possibilities for adaptive reuse of historical buildings. The application of technologies such as artificial intelligence and the Internet of Things will further enhance the intelligence level and user experience of historical buildings. Meanwhile, interdisciplinary collaboration and the introduction of innovative design thinking will bring more breakthroughs to the protection and reuse of historical buildings. This study provides a theoretical framework and practical reference for the protection and innovative design of historical buildings in the digital age, which is of great significance for promoting the sustainable utilization of urban cultural heritage.

References

1. GES-2 House of Culture. –2024. – URL: <https://ges-2.org/about-house-of-culture>
2. Toyoshima Y. The Current Factors Impeding the Preservation and Utilization of Historical Buildings in Japan // International review for spatial planning and sustainable development. – 2024. – Vol. 12. – P. 117–131.
3. Gandah F. Adopting smart building concept in historical building: case of Abu Jaber Museum, Jordan // Architecture and Engineering. – 2022. – Vol. 42 (2). – P. 78–92.
4. Efthimiadou T.K. A Sustainable Design Strategy for the Restoration of Historical Buildings // Procedia Environmental Sciences. – 2017. – Vol. 7. – P. 3–12.
5. Zhang X. Digital Protection and Utilization of Architectural Heritage // Buildings. – 2022. – P. 2–21.

Городской экологический каркас: структура и алгоритм планированияА.И. Антонова

Научный руководитель: доцент, к.с./х.н Е.И. Гурьева
Воронежский государственный технический университет,
Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, 394006
E-mail: antonova_alina01@mail.ru

Urban Ecological Framework: Structure and Planning AlgorithmA.I. Antonova

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., PhD E.I. Guryeva
Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, 20th anniversary of October str., 84, 394006
E-mail: antonova_alina01@mail.ru

Abstract. *The article considers the concept of an ecological framework as an important tool for ensuring sustainable development of urban areas. The author focuses on the need to integrate environmental aspects into urban planning, emphasizing the importance of creating connecting green and open spaces that promote biodiversity and improve the quality of life of citizens.*

Key words: *nature, ecological frame, landscape, a city.*

Введение

Современная урбанизация бросает городам множество экологических вызовов, таких как повышение загрязнения воздуха, уменьшение зеленых зон, ухудшение качества воды и почвы. Одним из эффективных инструментов для решения этих проблем является создание городского экологического каркаса. В условиях быстро развивающихся городов сохранение и укрепление экологического каркаса становится одной из приоритетных задач градостроительной политики [1].

Городской экологический каркас и его элементы

Общими словами, городской экологический каркас – это концепция, направленная на интеграцию природных и антропогенных элементов в единую систему, обеспечивающую устойчивое развитие городских территорий.

Городской экологический каркас состоит из нескольких ключевых элементов:

Природные объекты:

– Природные леса и парки играют большую роль в поддержании экологического баланса и обеспечении микроклимата города. Они способствуют снижению загрязнения воздуха, поглощению углекислого газа и улучшению качества жизни.

– Реки, озера, пруды и другие водные объекты являются важными элементами городского экологического каркаса. Они обеспечивают водоснабжение, способствуют улучшению микроклимата и являются местами обитания для различных видов флоры и фауны.

Зеленые зоны и коридоры:

– Зеленые бульвары и аллеи соединяют природные объекты и создают единое экологическое пространство. Они способствуют улучшению воздушной циркуляции, уменьшению шумового загрязнения и обеспечению мест для отдыха горожан.

– Мелкие зеленые зоны, такие как скверы и сады - обеспечивают места для отдыха и рекреации, а также улучшают эстетическое восприятие города.

Социальная инфраструктура:

– Зоны отдыха, такие как парки, пляжи, спортивные площадки и экопарки, способствуют улучшению качества жизни населения и активному взаимодействию с природой.

– Экопарки представляют собой уникальные природные территории, предназначенные для отдыха и экологического просвещения. Они способствуют сохранению природного наследия и формированию экологической культуры у жителей города.

На рис. 1 представлена визуальная модель мини-города с основными объектами, входящими в состав городского экологического каркаса.

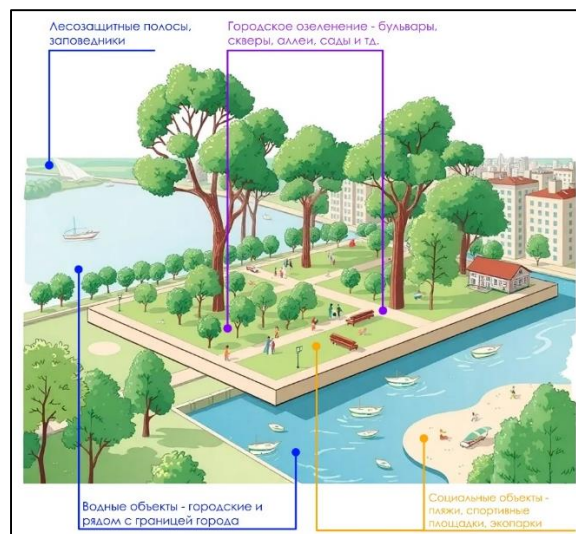


Рис. 1. Основные элементы городского экологического каркаса

Алгоритм планирования экологического каркаса

Для эффективного создания и управления городским экологическим каркасом необходимо следовать определенному алгоритму планирования [2, 3]. Это сложный и многоэтапный процесс, который требует учета множества факторов и интересов. Общий алгоритм планирования включает в себя следующие этапы:

Анализ текущего состояния

Включает в себя инвентаризацию существующих природных и зеленых зон, оценку их состояния, функциональности и потенциала для интеграции в городской экологический каркас. А также, оценку экологического состояния города, которая включает в себя анализ уровня загрязнения воздуха, воды и почвы, а также оценку состояния городской флоры и фауны. Это позволяет выявить сильные и слабые стороны экологической инфраструктуры.

Целеполагание

Основывается на формулировании целей и задач по развитию экологического каркаса. Цели могут включать повышение доступности зеленых зон, улучшение экологического состояния города, создание новых рекреационных пространств и др. Сюда же относится разработка стратегий и планов, включающих определение приоритетных направлений развития экологического каркаса и конкретных мероприятий по их реализации.

Проектирование и планирование

– Разработка конкретных проектов, которые включают в себя создание новых зеленых зон, благоустройство существующих объектов и интеграцию экологических решений в городскую инфраструктуру.

– Формирование планов и схем, включающих в себя разработку подробных планов и схем, которые определяют расположение, размеры и функциональные характеристики элементов экологического каркаса.

Вовлечение общественности

– Участие жителей в планировании проектов городского экологического каркаса, реализующееся в общественных обсуждениях и консультациях.

– Проведение образовательных мероприятий, направленных на формирование экологической культуры и повышения осведомленности о важности сохранения природных ресурсов.

Оценка и контроль

– Корректировка стратегии и методов управления экологическим каркасом, по результатам регулярной оценки состояния экологических объектов.

– Разработка и внедрение системы мониторинга состояния экологических объектов, а также оценка их воздействия на окружающую среду.

Создание и поддержание городского экологического каркаса требует комплексного подхода, учитывающего экологические, социальные и экономические аспекты. Планирование ГЭК должно осуществляться с участием всех заинтересованных сторон и основываться на современных научных знаниях и технологиях. В результате такой работы город сможет стать более комфортным и экологически устойчивым местом для проживания.

Анализ международного опыта

Международный опыт показывает, что успешное создание и управление городским экологическим каркасом возможно благодаря системному подходу и комплексному планированию. Например, в Сингапуре городские леса и парки занимают значительную часть территории города, что способствует улучшению качества воздуха и созданию комфортных условий для жизни.

В России также есть примеры успешных проектов по созданию городского экологического каркаса. В Москве программа «Зеленый пояс» включает в себя создание новых парков и благоустройство существующих зеленых зон, что способствует улучшению экологической ситуации и повышению комфортности городской среды. В Санкт-Петербурге проект "Зеленый каркас" направлен на создание связанной системы зеленых зон, включающих парки, скверы и аллеи, что позволяет улучшить экологическое состояние города и создать комфортные условия для жизни горожан.

Заключение

Городской экологический каркас представляет собой важный инструмент для создания устойчивого и экологически благополучного города. Успешные примеры из международной и отечественной практики показывают, что системный подход и комплексное планирование позволяют создать комфортную и здоровую среду для жизни горожан и сохранить природное богатство города.

Для дальнейшего развития городского экологического каркаса необходимо продолжать внедрение инновационных решений, привлекать общественность к участию в проектах и обеспечивать эффективное управление и контроль за выполнением планов. Только совместными усилиями можно создать устойчивую и гармоничную городскую среду для будущих поколений.

Список литературы

1. Воронина А.В. Эко-реурбанизация городов в структуре градостроительного проектирования // Приволжский научный журнал. – 2011. – № 1. – С. 88–92.
2. Гурьева Е.И. Ландшафтное планирование: методические указания к самостоятельной работе для студентов бакалавриата по направлению подготовки 07.03.04 «Градостроительство» // ВГТУ. – Воронеж, 2017. – 21 с.
3. Леонова В.А. Современное состояние ландшафтно-экологического каркаса двух ботанических садов на сложном рельефе и перспективы их развития : монография. – Санкт-Петербург : Зодчий, 2020. – 180 с. – ISBN 978-5-904560-34-8.

УДК 72.012.18 (571.16)

Методика проектирования социального жилья для города Томска

И.Д. Верёвкина

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: verevkinai@mail.ru

Design Methodology of Social Housing for the City of Tomsk

I.D. Verevkina

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: verevkinai@mail.ru

Abstract. *Abstract. The topic of architectural housing design at first glance seems very simple, especially when it comes to social housing, which is distinguished by the simplicity of its architectural planning solutions, in comparison with commercial. Look through popular architectural magazines and offers of commercial housing in new buildings, it can be difficult to find comfortable layout solutions for apartments. In case of social housing the situation is even more difficult due to the cost savings for its construction. In the situation of an acute shortage of social housing in Russia and Tomsk in particular, it becomes necessary to develop a methodology for designing this segment of real estate, where high quality of architectural planning solutions for apartments will be achieved with affordable means.*

Key words: *architectural housing design, apartment modeling, architectural planning solutions, social housing.*

Введение

Тема архитектурного проектирования жилья на первый взгляд кажется очень простой, особенно если речь идет о социальном жилье, которое отличается простотой своих архитектурно-планировочных решений, в сравнении с коммерческим. Начав просматривать популярные архитектурные журналы и предложения коммерческого жилья в новостройках, бывает трудно найти удобные для проживания планировочные решения квартир, с социальным жильем дело обстоит еще сложнее по причинам экономии средств на его строительство. В ситуации острого дефицита социального жилья в России и г. Томске, в частности, становится необходимым разработка методики проектирования данного сегмента недвижимости, где высокое качество архитектурно-планировочных решений квартир будет достигнуто доступными средствами.

Экспериментальная часть

Автор рассматривает методику проектирования социального жилья на примере города Томска, которую можно будет распространить на другие регионы страны. Выделено три вектора, которые не имеют привязки к конкретным адресным проектным решениям, т.к. конфигурация плана и любые другие параметры могут рассматриваться как предлагаемые характеристики, что может стать стереотипом и подсознательно ограничивать проектировщика. Наиболее ожидаемым результатам научной работы по жилищному вопросу могут служить функциональные схемы, позволяющие определить функциональный состав и зонирование помещений, графические схемы, показывающие квартирографию жилого здания, нормали планировочных элементов.

Результаты

1. Для социального жилья, можно предложить следующее определение термина комфорт – «Комплекс характеристик объемно-планировочных решений, эргономики, внутренней среды, света, акустики, инженерно-технического оснащения».

2. Специфические условия различных населенных пунктов, влияющие на архитектурно-планировочные решения, можно условно разделить на природно-климатические, социально-культурные и демографические, градостроительные [1–4].

3. Формат рекомендаций по архитектурно-планировочным решениям, предлагаемым проектировщику, должен иметь качества универсальности для применения в разных проектах. На рис. 1 автор предложил вариант схемы моделирования квартиры, позволяющий систематизировать учет внешних и внутренних факторов на разных этапах выбора архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерно-технических решений и при определении эксплуатационных характеристик [5, 6].

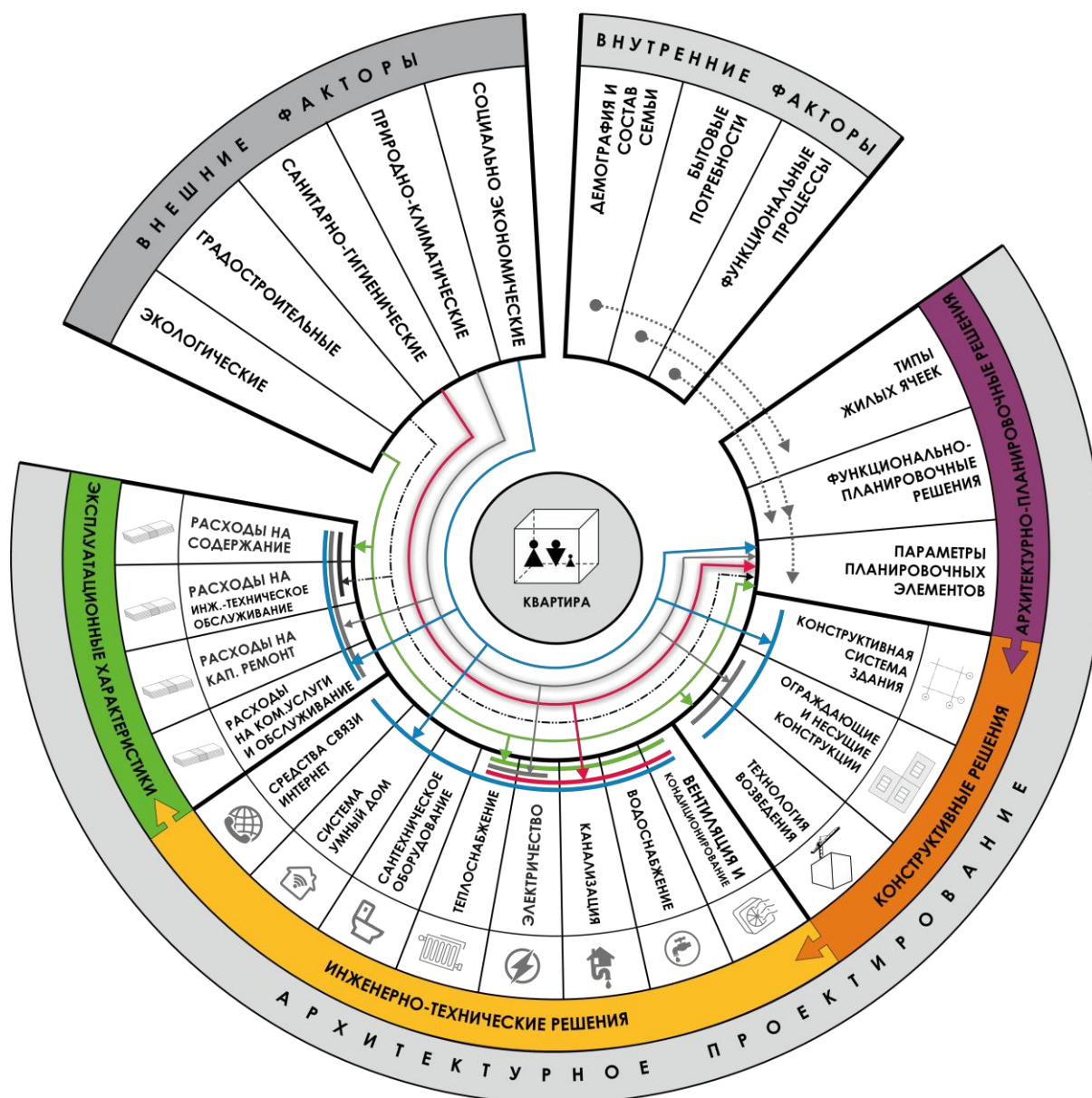


Рис. 1. Схема моделирования квартиры

Заключение

Определив значения термина комфорт в области проектирования жилища, рассмотрев специфические условия различных населенных пунктов, влияющие на архитектурно-планировочные решения, определив формат рекомендаций по архитектурно-планировочным решениям, предлагаемым проектировщику в качестве рекомендаций, можно предложить эту последовательность как методику предварительного исследования, которая обеспечит корректное применение архитектурно-планировочных решений социального жилья в разных городах страны. Результаты могут быть использованы в процессе подготовки студентов-архитекторов и в архитектурной практике.

Список литературы

1. Сангаджиев Ю.И. Архитектурно-планировочные традиции кочевого жилища в современном строительстве (на примере Калмыкии) // Монголоведение. – 2004. – № 3 (1). – С. 246–270.
2. Верёвкина И.Д. Социальное жильё: основные требования потребителя // Academia. Архитектура и строительство. – 2019. – № 1. – С. 43–50. – DOI 10.22337/2077-9038-2019-1-43-50
3. Верёвкина И.Д., Дубынин Н.В. Перспективы развития и архитектурно-типологическое разнообразие социального жилья для г. Томска // Вестник ТГАСУ. – 2023. – Т. 25, № 2. – С. 75–90.
4. Рубаненко Б.Р., Карташова К.К., Тонский Д.Г. и др. Жилая ячейка в будущем / науч. ред. Б.Р. Рубаненко, К.К. Карташова. – М. : Стройиздат, 1982. – 198 с.
5. Нойферт Э. Строительное проектирование: пер с нем. – М. : Архитектура-С, 2009. – 560 с.
6. Верёвкина И.Д. Квартирография социального жилья для города Томска в архитектуре жилища // Вестник ТГАСУ. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 130–137.

УДК 725.9

**Архитектурно-градостроительные принципы формирования образовательной
инфраструктуры архитектурно-дизайнерского университета на примере****НГУАДИ им. А. Д. Крячкова****А.А. Денисова, Р.С. Черепанов**

Научный руководитель: кандидат архитектуры А.Е. Лихачева

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова

Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 38, 630099

E-mail: denisova.alina.2016@mail.ru**Architectural and urban planning principles of formation of educational infrastructure
of the architectural and design university on the example of NSUADA****named after A.D. Kryachkov****A.A. Denisova, R.S. Cherepanov**

Scientific Supervisor: PhD A.E. Likhacheva

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,

Krasny Prospekt str., 38, 630099

E-mail: denisova.alina.2016@mail.ru

Abstract. *The text considers the development of the Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts (NSUADI), which is undergoing significant changes: expansion of educational programs, introduction of a practice-oriented approach and online learning. However, the university faces the problem of isolation from the urban environment and the professional community, which negatively affects the quality of education. The purpose of the study is to determine the architectural and urban planning principles for the formation of the educational infrastructure of NSUADI. The analysis showed that the location of the university in the city center contributes to compactness and functional saturation, which is important for the training of architects. It is proposed to maintain the proximity of new buildings to the existing infrastructure to maintain ties with the urban environment and the professional community.*

In conclusion, the main architectural and urban planning principles for the formation of the educational infrastructure of the architectural and design university are given, including transport accessibility, integration with the urban environment, cultural enrichment and diversity of the educational environment.

Key words: Educational infrastructure, architectural education, NSUADA.

Введение

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова (НГУАДИ) в настоящий момент претерпевает глобальные изменения: расширяется спектр образовательных программ, трансформируются методы обучения, внедряется практикоориентированный подход к обучению, в связи с чем стремительно растёт количество студентов, и существенная доля обучающихся переводится в онлайн-формат из-за возникшего дефицита аудиторий [1]. Поэтому одна из проблем, с которой сегодня сталкивается НГУАДИ – это изоляция от взаимодействия с городской средой, со студенческим и профессиональным сообществами, что не может негативно не сказываться на общем уровне образования студентов. Поэтому в программы развития университета заложена минимизация дефицитов и ограничений имущественного комплекса НГУАДИ [2].

Цель исследования – выявить градостроительные принципы формирования образовательной инфраструктуры архитектурно-дизайнерского университета, которые лягут в основу стратегии развития НГУАДИ. Основные методы исследования: Сравнительный анализ и графоаналитический метод.

Влияние расположения архитектурного университета на уровень образовательной инфраструктуры

Образовательная инфраструктура – это комплекс ресурсов и объектов, делающий возможным функционирование образовательной системы. Сегодня в образовательную инфраструктуру НГУАДИ входят, как базовые элементы (учебные корпуса, общежития для студентов и преподавателей), так и специальные, которые необходимы для полноценного формирования профессиональных компетенций, связанных с приобретением визуального опыта и развитием творческого мышления (театры, музеи, выставочные пространства, архитектурные бюро, творческие Союзы, открытые пространства). К тому же студентам архитектурной специальности необходимо регулярно взаимодействовать с городской средой: они занимаются исследованием города во время курсового проектирования, создают элементы благоустройства городской среды и представляют свои проекты на площадках профессиональных сообществ. Сегодня основной и единственный корпус НГУАДИ находится в самом центре Новосибирска и большинство элементов инфраструктуры в пешей доступности (рис. 1). Поэтому мы считаем целесообразным размещение новых образовательных корпусов в пределах обозначенного радиуса, чтобы не нарушать транспортные и пешеходные связи с уже сложившейся образовательной инфраструктурой.

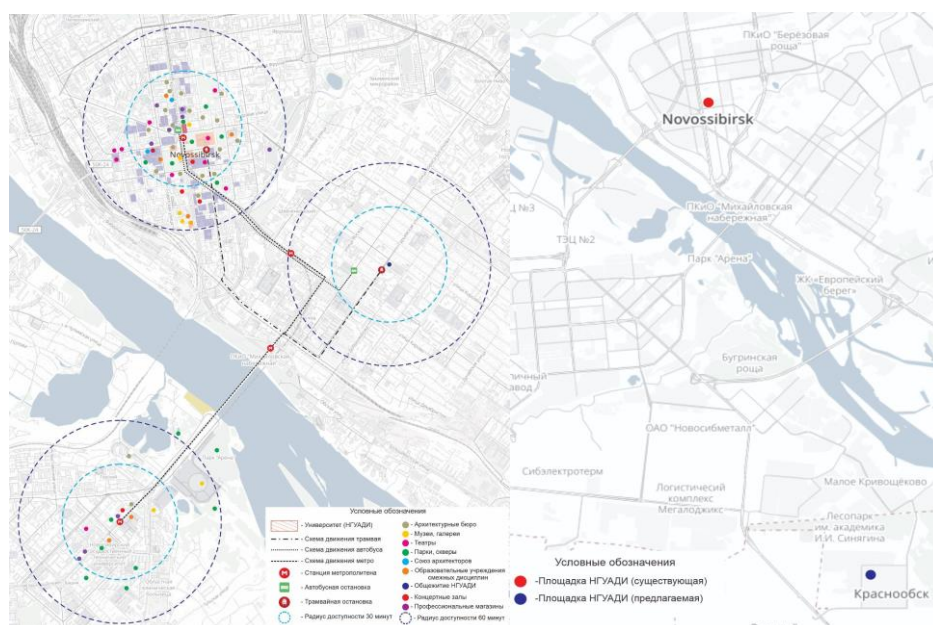


Рис. 1. Схемы элементов образовательной инфраструктуры НГУАДИ, 2025 год

Как правило, именно в центре городов сконцентрированы культурно-исторические элементы, профессиональные сообщества и объекты инфраструктуры, относительно остальных частей города (как мы выявили ранее на примере Новосибирска) и, соответственно, ближе к периферийной части города значительно снижается функциональная и инфраструктурная насыщенность. То же подтверждает анализ более 20 зданий зарубежных архитектурных учебных-заведений, спроектированных и реализованных за последние 30 лет (табл. 1).

Анализ современных архитектурно-дизайнерских университетов

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ	ТИП*	ФОТО ОБЪЕКТА	РАЗМЕЩЕНИЕ В ГОРОДЕ	ПЛАНИРОВОЧНАЯ СТРУКТУРА	КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ	ТИП*	ФОТО ОБЪЕКТА	РАЗМЕЩЕНИЕ В ГОРОДЕ	ПЛАНИРОВОЧНАЯ СТРУКТУРА	КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ	ТИП*	ФОТО ОБЪЕКТА	РАЗМЕЩЕНИЕ В ГОРОДЕ	ПЛАНИРОВОЧНАЯ СТРУКТУРА
1. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА В МАРИ-ЛА-БАЛЛЕ, Франция 1999 г. арх. Bernard Choue	новостройка				8. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГУМАНИТИСКИХ НАУК КОЛУМБИЯ, США 2009 г. Mark Scogin Merrill Elam Architects	новостройка				15. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА МАКСИМИНА КОЛУМБИЯ, США 2018 г. LGA Architectural Partners	новостройка			
2. ШКОЛА АРХИТЕКТУРЫ АНО ОСЛО, НОРВЕГИЯ 2001 г. арх. Davidgun/Banias	новостройка				9. ГУМАНИТИСКОЕ АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИСКУССТВО ДУБНИНСКОЕ, ИИР 2010 г.	новостройка				16. ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ УНИВЕРСИТЕТА МАЙЯ МАЙЯНА, ГВАНУА, США 2018 г. арх. Shant Culbert	новостройка			
3. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА ИМ. ПАВЛА П. ЦЕВАСА НА ТЕРРИТОРИИ МЕЖДУНАРОДНОГО УНИВЕРСИТЕТА МАЙЯ МАЙЯНА, ГВАНУА, США 2004 г. арх. Bernard Choue	новостройка				10. ШКОЛА АРХИТЕКТУРЫ В УМЕО УМЕО, ШВЕДИЯ 2010 г. Henning Larsen Architects	новостройка				17. ИНСТИТУТ ШКОЛЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ ВУДЖАВВА, ИНДИЯ 2011 г. MCO-OF	новостройка			
4. ЦЕНТР ДИЗАЙНА ШКОЛА КОЛЛЕЖА ИСКУССТВ И ДИЗАЙНА ОНТАРИО КОНКО, КАНАДА 2004 г. арх. William Okon	новостройка				11. ШКОЛА АРХИТЕКТУРЫ В НАНТЕ НАНТЕ, ФРАНЦИЯ 2011 г. Lacaton & Vassal	новостройка				18. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА КРЕСЕНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИНДИЯ 2019 г. арх. Biju Kurian, Kishore Parthasarathy	новостройка			
5. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА ВАТЕЛОО КЕМЕРОВСКИЙ, КАНАДА 2004 г. арх. LGA Architectural Partners	новостройка				12. ШКОЛА АРХИТЕКТУРЫ ИМ. СОКАЛА АВЕДЖИНА ГОЛД-КОСТ, АВСТРАЛИЯ 2011 г. Peter Kirk, OSA studio	новостройка				19. K BUILDING ШКОЛА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АВСТРАЛИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА МЭЛБИ ТЕЛМУНД, ЧИЛИ 2019 г. арх. Schmitz Retegro Architects	новостройка			
6. ШКОЛА ИСКУССТВ И ИСТОРИИ ИСКУССТВ УНИВЕРСИТЕТА АЛЮБЫ АЛЮБА, США 2006 г. арх. Steven Kohn	новостройка				13. ВЫСШАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА СТРАСБУРГА СТРАСБУРГ, ФРАНЦИЯ 2011 г. Marc Meneau	новостройка				20. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА ОРИОКА ОРИОКА, ДАНИЯ 2021 г. арх. ASPECT, Vargo Nielsen Fabé	новостройка			
7. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА ПРИНСТОНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА НЬЮ-ЙОРК, США 2007 г. арх. Architecture Research Office	новостройка				14. АРХИТЕКТУРНАЯ ШКОЛА АНДРЕОСКОГО УНИВЕРСИТЕТА БОГОТА, КОЛУМБИЯ 2011 г. Bottazzi Architects	новостройка				21. ЛОНДОНСКАЯ ШКОЛА АРХИТЕКТУРЫ ЛОНДОН, АНГИИЯ 2002 г. арх. James Foxson	новостройка			

Заключение

Таким образом, в ходе анализа образовательной инфраструктуры НГУАДИ были выявлены следующие принципы ее формирования:

1. *Транспортная и пешеходная доступность.* Все необходимые элементы расположены таким образом, что достичь любого из них можно в пределах 30 минут, что позволяет перемещаться между ними для решения образовательных задач во время занятий (Например, посетить архитектурные бюро или выставочные залы для экскурсии).
2. *Принцип интеграции и взаимодействия.* Наблюдение за реальными городскими процессами, позволяет студентам участвовать в различных инициативах по совершенствованию городской среды уже во время обучения в университете, это делает архитектурное образование применимым в практической деятельности.
3. *Принцип культурного обогащения.* Получение регулярных впечатлений от взаимодействия с культурно-историческим контекстом, погружение в историческую среду города, а также посещение различных культурно-массовых и профессиональных мероприятий в рамках непрерывного образования, формирует насмотренность у студентов.
4. *Разнообразие образовательной среды.* Студенты имеют возможность всестороннего творческого развития и социального взаимодействия для успешного решения учебных и профессиональных задач и, повышение своих профессиональных компетенций, а также формирование профессиональных связей.

Список литературы

1. Отчет о результатах самообследования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «НГУАДИ имени А.Д. Крячкова» // Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств: сайт. – 2024. – URL: https://nsuada.ru/upload/iblock/39a/Otchet_SAM_2024_.pdf
2. Багрова Н.В. Предложения по реализации программы развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств» (НГУАДИ) кандидата на должность ректора Багровой Натальи Викторовны // НГУАДИ: сайт. – 2024. – URL: <https://nsuada.ru/vybyory-rektora/>

УДК 72.06

Зеленые технологии в архитектуре

И.Д. Верёвкина, Е.С. Жеребухина

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: verevkinai@mail.ru

Green technologies in architecture

I.D. Verevkina, E.S. Zherebukhina

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: verevkinai@mail.ru

Abstract. *The article examines the types of interaction between architecture and nature, as well as ways of introducing green technologies into construction.*

Key words: *бионика, биотектура, устойчивое развитие, эко-архитектура.*

Введение

Природные элементы служат источником вдохновения для архитекторов, в то время как здания и конструкции в свою очередь оказывают воздействие на природные ландшафты, изменяя и формируя новые экосистемы. Это взаимодействие открывает бескрайние горизонты для творчества и новаторства, предлагая множество возможностей для реализации идей. Особенно актуально использование зеленых технологий в наше время, в связи с ростом актуальности таких проблем как: энергоэффективность, экономия ресурсов, снижение негативного воздействия на окружающую среду, долговечность и устойчивость, создание комфортной среды [1].

Совместное существование архитектуры и природы позволяет человечеству не только создавать уникальную архитектуру, но и бережно относиться к окружающему миру, что ведет к устойчивому развитию и гармонии. В итоге, архитектура и природа становятся полноценными партнёрами в процессе создания комфортной и практичной среде обитания для человека.

Природные формы и материалы вдохновляют архитекторов на создание оригинальных концепций. К примеру, они могут проектировать сооружения, внешне напоминающие деревья, скалы или другие элементы природы. Это создает возможность строить здания, которые не только привлекательны с эстетической точки зрения, но и функционируют как часть экосистемы.

Таким образом, внимание к природным элементам способствует созданию гармоничных архитектурных решений, позволяя им существовать в единстве с окружающей средой и подчеркивая красоту природы в городском пространстве. На данный момент уже существуют некоторые направления, развитие которых ведет к решению вышеперечисленных проблем.

Экспериментальная часть

На данный момент в архитектуре уже существуют направления, задействующие в себе природные элементы. Я предлагаю рассмотреть примеры биотектуры, эко-архитектуры и понятие бионики (рис. 1).

Биотектура – это направление архитектурного проектирования, которое акцентирует внимание на взаимодействии с окружающей средой и использовании местных строительных материалов. Это подход, который основывается на природных принципах и ресурсах для создания зданий. Главной целью является разработка экологически чистых и энергоэффективных сооружений, которые гармонично интегрируются в природный ландшафт.

Основные принципы биотектуры включают в себя применение натуральных материалов, таких как древесина, камень и глина. Архитекторы черпают вдохновение из форм и структур природы, что позволяет создавать строения с внешним видом, схожим с характером природного окружения.

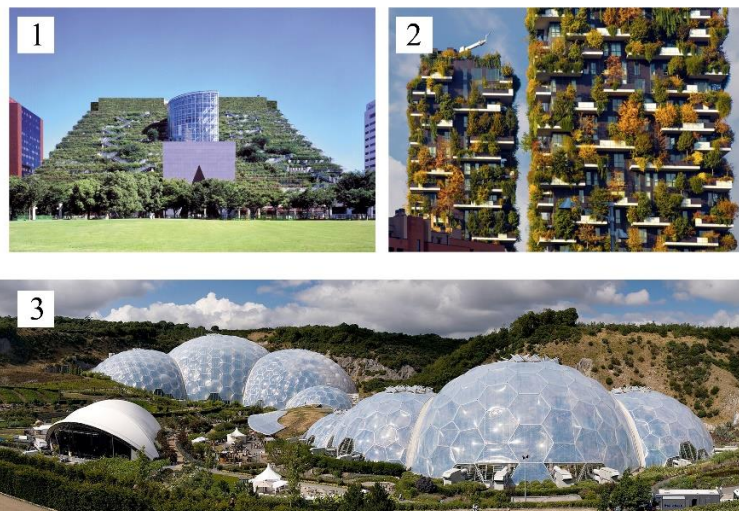


Рис. 1. Примеры биотектуры и эко-архитектуры:

1) Комплекс «ACROS» в Фукуоке; 2) «Вертикальный лес» в Милане, Италия; 3) Проект «Эдем», Великобритания

Примеры бионики в архитектуре:

Фасады, имитирующие текстуру коры деревьев.

Окна, имитирующие структуру пчелиных сот.

Использование натуральных материалов

Солнечные батареи и ветрогенераторы.

«Зелёные» крыши и сады на фасадах.

Вертикальные фермы.

Примеры эко-архитектуры:

Интеграция природных элементов в городскую среду, таких как парки, скверы и зелёные зоны. Это не только украшает города, но и улучшает экологическую обстановку.

Создание условий для обитания диких животных в городах. Например, можно создать искусственные норы или укрытия для птиц и мелких животных.

Использование систем сбора дождевой воды. Эта технология позволяет использовать дождевую воду для полива растений или других целей, снижая потребление пресной воды.

Вертикальные сады. Такие сады не только украшают здания, но и улучшают качество воздуха, поглощая вредные вещества.

Создание зелёных коридоров между различными зонами города, что способствует перемещению животных и улучшает экологическую обстановку. Интеграция искусственного интеллекта в городские системы для оптимизации использования ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду [2].

Архитектура и природа могут взаимодействовать не только на уровне формы и материалов, но и на уровне функций. Например, архитекторы имеют возможность использовать природные процессы для создания систем вентиляции, отопления и кондиционирования. Это позволяет создавать энергоэффективные здания, которые минимизируют воздействие на окружающую среду.

Кроме того, можно использовать природные ландшафты для создания систем управления стоком воды. Например, зелёные крыши и сады на фасадах зданий помогают собирать дождевую воду и использовать её для полива растений или других нужд. Это способствует сохранению водных ресурсов и снижению нагрузки на водопроводные системы.

Архитектура, вдохновлённая природой, способствует устойчивому развитию. Устойчивое развитие – это концепция, которая направлена на создание гармоничного взаимодействия между человеком и природой. Она включает в себя рациональное использование ресурсов, сохранение экосистем и улучшение качества жизни людей [4]. Архитектурные решения, вдохновлённые природой, помогают создавать здания и сооружения, которые являются энергоэффективными, экологически чистыми и долговечными. Они также способствуют сохранению природных ландшафтов и биоразнообразия, что важно для будущих поколений.

Бионика представляет собой область науки, которая изучает природные формы и процессы с целью разработки инновационных технологий. В архитектурной практике принципы бионики проявляются через концепции саморегуляции, энергоэффективности и устойчивого развития. Например, «умные» здания, оборудованные автоматизированными системами регулирования микроклимата, подражают естественным механизмам, таким как терморегуляция в пчелиных ульях или фотосинтез в листьях растений [3].

Концепции бионики находят широкое применение в различных аспектах архитектурного дизайна. Фасады современных зданий часто подражают текстуре коры деревьев, в то время как оконные структуры напоминают пчелиные соты. Это не только привлекательно внешне, но и эффективно, улучшая теплоизоляционные и акустические характеристики зданий. В интерьере активно используются природные материалы, такие как древесина, камень и переработанное стекло [5].

Заключение

Архитектура, вдохновлённая природой, способствует формированию экологического сознания и ответственного отношения к окружающей среде. Образовательные проекты, такие как архитектурные мастерские, семинары и мастер-классы, помогают людям понять важность сохранения природных ресурсов и устойчивого развития. Это особенно важно для молодого поколения, которое должно быть готово к вызовам будущего. В перспективе архитектура и природа будут ещё более тесно взаимодействовать. Развитие технологий и новых материалов позволит создавать более сложные и функциональные экосистемы.

В современном мире, где экологические проблемы приобретают всё большую значимость, необходимо переосмыслить подходы к проектированию и строительству. Архитекторы, интегрируя бионику и устойчивые материалы, способствуют созданию среды, в которой человеческая деятельность не противоречит природным циклам. Таким образом, гармония между архитектурой и природой не только обогащает эстетический опыт, но и обеспечивает функциональное соответствие, позволяя нашим городам развиваться, не нанося вреда окружающей среде. Поддерживая этот баланс, мы сможем построить будущее, в котором жизнь будет не только комфортной, но и ответственной перед природой.

Список литературы

1. Меренков А.В. Зеленая архитектура. Формирование жилой среды : учебное пособие для вузов / А.В. Меренков, Ю.С. Янковская – 2-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 156 с. : ил.
2. Лунц Л.Б. Городское зеленое строительство : учебник для вузов. – Издание 2-е, дополненное и переработанное. – Москва : Стройиздат, 1974. – 275 с. : ил.
3. Мартека В. Бионика / Пер. с англ. Т.А. Никольской; под ред. и с предисл. проф. Н.П. Наумова. – Москва : Мир, 1967. – 141 с. ил.; 20.
4. Забалуевой Т.Р., Балакиной А.Е. и др. Принципы формирования устойчивого развития в архитектуре. – Москва : Изд-во МИСИ – МГСУ, 2022. – 81 с.
5. Белоголовский В. Green House. – Москва : Издательство TATLIN, 2009. – 198 с.

Устойчивые архитектурные формы для арктических условий жизниА.С. Калашникова

Научный руководитель: доцент, кандидат архитектуры М.В. Скуднева

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова

Россия, г. Новосибирск, ул. Красный проспект, 38, 630099

E-mail: kalashnikova7887@mail.ru**Sustainable architectural forms for Arctic living conditions**A.S. Kalashnikova

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., PhD. M.V. Skudneva

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,

Krasny Prospekt str., 38, 630099

E-mail: kalashnikova7887@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to the prospects of capsule housing in the Arctic as a promising direction of rapidly erected architecture adapted to extreme conditions. It examines the role of capsule housing in the context of modern theoretical approaches specific to developing types of mobile structures.*

Key words: *prefabricated architecture, capsule housing, Arctic.*

Введение

Уникальные условия Арктики и колоссальный потенциал освоения северных областей требуют от архитектурно-строительной сферы решения амбициозных задач. Это вызывает необходимость пересмотра традиционных подходов к организации строительных процессов для возведения модульных объектов.

Активный поиск объемно-планировочных, пространственных и средовых стратегий расселения в северных широтах производился в 50–80 гг. XX в. [1] и сопровождался появлением разнообразия экспериментальных проектов от масштабных мегаструктур до быстровозводимых модульных исследовательских станций.

Что касается арктической архитектуры, то ее можно охарактеризовать, как результат диалога сурового климата и эвристического приспособления человека.

Арктическая архитектура

Архитектура Арктики характеризуется ярко выраженной неравномерностью развития. Здесь отсутствуют знаковые архитектурные стили и типичные региональные особенности, которые можно наблюдать в странах с древними цивилизациями.

В Арктике есть примеры древней архитектуры, основанные на традициях коренных народов. Эти образцы не имеют ничего общего с привычными античными памятниками, но представляют собой уникальные жилищные конструкции, которые сохранялись на протяжении веков. Их жилища имеют различные наименования, такие как яранга, чум, ураса [2], иглу, улягамах, вежа и кувакса.

Арктическая архитектура прошла через множество интересных этапов, среди которых особое внимание стоит уделить деревянным постройкам, основой которых является сруб. Их многообразие значительно: это традиционная деревянная архитектура поморов и финнов, всем известные русские избы, имеющие отличные северные и среднерусские типы планировок [3], и тупа – вид деревянного срубного жилища, вытеснивший в XIX веке традиционные вежи в культуре саамов [4].

Значительным событием в эволюции арктической архитектуры стали модернистские проекты XX века. К ним можно отнести ранние работы архитектора Константина Халтурина, выполненные в 1960-х годах, а также проекты таких специалистов, как Сергей Одновалов,

Михаил Цимбал и Владимир Танкаян [5]. Внимания заслуживают и творения Александра Шипкова, созданные между 1960-ми и 1980-ми годами, среди которых выделяется жилой комплекс "Пирамида" и новаторский дом, построенный в Воркуте. Архитектура этого периода характеризуется брутальным и монументальным стилем многоэтажных зданий, которые поразительно объединяют эстетические и функциональные решения.

Рассматривая текущие тенденции и нерешенные вопросы в этой области, стоит снова обратить внимание на связь между архитектурой и климатом.

Трансформация кочевого жилища народов Севера

В новых разработках по быстровозводимому жилью традиционные формы переосмысляются и адаптируются в контексте современных потребностей и возможностей, что вновь подчеркивает связь между историческим наследием и актуальными инновациями в архитектуре.

Архитекторы SAGA, Себастьян Аристотелис и Карл-Йохан Сёренсен, представили проект капсульного жилища под названием «LUNARK» (рис. 1), разработанного для использования в экстремально низких температурах. В развернутом виде эта инновационная оболочка, выполненная по принципу оригами, может увеличиваться до семи с половиной раз. [6].

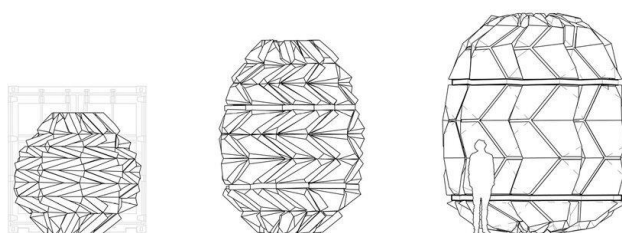


Рис. 1. Трансформируемая капсула «LUNARK»

Уникальное разворачиваемое убежище, предназначенное для холодных и удаленных арктических регионов, было создано дизайнерами Г. Глогау и С. Бэрретом в рамках престижного конкурса Design Educates Awards 2022. Эта инновационная конструкция представляет собой складное убежище с решетчатой оболочкой, предназначенной для эффективного захвата снега (рис. 2). Укрытия были продуманы для установки вдоль контрольных пунктов и пешеходных маршрутов, и могут быть развернуты всего за несколько минут [7].



Рис. 2. Убежище для отдаленных арктических территорий

Капсульная экологическая архитектура Арктики

Появление экологических проектов в Арктическом регионе берёт начало в 1950–1970-х годах, когда были созданы проектно-исследовательские группы, работающие над экспериментальными жилыми мегаструктурами [8]. На ранних этапах разработки уже применялись принципы, характерные для экологического проектирования. Это включало в себя оптимизацию аэродинамических свойств форм, правильную ориентацию помещений для

максимального использования естественного света и учёт ветровых нагрузок, многофункциональное использование пространства и создание атриумов для рекреации. Студия Lovegrove представила инновационную жилую капсулу, предназначенную для обитания в горных регионах, которая переосмысляет концепцию знаменитого дома «Футуро» 1968 года, разработанного архитектором М. Суурроненом [9]. Эта современная капсула, имеющая диаметр 8 метров, выполнена из акрилового материала, обладающего светоотражающим покрытием, и обеспечивает непрерывный панорамный обзор благодаря уникальному остеклению.

Заключение

На протяжении своей истории, начиная с древних жилищ и заканчивая современными сооружениями, климат играет ключевую роль в формировании архитектуры Арктики. Этот фактор затрагивает все аспекты жизни в этом регионе, однако последствия его воздействия на строительство особенно заметны. Важнейшей задачей как для теории, так и для практики архитектуры остается создание новых типов быстро возводимых жилищ, адаптированных к экстремальным условиям Севера. Эти разработки особенно актуальны для освоения территорий с суровым климатом, где необходимо учитывать все вызовы, связанные с жизнью в таких условиях. В современное время акцентируется внимание на мобильных и трансформируемых капсульных домах, которые соответствуют традиционному номадическому стилю жизни, характерному для Русского Севера.

Список литературы

1. Корнилов Т.А., Алексеев Н.Н. Архитектурно-конструктивные приёмы в проектировании энергоэффективных арктических поселений // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 3. – С. 54–63.
2. Молодин А.В. Строительный опыт коренных народов Чукотского АО при возведении переносных жилищ в районах Крайнего Севера // Региональные архитектурно-художественные школы. – 2015. – № 1. – С. 277–281.
3. Смирнова С.Н. Реализация архитектурно-планировочных принципов проектирования жилья в традиционном жилище Севера России // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2013. – № 3 (28). – С. 19.
4. Бодрова О.А. Особенности репрезентации визуальных аспектов культуры кольских саамов (на материале этнографических источников XVIII – начала XX вв.) // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2013. – № 3 (14). – С. 56–61.
5. Чуклов Н.С. Преимущество в объемно-планировочных элементах городов с контролируемым климатом в Заполярье // Architecture and Modern Information Technologies. – 2019. – № 2 (47). – С. 251–266. [Электронный ресурс]. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2019/2kvart19/PDF/16_chuklov.pdf (дата обращения: 01.12.2024).
6. Riva P., Rusconi P., Pancani L. et al. Social isolation in space: An investigation of LUNARK, the first human mission in an Arctic Moon analog habitat // Acta Astronautica. – 2022. – № 195. – P. 215–225.
7. Designboom. – Milan, 1999. – URL: <https://www.designboom.com/> (дата обращения: 01.12.2024).
8. Калашникова А.С., Скуднева М.В. Эволюция арктических городов на примере г. Норильска // Современное строительство и архитектура. – 2024. – № 10 (53). – С. 4. – URL: <https://modernconstruction.ru/archive/10-53-2024-october/10.60797/mca.2024.53.4>. (дата обращения: 01.12.2024).
9. Samos M.S. No-place architecture. The futuro house by Matti Suuronen // Rita Revista Indexada de Textos Academicos. – 2021. – № 15. – P. 106–115. – URL: <https://redfundamentos.com/menu-script/index.php/rita/article/view/97/98> (дата обращения: 01.12.2024).

УДК 721.001

Анализ преимуществ и недостатков использования и взаимодействия программного обеспечения Autodesk Revit и Autocad для работы над проектной и рабочей документацией

П. Калентьева, И.А. Прищепа

Научный руководитель: к.т.н. И.А. Прищепа

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: polly_1001@mail.ru

Analysis of the advantages and disadvantages of using and interacting with Autodesk Revit and Autocad software for working on design and working documentation

P. Kalentyeva, I.A. Prishchepa

Scientific Supervisor: PhD I.A. Prishchepa

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: polly_1001@mail.ru

Abstract. *This article considers two software products of Autodesk company: Revit and AutoCAD. The peculiarities of work are studied, variants and specifics of using the programs in solving design tasks are revealed. Also the speed and efficiency of work at the same technical tasks on each of the products are analyzed. The question of the most effective use of programs for development of documentation of erected, repaired, restored objects has been studied.*

The purpose of this article: *to compare and analyze Revit and AutoCAD, to highlight their main differences, to study the features of use and interaction of these programs in the development of design and working documentation.*

Key words: *Autodesk Revit, Autodesk AutoCAD, design, BIM, CAD, model, line graphics, construction, architecture.*

Введение

Revit – это BIM-программа, в мировой практике под термином BIM (Building Information Modeling) подразумевают способ проектирования, строительства и управления сооружениями с помощью специализированного программного обеспечения, в результате чего создается информационная модель здания. Revit с самого начала был создан для поддержки информационного моделирования зданий, то есть для создания единой, унифицированной 3D-модели здания, содержащей информацию о каждом компоненте. Такой BIM-подход позволяет Revit поддерживать все этапы проекта, от начального проектирования и подготовки документации до строительства и даже управления объектом [1].

AutoCAD – это инструмент для создания чертежей (двухмерных планов, разрезов, деталей и т.д.) и геометрических моделей - программное обеспечение, основанное на CAD (Computer Aided Design - автоматизированное проектирование). Это решение САПР общего назначения, используемое во многих отраслях промышленности для создания точных технических чертежей и проектов. Программное обеспечение CAD заменяет ручное черчение автоматизированным процессом [2].

Экспериментальная часть

Для сравнения AutoCAD и Revit были выбраны следующие критерии: принцип работы и ситуации использования, насыщенность информацией по сравнению с ориентацией на геометрию, управление параметрическими изменениями, сложность и скорость обучения, рабочие процессы и различия в выходных данных, особенности создания модель, выходные данные и результаты, использование Revit и AutoCAD в различных вариантах

проектирования, различие готовой модели, сложность реализации проекта, использование данных в будущем. Проанализировав работу проектных организаций и проведя опрос сотрудников, на примере проектного отдела ООО «Архнуво», в статье были выделены следующие различия в программных продуктах. Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Особенности функционирования и использования в работе продуктов Autodesk Revit и AutoCAD

№ п/п	Сравниваемые критерии	Autocad	Revit
1	Особенности использования:	Используется на этапе проектирования/документации для создания подробных чертежей, особенно в проектах, не требующих полного BIM -процесса.	Для создания BIM – документов и совместной работы с различными заинтересованными сторонами проекта, обеспечивая единую среду для работы архитекторов, инженеров и подрядчиков.
2	Оперативность редактирования чертежей и модели:	Изменение в одном чертеже AutoCAD не приводит к автоматическому обновлению других – необходимо вручную редактировать каждый затронутый файл.	Изменение объекта на одном из чертежей автоматически отразится везде.
3	Насыщенность информацией по сравнению с ориентацией на геометрию:	Элементы AutoCAD (линии, дуги, фигуры) – это обычная геометрия; любые дополнительные данные (например, текст или атрибуты) добавляются вручную.	Элемент модели Revit (например, дверь) несет информацию о своих свойствах (степень огнестойкости, стоимость, производитель и т. д.).
4	Сложность и скорость обучения:	Легче освоить тем, кому требуется лишь базовое черчение, не требует понимания концепций BIM и координации моделей.	Считают более сложной программой, поскольку она требует понимания концепций BIM и координации моделей.
5	Слои или унифицированная модель:	Система слоев AutoCAD позволяет управлять графическим отображением и организовывать содержимое. Всегда приходится вручную синхронизировать правки со всем проектом, что может стать огромной проблемой для больших команд при попытке обеспечить согласованность чертежей.	Не используются слои для физических элементов модели; все находится в единой среде модели. Такой подход, ориентированный на модель, означает, что различные точки зрения и синхронизированные изменения являются частью рабочего процесса по умолчанию, работа всегда с последней моделью, а координация в основном осуществляется программным обеспечением
6	Масштаб и сложность проекта:	Для небольших проектов или разовых чертежей AutoCAD может быть более простым. Если нужен только план участка или чертеж детали.	Для большого, сложного строительного или инфраструктурного проекта с множеством дисциплин Revit (BIM) обычно является лучшим выбором, поскольку он гораздо эффективнее справляется со сложностью и координацией. Revit лучше справляется с такими задачами, как автоматическое обновление проектных данных, обнаружение столкновений и поддержание согласованности на сотнях листов.
7	Использование данных в будущем	Файлы AutoCAD менее полезны в этом отношении, чем сама строительная документация, поскольку в них отсутствует центральная модель данных.	Если владельцу здания нужна модель технического обслуживания или данные будут полезны после окончания строительства, модель Revit может продолжать приносить пользу, передавая богатую информацию о здании [3].

Результаты

1. Revit для сложных зданий, многопрофильного сотрудничества, проектов, требующих согласованных моделей, сценариев, в которых графики/количество или анализ необходимы непосредственно из модели, любых ситуаций, в которых важно поддерживать единый источник подлинности для всех чертежей. Например, новое офисное здание, больница или любой проект, в котором архитекторы, конструкторы и специалисты MEP должны работать в тесном сотрудничестве.

2. AutoCAD для старых проектов или проектов реконструкции, ремонта, реставрации с существующими исходными DWG-файлами, для небольших проектов с простыми результатами, а также для подробных чертежей или схем, которые не выигрывают от полноценного процесса BIM. Например, план благоустройства помещения небольшого магазина, электрическая схема, детализовка изготовленной детали или ссылки на файлы CAD 30-летней давности для модернизации.

Заключение

В заключение следует сказать, что Revit следует выбирать, если вам нужен комплексный подход к совместному моделированию, который применяется на всех этапах проекта, а AutoCAD – если вам нужно гибкое и быстрое черчение для более простых или устаревших задач. Работники изучаемой компании ООО «Архнуво» разумно выбирают оба варианта, используя каждый инструмент для того, что он делает лучше всего. По мере развития отрасли такие инструменты, как Revit, становятся все более доминирующими, особенно в архитектуре и строительном проектировании, но роль AutoCAD адаптируется и остается актуальной, особенно для деталей и смежных отраслей строительства.

Список литературы

1. Айбим // Просто о BIM: что такое, как работает, где применяется: сайт. – 2023. – URL: <https://bim-info.ru/articles/prosto-o-bim-chto-takoe-kak-rabotaet-gde-primenyaetsya>.
2. Славная Л.И. Первые шаги в AutoCAD. Ч. I. Создание графических примитивов: учеб. пособие. – Текст: электронный // Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. – 2012. – URL: https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/славная_часть_1_испр.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
3. ArchiLabs // Brian Bakerman Revit vs AutoCAD: A Comprehensive Comparison for BIM Managers, Architects, and Engineers: сайт. – 2025. – URL: <https://archilabs.ai/posts/revit-vs-autocad>.

Актуальность внедрения ТИМ в рамках курсового архитектурного проектированияВ.М. Потапова

Научный руководитель: доцент С.М. Ремарчук
Томский государственный архитектурно-строительный,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: lera.potapova.2001@gmail.com

Relevance of BIM Integration in Architectural Course ProjectsV.M. Potapova

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. S.M. Remarchuk
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: lera.potapova.2001@gmail.com

Abstract. *Building Information Modeling (BIM) technologies have become an integral part of the construction and architectural industries, ensuring efficient project organization. The integration and study of these programs in university curricula are becoming increasingly relevant; however, the choice of software varies across educational institutions. This article analyzes the most in-demand BIM programs used by professional organizations, as well as the software applied by architecture students at TSUAB in their coursework projects. The research results will help assess the level of student preparedness for labor market requirements and identify which BIM tools should be prioritized in educational programs for the "Architecture" field.*

Key words: *BIM, course architectural design, building.*

Введение

В настоящее время технологии информационного моделирования (ТИМ) активно внедряются в проектные организации. Эти технологии позволяют повысить точность проектных решений, минимизировать риски и затраты, а также улучшить взаимодействие между всеми участниками строительства, способствуя цифровизации и повышению эффективности отрасли [1, 2].

В связи с этим интеграция ТИМ в образовательные программы становится не просто актуальной тенденцией, а необходимым условием для подготовки будущих архитекторов и строителей, способных работать в современных условиях. Однако выбор программного обеспечения для обучения ТИМ варьируется в зависимости от учебного заведения.

Экспериментальная часть

Для получения объективной оценки, какие программы для ТИМ необходимы студентам в изучении на данный период, проанализирован открытый реестр проектных организаций, применяющих ТИМ в жилищном строительстве, а также проведен анонимное анкетирование студентов-архитекторов ТГАСУ. В результате сравнения данных была дана оценку тому, насколько студенческое сообщество готово к вызовам на рынке труда.

В 2024 году ДОМ.РФ начал формировать общероссийский открытый реестр проектных организаций, использующих ТИМ в жилищном строительстве. Этот реестр предназначен для упрощенного доступа застройщиков к информации о компаниях, работающих с ТИМ, а также о программном обеспечении, которое они применяют. В списке проектных организаций указаны их контактные данные, регион деятельности, используемое программное обеспечение (ПО) и разделы проектной документации, в которых применяется ТИМ, включая архитектурные решения, интерьеры, металлоконструкции, планирование земельных участков, инженерные коммуникации и другие. В настоящее время это наиболее полный и

детализированный реестр, который может служить ценным источником данных для исследования. В рамках анализа рассмотрен раздел АР по состоянию на март 2025 года [3].

В качестве ПО для ТИМ наиболее распространенными, согласно реестру, являются Autodesk Revit, Renga, AutoCAD, NanoCAD, ArchiCAD. Всего 189 из 203 организаций используют их в разделе АР. Долевое соотношение используемых программ приведено на рис. 1.

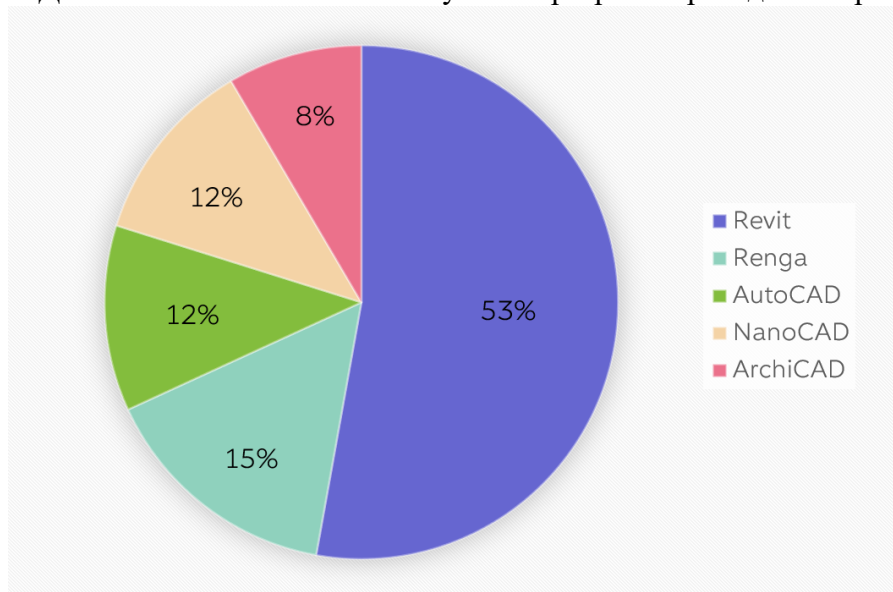


Рис. 1. Распределение используемых ПО для ТИМ среди организаций реестра ДОМ.РФ

Согласно данным по вышеприведенной диаграмме практически половина организаций из реестра использует в качестве основного инструмента разработки раздела АР программу Autodesk Revit.

Сравним полученные данные с результатами анкетирования.

В рамках анонимного анкетирования было задействовано 70 студентов-архитекторов ТГАСУ. Анкета состояла из 5 вопросов с предлагаемыми вариантами ответов и возможными собственными.

Наиболее популярными ПО для ТИМ, которым пользуются респонденты в курсовом проектировании, стали Autodesk Revit и AutoCAD (рис. 2). В рамках учебной программы у подавляющего большинства студенты проходили курс только по программе AutoCAD, однако в 2025 году в программу 2-го курса введены занятия по изучению ПО Renga в рамках предмета «Основы компьютерной графики». Вместе с тем респонденты 2-го курса ответили, что архитектурные курсовые проекты делают с помощью программ AutoCAD, ArchiCAD и Revit. Часть студентов (34 %) приобретала платные курсы для изучения такой программы как Autodesk Revit. Также студенты предположили, что при работе в проектных организациях и архитектурных бюро им пригодятся навыки в программах Autodesk Revit, AutoCAD и ArchiCad.

По итогу анкетирования выявлено, что 25 % опрошенных студентов недостаточно осведомлены о различиях видов программных продуктов и не всегда могут различить ПО для ТИМ, графический редактор и плагин для рендеринга.

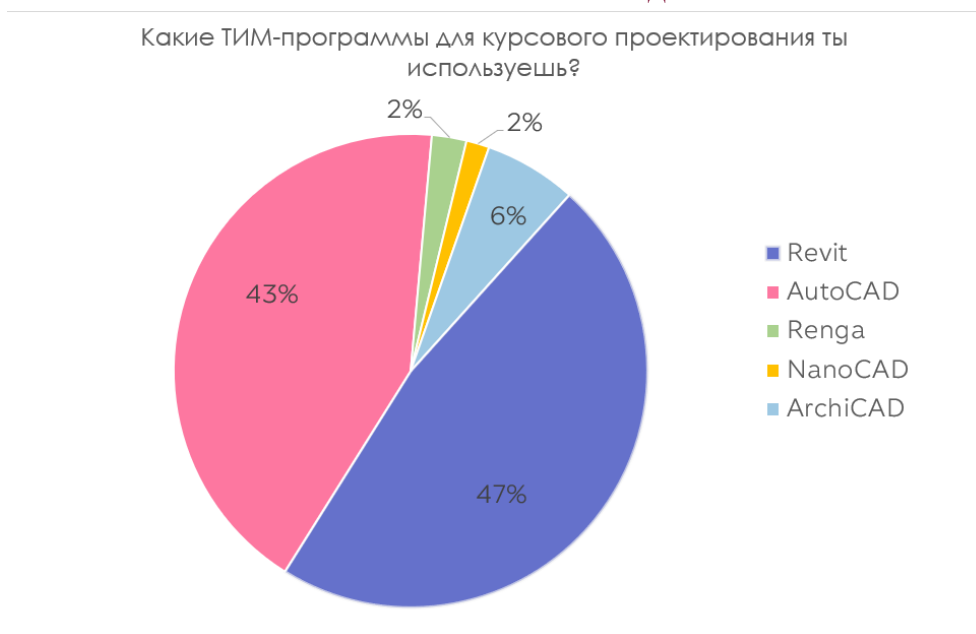


Рис. 2. Распределение используемых ПО для ТИМ в рамках курсового архитектурного проектирования среди студентов-архитекторов ТГАСУ

Результаты

Таким образом, на 2025 год уровень подготовки студентов-архитекторов ТГАСУ к актуальным требованиям рынка труда можно охарактеризовать как средний. Несмотря на тенденцию к внедрению отечественного программного обеспечения Renga в учебный процесс, студенты старших курсов вынуждены самостоятельно осваивать наиболее востребованную в профессиональной среде программу Autodesk Revit. Отсутствие систематизированного обучения этому ПО приводит к тому, что будущие специалисты не обладают полноценными навыками работы с инструментами проверки качества цифровых моделей, что может снизить их конкурентоспособность при трудоустройстве.

Заключение

Для успешного вхождения в профессиональную среду необходимо активно совершенствовать методы курсового архитектурного проектирования, а также интегрировать в образовательный процесс актуальные ТИМ-программы, востребованные в отрасли. Это позволит формировать конкурентоспособных специалистов, обладающих необходимыми навыками для эффективной работы в цифровой строительной среде, сокращая разрыв между академическим обучением и реальными профессиональными требованиями.

Список литературы

1. Машковцев И.Б. BIM-технологии в современном строительстве // Системные технологии. – 2022. – № 43. – С. 48–56.
2. Уровень применения BIM в России – Текст : электронный // Отчет об исследовании. – 2019 – URL: <http://www.sonns.ru/upload/2019/primenenie%20BIM.pdf> (дата обращения: 30.03.2025).
3. Технологии информационного моделирования // ДОМ.РФ: сайт. – 2025 – URL: <https://наш.дом.рф/технологии-информационного-моделирования>.

УДК 721.021

**Шаблон для архитектурного проектирования в ПО "Autodesk Revit":
обзор инструментов для автоматизации процессов курсового проектирования**

В.М. Потапова

Научный руководитель: доцент С.М. Ремарчук
Томский государственный архитектурно-строительный,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: lera.potapova.2001@gmail.com

**Template for architectural design in Autodesk Revit:
Overview of tools for course project processes automation**

V.M. Potapova

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. S.M. Remarchuk
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: lera.potapova.2001@gmail.com

Abstract. BIM technologies have become an integral part of architectural education, allowing students to work in a unified digital environment—creating models, drawings, visualizations, schedules, and project presentation boards. The most popular software among students and employers is Autodesk Revit. Existing architectural template files (AR) for Revit are often overloaded with unnecessary elements or, conversely, lack essential families required for academic work. They also fail to consider university-specific project formatting requirements. This paper aims to analyze Revit tools essential for developing a universal and user-friendly AR template tailored to educational needs.

Key words: BIM, course architectural design, architectural template files.

Введение

В современном образовательном процессе архитектурно-строительных специальностей использование технологий информационного моделирования (ТИМ) становится не просто удобством, а необходимостью. ТИМ-программы обеспечивают студентам возможность работать в едином цифровом пространстве, где они могут разрабатывать информационную модель здания, оперативно создавать рабочие чертежи, выполнять визуализации, формировать ведомости, а также компоновать планшеты для подачи проекта. Это значительно упрощает процесс проектирования, минимизирует ошибки и повышает качество итоговой работы.

Наиболее востребованной ТИМ-программой как в учебной среде, так и на рынке труда является программное обеспечение (ПО) Autodesk Revit [1].

При создании проекта у пользователя есть выбор: создать проект на основе стандартного шаблона, персонального (стороннего) или вовсе без шаблона. Шаблон проекта (RVT Template, файл.rte) в Revit – это преднастроенный файл, содержащий базовые параметры, настройки и элементы, необходимые для работы над проектом. Он служит основой для новых проектов, обеспечивая стандартизацию и удобство работы [2].

В открытом доступе можно найти различные шаблоны для архитектурного раздела (АР) в Revit, однако большинство из них не адаптированы для курсового эскизного проектирования. Они либо перегружены лишними элементами и материалами, либо, напротив, не содержат основных семейств, необходимых на протяжении всего процесса обучения студентов. Кроме того, такие шаблоны не учитывают специфические требования к оформлению проектов, которые могут различаться в зависимости от вуза и методических рекомендаций преподавателей.

Экспериментальная часть

В рамках исследования был проведён анализ структуры курсового архитектурного проекта, а также базовых требований его оформления. На основе полученных данных были выбраны и адаптированы инструменты Revit, способные удовлетворить учебные потребности. В результате планируется создание студенческого шаблона, который упростит процесс курсового проектирования, обеспечивая студентам-архитекторам комфортную работу, наличие всех необходимых инструментов для моделирования и оформления информационной модели.

Результаты

Рассмотрим состав подачи курсового проекта по предмету «Архитектурное проектирование».

Графическая часть проекта включает следующие чертежи: ситуационный план, опорный план, генеральный план, поэтажные планы, фасады, разрезы.

Также на планшете размещается несколько перспективных видов, которые могут быть дополнены реалистичными или схематичными аксонометриями.

Кратко приводятся основные технико-экономические показатели, которые могут варьироваться в зависимости от назначения проекта (жилое здание, общественное или градостроительный проект).

Проекты komponуются на листы форматами 1 x 1м, 1 x 2м, 2 x 8м.

Таким образом, раздел оформления - презентации проекта - включает в себя чертежи, визуализации и ведомости, размещенные на листы стандартизированного формата [3].

Рассмотрим составляющие информационной модели, которые необходимо подробно рассмотреть и разработать в процессе создания студенческого шаблона:

- Материалы;
- Конструкции. Семейства стен, окон, дверей, которые будут состоять из заданных материалов в проекте;
- Мебель. Семейства обобщенных моделей, специального и сантехнического оборудования;
- Параметры.

Семейство в Revit – это базовый строительный элемент, который используется для создания моделей зданий. Все элементы в проекте (стены, двери, окна, балки, колонны и т. д.) принадлежат определённому семейству [2].

Для оформления информационной модели в соответствии с учебными стандартами необходимо воспользоваться такими инструментами Revit как шаблоны вида и семейство аннотаций. Шаблоны вида являются частью основного Шаблона АР и служат для стандартизации и автоматизации графического оформления разных видов чертежей и перспективных видов. В шаблоне можно настраивать масштаб, стили линий, графическое обозначение материалов в разрезах и проекциях, включать/отключать видимость элементов с помощью фильтров, настраивать высоту секущей плоскости на планах. На перспективных видах шаблон будет иметь несколько другие настройки: в нем появляется возможность добавлять задний фон, корректировать освещение, выбирать параметры отображения графики и модели.

Семейство аннотаций включает в себя такие элементы оформления как марки, высотные отметки, выноски. Данные элементы расставляются на чертежах вручную, при этом значения отметок соответствуют геометрическим характеристикам в пространстве модели, а марки автоматически считывают параметры помещений или элементов.

Ведомости составляются по материалам, элементам или помещениям с помощью параметров, которые уже включены в эти элементы или добавлены дополнительно в шаблон.

Для компоновки чертежей и перспективных видов между собой используется семейство «Лист». При его размещении можно выбрать тип, соответствующий нужному формату.

Заключение

Таким образом, удалось проанализировать состав курсового проекта по направлению «Архитектура», подобрать инструменты в программе Revit для создания информационной модели, а также ее оформления. Более подробно инструменты оформления рассмотрены в табл. 1.

Таблица 1

Инструменты оформления в программе Revit

Запрос	Инструмент	Параметр/тип семейства
Оформление планов	Шаблон вида	Настройка графики материалов и элементов модели Стиль линий аннотаций Секущий диапазон
	Семейство аннотаций	Марка помещения Высотная отметка
Оформление разрезов и фасадов	Шаблон вида	Настройка графики материалов и элементов модели Стиль линий аннотаций Задний план Отсечение дальней плоскости
	Семейство аннотаций	Высотная отметка Стаффаж
Оформление 3D-видов	Шаблон вида	Настройка графики материалов и элементов модели Отображение модели Освещение Задний план Отсечение дальней плоскости
Оформление планшета	Семейство листа	Формат
	Семейство аннотаций	Заголовок на листе Выноска

В результате исследования определены основные инструменты для создания и оформления архитектурного курсового проекта в программе Autodesk Revit. При разработке студенческого шаблона на данные инструменты будет сделан основной упор, выбранные параметры и типы семейств будут детализированы в соответствии с методическими требованиями преподавателей архитектурного проектирования. Такой прототип студенческого шаблона пройдет тестирование и впоследствии будет внедрён в учебный процесс.

Список литературы

1. Уровень применения BIM в России – Текст : электронный // Отчет об исследовании. – 2019. – URL: <http://www.sonns.ru/upload/2019/primenenie%20BIM.pdf> (дата обращения: 30.03.2025)
2. James Vandezande, Eddy Krygiel, Phil Read. Mastering Autodesk Revit Architecture // Учебное пособие: сайт – 2014. – URL: https://www.academia.edu/6389193/Mastering_Autodesk_Revit_Architecture_2014 (дата обращения: 30.03.2025).
3. Ремарчук С.М. Жилая группа // Методические указания. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2025. – 24 с.

Социальная ответственность архитектора: создание инклюзивных пространствС. Прохоренко

Научный руководитель: доцент И.Д. Веревкина
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: sofya-prokhorenko@mail.ru

Social responsibility of architects: creating inclusive spacesS. Prokhorenko

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. I.D. Verevkin
Tomsk State of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: sofya-prokhorenko@mail.ru

Abstract. *This article presents an analysis of the concept of inclusive design in architectural practice, with an emphasis on creating functional spaces that meet a wide range of user needs, regardless of their physiological and cognitive characteristics. The key principles of inclusive design and its philosophical foundations, which go beyond the regulatory requirements for accessibility, are considered.*

Key words: *inclusive design, architectural solutions, universal design environment.*

Введение

В современной архитектурной практике акцент смещается с исключительно эстетической привлекательности зданий на создание комфортной и доступной среды для всех групп населения. Эта тенденция обусловлена осознанием социальной ответственности архитекторов и необходимостью обеспечения равных возможностей для участия в общественной жизни. Инклюзивный дизайн, как методологический подход, играет ключевую роль в достижении этой цели. Он нацелен на учет разнообразия человеческого опыта и на создание пространств, функциональность которых оптимизирована под широкий спектр потребностей пользователей, включая людей с ограниченными возможностями здоровья (рис. 1). В настоящей работе будут исследованы фундаментальные принципы и методологии инклюзивного проектирования, выявлены существующие проблемы в реализации этих принципов и предложены методы их решения, что определит значимость инклюзивного дизайна для современной архитектурной практики.

Социальная инклюзия, таким образом, становится одной из мейнстримных задач современности, напрямую связанной со смягчением проблем социального неравенства, дискриминации, стигматизации и эксклюзии. Неожиданным, на первый взгляд, может показаться, что достижение этих целей возможно посредством продуманного дизайна [1].

Именно построение городской среды, доступной каждому, является ключевым аспектом инклюзии. Ведь среда во многом определяет сознание, способствует формированию новых привычек и даже мировоззрения людей [2].



Рис. 1. Пандусы в Sammons park, Даллас, штат Техас

Преимущества и проблемы инклюзивного дизайна

Инклюзивный дизайн представляет собой значительный шаг вперед в эволюции подходов к созданию доступной среды, превосходя традиционные концепции доступности и универсального дизайна за счет более глубокого понимания социокультурного контекста. В то время как доступность часто сводится к выполнению минимальных нормативных требований, таких как установка пандусов и лифтов, а универсальный дизайн стремится создать пространства, удобные для большинства пользователей, не требующие специальной адаптации, инклюзивный дизайн охватывает гораздо больше. Он учитывает не только физические ограничения, но и социальные, культурные и экономические барьеры, которые могут препятствовать полноценному участию всех членов общества в повседневной жизни. Однако, несмотря на возрастающее признание важности инклюзивного дизайна, его практическая реализация сталкивается с рядом серьезных вызовов. Прежде всего, нехватка специализированных знаний и опыта в области инклюзивного проектирования среди архитекторов, дизайнеров и строителей является серьезным препятствием. Во-вторых, реализация инклюзивных решений часто сопряжена с дополнительными финансовыми затратами, что может стать значительным барьером, особенно в условиях ограниченного бюджета. Заказчики и инвесторы не всегда готовы выделять дополнительные средства на создание инклюзивной среды, рассматривая это как необязательное удорожание проекта. Важно также учитывать, что архитектурные решения должны быть не только функциональными, но и эстетически привлекательными [3]. В-третьих, сопротивление переменам наблюдается среди архитекторов, дизайнеров и заказчиков, что затрудняет внедрение инновационных подходов, включая инклюзивный дизайн. Приверженность традиционным решениям и скептическое отношение к новым подходам могут стать причиной отказа от прогрессивных решений, как из-за опасений касательно сложности реализации, так и в силу экономической невыгодности, по мнению ряда заинтересованных сторон.

Комплексный подход к внедрению инклюзивного дизайна

Для успешного внедрения принципов инклюзивного дизайна и преодоления существующих барьеров необходим комплексный подход, включающий повышение осведомленности и расширение экспертного знания за счет внедрения обязательных курсов в учебные программы, организации специализированных семинаров и мастер-классов, разработки и распространения практических руководств. Также важно преодоление финансовых ограничений и оптимизация затрат путем планирования отдельной статьи

расходов на инклюзивные решения, привлечения спонсорских средств и разработки экономически эффективных решений. Необходимо совершенствование нормативной базы и механизмов контроля через пересмотр действующих норм, разработку четких критериев оценки и создание эффективного механизма контроля. Важным элементом является обеспечение активного участия сообщества в процессе проектирования, организуя консультации, общественные слушания, создавая онлайн-платформы для обсуждений и привлекая представителей сообщества к экспертным группам.

Примеры реализации инклюзивного дизайна

В России растет интерес к инклюзивному дизайну, но его реализация пока не всегда соответствует международным стандартам. Программа “Доступная среда” часто ограничивается формальными мерами. В крупных городах адаптируются метрополитен и общественные пространства, а музеи и школы внедряют адаптированные программы и инклюзивное образование, но не всегда учитываются все аспекты инклюзивного дизайна. В жилищном строительстве есть проекты социального жилья с минимальными требованиями к доступности и локальные инициативы по адаптации существующего жилья [4]. В России фокус делается на физической доступности, а другие аспекты инклюзивного дизайна остаются менее развитыми. Существует потребность в развитии профессионального сообщества, повышении осведомленности, вовлечении сообщества, усилении нормативной базы и содействии со стороны государства для создания по-настоящему доступной и комфортной среды для всех.

Заключение

Современная архитектурная практика все больше ориентируется на создание комфортной и доступной среды для всех групп населения, что продиктовано осознанием социальной ответственности и необходимостью обеспечения равных возможностей. Инклюзивный дизайн, как методологический подход, является ключевым инструментом для достижения этой цели. Однако, несмотря на его значимость, практическая реализация инклюзивного дизайна сталкивается с серьезными вызовами. Преодоление этих вызовов требует комплексных усилий, направленных на повышение осведомленности, стимулирование инвестиций в инклюзивные решения, совершенствование нормативной базы и продвижение инновационных подходов в архитектурной практике. Результаты проведенного исследования подтверждают значимость инклюзивного дизайна для современной архитектурной практики, подчеркивая его роль в создании гуманной, доступной и комфортной среды для всех членов общества.

Список литературы

1. Наберушкина Э.К., Радченко Е.А., Мирзаева Е.Р. Инклюзивный дизайн (обзор зарубежных концепций) // Теория и практика общественного развития. – 2023. – № 2 (180). – С. 30–35.
2. Инклюзия и доступная среда в общественных пространствах [Электронный ресурс] // Soft Culture. – URL: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/inclusion-public-space> (дата обращения: 14.02.2025).
3. Пирлиев К., Мергенов А., Реджепов М. Архитектурные решения для создания инклюзивных образовательных учреждений // Вестник науки. – 2024. – Т. 1, № 10 (79). – С. 514–516.
4. Кияненко К.В. Архитектура и социальное моделирование жилища: автореферат дис. ... док. архитектуры :18.00.02: защищена 09.06.2005. – Москва, 2005. – 62 с.

УДК: 728.48

**Применение технологий IoT и генеративного дизайна в проектировании
и строительстве жилищных комплексов**

Е.Д. Сухачев

Научный руководитель: доцент Ю.И. Тарасова

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

E-mail: gemini99b@gmail.com

**Application of IoT and generative design technologies in the design and construction
of residential complexes**

E. Sukhachev

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. Yu. Tarasova

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,
Krasny Prospekt str., 38, 633099

E-mail: gemini99b@gmail.com

Abstract. *The paper examines the prospects of using Internet of Things (IoT) and generative design technologies in the design and construction of residential complexes. The benefits of these technologies for enhancing efficiency, sustainability, and comfort in the living environment are discussed. Key challenges and opportunities for their integration into modern architectural practice are highlighted.*

Key words: *IoT, generative design, design, construction, residential complexes, technologies.*

Введение

Современные вызовы проектирования и строительства жилых комплексов требуют внедрения инновационных технологий, которые могут повысить качество проектных решений и оптимизировать процессы строительства. В настоящее время присутствует большое количество технологий, но проектировщику достаточно сложно ориентироваться в большом количестве информации, чтобы своевременно внедрять новые технологии в свою деятельность. Среди наиболее перспективных направлений выделяются технологии Интернета вещей (IoT) и генеративного дизайна.

Технологии IoT предполагают создание сети подключенных устройств, которые собирают и анализируют данные в реальном времени. В настоящее время существует большое количество данных технологий, которые позволяют это делать. Данные технологии позволяют значительно упростить и оптимизировать процессы не только по проектированию и строительству архитектурных объектов, но и значительно повысить качество использования объектами строительства.

В контексте жилых комплексов это позволяет обеспечить интеллектуальное управление энергопотреблением, климат-контролем, безопасностью и другими параметрами, улучшая комфорт проживания и снижая эксплуатационные расходы [1].

Примером успешного использования IoT является реализация систем «умного дома», которые интегрируются в инфраструктуру жилого комплекса. Такие системы способны автоматически регулировать освещение, отопление и водоснабжение, учитывая предпочтения жильцов и текущие погодные условия. Это не только повышает удобство проживания, но и способствует энергосбережению, что актуально в условиях глобального стремления к устойчивому развитию [2].

Генеративный дизайн, основанный на использовании алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения, предоставляет архитекторам и проектировщикам новые возможности для создания оптимальных проектных решений. Такой подход позволяет

учитывать множество факторов – от эргономики и функциональности до экологической устойчивости и экономической целесообразности – в автоматическом режиме [3].

Одним из преимуществ генеративного дизайна является способность быстро генерировать множество вариантов планировочных решений и выбирать наиболее подходящий из них. Это особенно важно при проектировании жилых комплексов, где необходимо учитывать разнообразные потребности будущих жителей, особенности местности и градостроительные нормы [4].

Среди вызовов внедрения данных технологий можно выделить необходимость в высокой квалификации специалистов, значительные первоначальные инвестиции и вопросы кибербезопасности в случае с IoT [5]. Однако при грамотной интеграции эти технологии способны радикально изменить процесс проектирования и строительства, сделав его более эффективным и ориентированным на пользователя.

Экспериментальная часть

В работе использованы методы анализа научной литературы, материалов из открытых источников сети Интернет, а также электронных и печатных ресурсов, посвящённых применению технологий IoT и генеративного дизайна в архитектуре и строительстве.

Изучены алгоритмы и инструменты генеративного дизайна, их применение для автоматизации проектных решений и оптимизации архитектурных процессов. Выявлены ключевые преимущества и ограничения использования данных технологий, а также основные вызовы, связанные с их внедрением.

Результаты

В качестве решения авторами предложено создание интеллектуального консультанта проектировщика. Прототипом решения стало создание десктопного приложения, которое выполняет функции интеллектуального консультанта для архитекторов и проектировщиков. Приложение принимает на вход различные параметры проектируемого объекта, такие как тип здания (жилое, коммерческое, общественное), площадь, бюджет проекта, а также конструктивные особенности, включая материалы и технологии строительства. На основе этих данных приложение анализирует возможности применения IoT и генеративного проектирования, формируя рекомендации, которые могут быть использованы в процессе проектирования.

Приложение может быть использовано как на этапе проектирования новых объектов, так и при реконструкции существующих зданий (рис. 1). Оно помогает архитекторам и инженерам более эффективно использовать ресурсы, минимизировать затраты и повышать качество проектируемых объектов. Например, применение IoT может обеспечить более эффективное управление зданиями после их завершения, что также учитывается в расчетах экономической эффективности.

Разработка десктопного приложения для поддержки проектирования с использованием IoT и генеративного строительства представляет собой важный шаг к интеграции современных технологий в строительную отрасль. Оно не только упрощает процесс проектирования, но и способствует более рациональному использованию ресурсов, повышая общую эффективность строительных проектов. В дальнейшем планируется провести тестирование приложения на реальных проектах для оценки его эффективности и внесения необходимых доработок.



Рис. 1. Прототип интерфейса приложения (схема автора)

Заключение

Таким образом, технологии IoT и генеративного дизайна представляют собой мощный инструмент для повышения качества проектирования и строительства жилых комплексов. При помощи создания информационных продуктов и приложений можно повысить качество их интеграции в архитектурную практику. Это позволит проектировщикам наиболее эффективно решать задачи устойчивого развития, создавать комфортную и безопасную среду для проживания, а также оптимизировать ресурсы и процессы.

Список литературы

1. Применение искусственного интеллекта в проектировании и строительстве. – Текст : электронный // CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-proektirovanii-i-stroitelstve> (дата обращения: 20.11.2024).
2. Как ИИ меняет архитектуру и строительство: генеративный дизайн зданий. – Текст : электронный // AI Golova. – URL: <https://aigolova.ru/blog/kak-iskusstvennyi-intellekt-izmeniaet-arhitekturu-i-stroitelstvo-revolucionnyi-podkhod-k-sozdaniyu-zdaniy-cerez-generativnyi-dizain> (дата обращения: 11.12.2024).
3. Искусственный интеллект в строительстве. – Текст : электронный // Строительная газета. – URL: <https://stroygaz.ru/publication/technologies/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelstve/> (дата обращения: 11.12.2024).
4. Генеративное проектирование: история, преимущества и ограничения в архитектуре. – Текст : электронный // Молодой ученый. – URL: <https://moluch.ru/archive/518/113982/> (дата обращения: 20.11.2024).
5. Как Интернет вещей (IoT) меняет строительную отрасль. – Текст : электронный // Digital Build. – URL: <https://digital-build.ru/kak-internet-veshhej-iot-menyaet-stroitelnyuyu-otrasl/> (дата обращения: 22.11.2024).

Результаты работы искусственного интеллекта: анализ планировочных решений квартир, выполненных с помощью генеративной платформы для проектирования зданийЭ.Р. Эминова

Научный руководитель: доцент С.М. Ремарчук
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: alsucr@gmail.com

Results of artificial intelligence work: analysis of apartment planning solutions made using a generative AI-powered building design platformE.R. Eminova

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. S.M. Remarchuk
Tomsk State of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: alsucr@gmail.com

Abstract. *The purpose of the article is to study the generative platform for designing buildings based on artificial intelligence "Architectures". The article analyzes the results of her work using the example of planning solutions for apartments in sections of multi-storey residential buildings. Based on the analysis, conclusions are drawn about the possibility of using this platform and similar ones in architectural design processes, as well as about the expediency of their use.*

Key words: Artificial intelligence (AI), architecture, apartment, generative design.

Введение

Программные обеспечения на базе ИИ все больше входят в профессиональную деятельность архитекторов. Сейчас мы понимаем, что искусственный интеллект может внедряться на каждом этапе проектирования, но в разной степени [1]. На стадии градостроительного анализа внедряются методы работы с большими данными, на стадии концепции – эволюционные алгоритмы и генеративный дизайн, на стадии разработки проекта – BIM моделирование, симуляторы и оптимизации, на стадии разработки чертежей и производства – автоматизация процессов и компьютерное зрение, а на стадии эксплуатации – системное управление объектом и интернет вещей [2].

Цель данной статьи – исследование генеративной платформы для проектирования зданий на основе искусственного интеллекта «Architectures». В статье проводится анализ результатов её работы на примере планировочных решений квартир в составе секций многоэтажных жилых домов. На основе проведённого анализа делаются выводы о возможности применения данной платформы и подобных ей в процессах архитектурного проектирования, а также о целесообразности их использования.

Описание платформы

Платформа предоставляет возможность задавать параметры проектирования, включая минимальную и максимальную площадь для каждой комнаты в чистом виде, а также определять типологию, минимальные размеры комнат, высоту и технические характеристики вертикальных коммуникаций. На основе этих данных искусственный интеллект генерирует различные варианты планировочных решений и создаёт 3D-модель здания (рис. 1).

Проект находится под полным контролем, что позволяет в режиме реального времени отслеживать технико-экономические показатели. В частности, можно увидеть общую площадь помещений в разбивке по использованию и типам, а также распределение общей и чистой площади для каждого типа помещений.

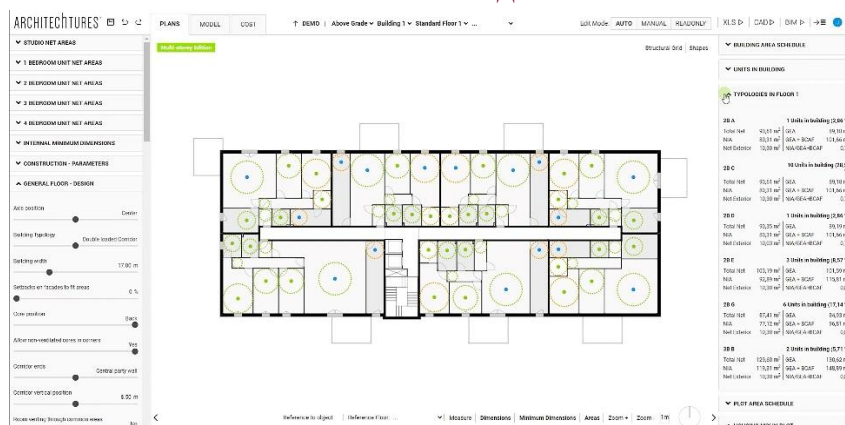


Рис. 1. Интерфейс платформы «Architectures»

Анализ планировочных решений

В целях анализа результатов функционирования платформы был проведён отбор ряда изображений, представляющих собой сгенерированные платформой «Architectures» планировочные решения квартир, представленные самим разработчиком ПО в качестве примеров работы платформы.

Необходимо подчеркнуть, что в процессе анализа не будут учитываться площади помещений и соответствие их нормативным, поскольку эти параметры задаются пользователем индивидуально, и из открытых источников невозможно определить исходные данные, использованные для каждой планировки.

Среди преимуществ первой анализируемой планировки (рис. 2) выделим логичное и последовательное расположение помещений внутри квартиры.



Рис. 2. Планировка торцевой трехкомнатной квартиры (разработано ИИ)

В целом, такая планировка вполне практична и удобна в использовании, за исключением некоторых моментов:

1. Небольшая прихожая и длинный узкий коридор, которые, ввиду своих габаритов, не позволяют оборудовать их системами хранения или разместить дополнительную мебель. Это делает данные помещения в квартире нефункциональными.

2. Мастер-санузел сталкивается с аналогичной проблемой. Его размеры (1,65 x 4,11 м) не соответствуют рекомендациям, согласно которым ширина и длина помещения должны соотноситься не более чем как 1 к 2. Кроме того, эти габариты не позволяют оборудовать санузел всеми необходимыми санитарными приборами и бытовой техникой в соответствии с требованиями эргономики.

Среди преимуществ второй рассматриваемой планировки (рис. 3) также можно выделить логичность расположения помещений в пространстве квартиры, чёткое разделение на тихую и активную зоны. Однако недостатки остаются прежними: небольшие размеры прихожей (цифра 1 на рисунке), нарушение пропорций помещений (2, 3), несоответствие требованиям эргономики при расстановке мебели и оборудования.



Рис. 3. Планировка торцевой четырехкомнатной квартиры (разработано ИИ)

Результаты

Выявлены следующие закономерности:

- ИИ хорошо распределяет функциональные зоны квартиры, учитывает отделение тихой и активной зоны, последовательности прохода в каждое из помещений в зависимости от его назначения.
- Есть проблемы с размерами помещений. Искусственный интеллект не учитывает расположение оборудования. Например, на рис. 3 кухня имеет ширину 1,81 м., следовательно, после установки кухонных тумб проход в чистоте останется 1,21 м.
- Небольшие размеры окон, а также на наличие лишних или нелогичных перегородок.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что подобный инструмент может быть полезен для решения нетиповых задач. Например, решение планировок в секциях неправильной формы. Искусственный интеллект поможет быстро расставить функциональные «пятна», но, несмотря на это, будут необходимы корректировки.

В то же время, при решении более простых задач, для которых уже существуют стандартные методы, подобная платформа не сможет значительно ускорить процесс проектирования. Это связано с тем, что временные затраты на контроль за проектными решениями и их последующее исправление могут превысить потенциальную экономию ресурсов.

Список литературы

1. Салех М.С. Внедрение цифровых методов на различных этапах архитектурного проектирования // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2021. – № 1 (54). – С. 268–278.
2. Власова Е.Л., Власова М.Л., Боровикова Н.В., Карелин Д.В. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2023. – № 4 (65). – С. 311–324.

УДК 351.853.1

Историко-культурное наследие как часть туристического бренда Республики Хакасии

Е.Ю. Громова, П.И. Косарева

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Е.Е. Ибе
Хакасский технический институт – филиал СФУ,
Россия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, 655017
E-mail: eva.gromova.03@bk.ru

Historical and cultural heritage as part of the tourism brand of the Republic of Khakassia

E.Y. Gromova, P.I. Kosareva,

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., PhD. E.E. Ibe
Khakass Technical Institute – Branch SFU, Russia, Abakan, Shchetinkina str., 27, 655017
E-mail: eva.gromova.03@bk.ru

Abstract. *The historical and cultural potential of the Republic of Khakassia is considered. The history of the city of Abakan has been studied, the first buildings have been identified, some of which are included in cultural heritage sites. Based on the analysis of the buildings, tourist routes were created to explore the historically important buildings of the city.*

Key words: *cultural heritage sites, tourism, St. Nicholas Cathedral, school, 1908, House of Specialists, Khakasles building, Abakan Hotel.*

Введение

Застройка – это не просто процесс возведения зданий и сооружений; это часть культурного наследия, связующая нить между поколениями. Застройка – это отражение времени: от величественных соборов средневековья до современных небоскребов, от уютных исторических улиц до технологичных жилых комплексов. Первые здания часто отражают архитектурные стили и строительные техники своего времени, а также социальные и экономические условия. Сохранение таких объектов помогает сохранить уникальность культурного наследия города. Исторические здания могут служить учебными площадками для местных жителей и туристов. Экскурсии, выставки и образовательные программы помогают людям лучше понять историю их города.

Республика Хакасия обладает колоссальным, до сих пор не полностью изученным, потенциалом в сфере развития историко-культурного наследия. Её территория представляет собой уникальный археологический ландшафт, буквально усеянный памятниками разных эпох. Ученые зафиксировали наличие не менее 30 тысяч курганов, многие из которых представляют собой выдающиеся образцы погребальной архитектуры и ритуальной практики, имеющие не только региональное, но и глобальное значение для мировой истории. Помимо курганов, на территории Хакасии обнаружены многочисленные городища, петроглифы (наскальные изображения), остатки древних поселений и святилища, свидетельствующие о непрерывном заселении этой территории на протяжении тысячелетий.

Благодаря Государственной инспекции по охране объектов культурного наследия РФ в регионе сохраняются важные объекты нашей истории. Постоянно проводится работа по выявлению новых объектов культурного наследия. В качестве примеров рассмотрим несколько архитектурных объектов, которые на наш взгляд представляют интерес с точки зрения популяризации историко-культурного туризма.

1. Свято-Никольский собор – это старейший православный храм г.Абакана. Первое историческое здание было построено в 1864 г. Октябрьская революция и установление советской власти негативно повлияли на судьбу Свято-Никольского храма. В 1930-х годах храм был закрыт. Однако во время Великой Отечественной войны государство неофициально признало важность Церкви как духовной опоры народа, который

сражался с нацистами. В 1944 году в храме возобновились богослужения, что стало поддержкой для абаканцев, нуждающихся в этом. На протяжении следующих 36 лет Свято-Никольский собор оставался единственным местом духовного укрытия для верующих Абакана. В ходе частичной реконструкции в 1960-х годах под алтарем была найдена могила неизвестного священника, которую считают захоронением отца Николая, бесследно пропавшего в 1930-е годы. В настоящее время во дворе храма установлен мраморный памятник над безымянной могилой. В 1980-х годах храм был расширен, стены здания переложены в кирпиче с сохранением прежнего вида [1].

2. Школа, 1908 – начальная школа Министерства просвещения России. Ценный исторический памятник, связанный с жизнью революционера Георгия Итыгина и драматурга Александра Топанова. Построено в 1863 г. Перед началом Гражданской войны в школе обучались 79 мальчиков и 45 девочек. После революции, в 1924 году, здесь был открыт клуб. 4 ноября 1925 года в этой школе прошел I окружной съезд Советов под руководством Георгия Итыгина. В 1927 году на базе школы была создана первая радиовещательная станция, а также заработала первая в Хакасии ручная телефонная станция с десятью номерами. Через два года в здании открылся окружной музей. В 1933 г. К существующему первому этажу пристроили второй деревянный этаж, новое здание выделили для размещения Педагогического техникума. С 1938 по 1982 год здесь располагалась школа №2. В 1991 году здание было передано «Хакместпрому», который организовал в нем «Сувенирный цех». В 1999 году здание было продано частному лицу. Теперь это здание является объектом культурного наследия и местным памятником [2].

3. Здание, в котором с января по ноябрь 1924 г. размещался первый уездный революционный комитет Хакасии, руководимый большевиком Итыгиным Георгием Игнатьевичем – объект культурного наследия регионального уровня, было возведено в начале XX века. Возможно, в 1930-е годы здесь располагалось НКВД. Структура представляла собой одноэтажный бревенчатый дом в форме креста, вытянутый в прямоугольник и выполненный в обло (с выступающими концами брёвен). В 1999 году было проведено обновление, и для облицовки использовался силикатный кирпич. При проверке технического состояния сотрудники Госохранинспекции обнаружили, что бревенчатые стены здания сохранились, но скрыты под современными отделочными материалами. В настоящее время в этом здании располагается Хакаское республиканское отделение Всероссийского добровольного пожарного общества.

4. Здание управления треста «Хакаслеса». Строительство здания началось в 1951 году, и в 1954 году оно было введено в эксплуатацию. В нем разместился только что открывшийся лесотехнический техникум. В 1959 году на его основе был создан Абаканский политехнический техникум, который образовался в результате слияния с Красноярским учетно-плановым техникумом, переведенным в Абакан в 1956 году. Этот техникум остался под ведомством Министерства лесной промышленности СССР. В 1993 году он получил статус Хакасского политехнического колледжа. Позже колледж переехал в другое здание по адресу ул. Пушкина, 30, а здание на Пушкина, 65 вернулось в распоряжение лесозаготовителей [3].

5. Дом специалистов. Строительство жилого дома с привлекательным архитектурным дизайном фасадов началось в 1940 году. Работы возобновились после войны, но процесс затянулся на длительный срок. Первая очередь была сдана в эксплуатацию только в 1951 году. Это стал первым в городе четырехэтажным жилым домом, оборудованным местным центральным отоплением, водопроводом и канализацией. Фасад главной секции на улице Октябрьской включает три эркера с оригинальными шатровыми завершениями.

6. Гостиница Абакан. 25 ноября 1955 года гостиница открыла свои двери для первых гостей. В ней было 96 мест в номерах, которые не имели современных удобств. Гостиница предоставляла горячую и холодную воду, парикмахерские услуги, ресторан, телефонную

связь с собственным коммутатором и швейную мастерскую. Все номера были оснащены умывальниками.

7. Здание, в котором в 1941-1945 гг. формировалась 309 Пирятинская Краснознаменная Ордена Кутузова II степени стрелковая дивизия. Во время Великой Отечественной войны, согласно приказа Сибирского военного округа № 0093 от 03.12.1941 г. в недавно построенном Хакасском областном Доме культуры формировалась 309-я стрелковая дивизия. Во время войны здесь же разместились учебный батальон, где обучали младший офицерский состав, и офицерская столовая. В период с 1950-х по 1980-е годы при Областном Доме культуры были созданы самодеятельные коллективы, которые и по сей день продолжают плодотворную творческую деятельность и пользуются известностью как в Хакасии, так и за её пределами. Самому старому строению Дворца культуры присуща неповторимая архитектурная концепция, и начиная с 2013 года оно находится под охраной государства как объект регионального культурного наследия [4].

Сохранение исторических зданий может привлечь туристов, что в свою очередь, способствует развитию местной экономики. Уникальные архитектурные объекты становятся визитными карточками городов. Поэтому мы предлагаем создать в нашем городе пешие туристические маршруты, один на окраине города, а другой в самом центре. Первый маршрут включает в себя три рядом расположенных объекта. Начальная точка ВДПО, далее двигаясь вдоль реки можно увидеть самую первую школу – СОШ 2, завершаем данный маршрут Свято – Никольским собором, расположенным совсем рядом – ул. Мостовая. Во второй маршрут объединить 4 объекта. Отправной точкой будет здание управление треста «Хакаслес» по адресу – ул. Пушкина, 65, далее необходимо двигаться по улице Маршала Жукова до пересечения с проспектом Ленина, по которому, вдоль аллеи, можно будет дойти до двух рядом находящихся объектов – Гостиницы Абакан и Дома Специалистов, после, пройдя буквально 300 м., можно оказаться у входа в Национальный центр народного творчества имени С. П. Кадышева, который и будет завершающей точкой данного маршрута.

Также хотим предложить идею, способную объединить технологии и нашу богатую историю. Каждый уголок нашего города хранит уникальные истории и секреты. В настоящее время есть возможность сделать эти истории доступными для всех, создав стелы с QR-кодами, которые будут вести к информации об исторически-важных объектах. QR-коды позволят местным жителям и туристам легко узнать о нашем наследии, что повысит интерес к изучению истории города. А также использование современного подхода привлечет молодежь и тех, кто привык к цифровым технологиям.

Список литературы

1. Свято-Никольский собор. Старейший православный храм Абакана // Исторический багаж: сайт. – 2025. – URL: <https://historical-baggage.ru/post/svyato-nikolskiy-sobor-stareyshiy-pravoslavnyy-hram-abakana-778?ysclid=m7uhx8manp84457519>
2. Первая школа в Хакасии стала памятником культуры – ей уже 158 лет // Дзен: Новая Хакасия: сайт. – 2021. – URL: <https://dzen.ru/a/YXfvLKuScxxISQML>
3. Управление треста «Хакаслес» // QRAbakn.ru: сайт. – URL: <https://qrabakan.ru/hakasles>
4. Государственное автономное учреждение культуры Республики Хакасия «Национальный центр народного творчества имени С.П. Кадышева» // Историческая справка: сайт. – 2024. – URL: <https://centr-kadisheva.ru/deyatelnost-centra/istoriya/?ysclid=m7ul07lkpi113334702>

УДК: 728.2.05

Опыт создания жилых комплексов с учетом потребностей маломобильных групп населения и людей с ограниченными возможностями в условиях Новосибирской области
М.С. Фролов

Научный руководитель: доцент, Л.Ф. Федорова

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова
Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 38, 630099E-mail: st23.mi.frolov@nsuada.ru

Experience of creating residential complexes taking into account the needs of low-mobility groups of the population and people with disabilities in the Novosibirsk region

M.S. Frolov

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. F.L. Fedorova

Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,
Krasny Prospekt, str., 38, 630099E-mail: st23.mi.frolov@nsuada.ru

Abstract. *The article analyzes the experience of developing residential complexes for people with limited mobility in the Novosibirsk region. It examines architectural concepts, practical solutions, their advantages, and limitations. Both technical and socio-cultural factors influencing project success are considered. Only completed projects are studied. The goal is to identify optimal design and construction practices that ensure an accessible environment and a comfortable living space for people with limited mobility.*

Keywords: *people with limited mobility, persons with disabilities, environmental accessibility, barrier-free environment, adaptability.*

Введение

Социальная и технологическая динамика современного мира непрерывно меняет парадигму архитектурного проектирования. Одним из ключевых аспектов актуальности данной темы является изменение демографического ландшафта, сопровождаемое увеличением числа граждан с ограниченными физическими возможностями. С учетом старения населения и увеличением числа людей с ограниченными возможностями, необходимость адаптации городской среды для разнообразных потребностей становится неотъемлемой частью создания устойчивых и жизнеспособных городов.

Доступность городской среды – это не только вопрос комфорта, но и устойчивого развития. Учитывая демографические изменения и увеличение числа людей с ограниченными возможностями, создание безбарьерной и в комфортной городской среды становится одной из важнейших задач.

«Главное управление государственной экспертизы» определяет доступную среду как «среду, в которой обеспечивается беспрепятственный вход, выход, пребывание, передвижение, передвижение людей с двигательными, сенсорными или интеллектуальными нарушениями» [1].

Одним из ключевых аспектов среды, который влияет на ее доступность, является ее адаптивность, которая проявляется на всех этапах формирования и развития пространственной структуры среды и, в отличие от других характеристик (например, регулирующих, реставрационных, аккумулирующих), обусловлена реакцией на воздействие внешних факторов. Суть адаптивности среды можно выразить следующим образом: это способность среды поддерживать устойчивое равновесие своей пространственной структуры путем адаптации к формальным и содержательным изменениям, вызванным воздействием дизайнерских и научных факторов. [2].

Методы и инструменты

В работе представлен анализ теоретической базы и практических решений архитектуры жилых комплексов с учетом опыта реализации в Новосибирской области (город Новосибирск). В процессе сбора и изучения материалов по теме публикации были применены такие методы, как: дедукция, теоретический анализ и синтез, а также метод аналогии.

Критерии оценки

Система оценки жилого здания или архитектурного комплекса, адаптированного для маломобильных групп населения и людей с ограниченными возможностями, может включать большое количество критериев, учитывающих потребности выбранных групп населения и обеспечивающие комфортное проживание. Можно определить следующие критерии: Инфраструктура, барьерная доступность, безопасность, социальная интеграция, психологический комфорт, а также адаптационный ресурс пространств. Инфраструктура: близость общественного транспорта и инфраструктуры (магазины, медицинские учреждения, аптеки), доступных для людей с ограниченными возможностями. Наличие специальных парковочных мест и их удобное расположение. Барьерная доступность: наличие пандусов, лифтов, широких дверных проемов и коридоров для доступа к зданию и внутренним помещениям. Отсутствие ступеней или наличие их замены специальными пандусами. Безопасность: наличие аварийных выходов и систем оповещения в случае чрезвычайных ситуаций. Простая система эвакуации, обеспечивающая безопасное перемещение для всех жильцов, включая маломобильных граждан и людей с ограниченными возможностями. Социальная интеграция: Организация общественных пространств (дворов, скверов, клубов), способствующих взаимодействию между жильцами, в том числе и маломобильными группами населения. Психологический комфорт: проектирование интерьера и экстерьера, способствующее созданию приятной атмосферы и чувства безопасности для всех жильцов. Учет эмоциональных потребностей и удобств, таких как освещение, цветовые схемы и зонирование пространства. Адаптационный ресурс пространств: Возможность перепланировки квартир для более комфортного проживания, возможность установки подъемников на лестницы, поручней в лифты и т.д. Возможность адаптации придомовой территории.

Результаты

В результате анализа жилых комплексов с учетом потребностей маломобильных групп населения и людей с ограниченными возможностями, прослеживается тенденция к проектированию входных групп в одной плоскости с улицей, что позволяет добиться безбарьерной связи дворовых пространств и внутридомовых коммуникаций. Также в большинстве случаев ширина коридоров и дверных проемов является оптимальной т.к. устанавливается нормативами [3]. Однако в некоторых случаях возникновения барьеров в виде перепадов высот(ступеней), применяемые пандусы неудобны, вследствие больших углов наклона. Кроме того, анализ показывает, что при размещении объекта не всегда получается учесть близость общественного транспорта и организаций системы здравоохранения, в результате чего они становятся труднодоступными, также прослеживается недостаток или неудобное расположение парковочных мест для людей с ограниченными возможностями. Критически важным аспектом проектов жилых здания является наличие систем оповещения в случае чрезвычайных ситуаций, аварийных выходов, простых схем эвакуации и зон безопасности, перегородок между лестничными клетками, коридорами и лифтовыми холлами, обеспечивая безопасное перемещение для всех жильцов, включая маломобильных граждан и людей с ограниченными возможностями. Отсутствие зон безопасности, перегородок между лестничными клетками, коридорами и лифтовыми холлами представляет собой наибольшую опасность для жильцов.

Заключение

На основании проведенного исследования жилых комплексов, можно сделать вывод, что новые жилые здания зачастую имеют достаточный адаптационный ресурс, как во внутреннем и внешнем уровне, так и в связующем; это связано с возможностью перепланировки квартир, адаптации придомовой территории, установки подъемников на лестницы и поручней в лифты. Зачастую экстерьер и интерьеры современных зданий, зонирование пространств, цветовые схемы и освещение способствуют созданию приятной атмосферы и чувства безопасности для всех жильцов.

Существует множество средств и методов адаптации зданий и пространств, как общественных, так и жилых. Правильно применяемые в соответствующих условиях они способствуют формированию удобной городской среды и устойчивых и жизнеспособных городов.

Список литературы

1. Зарубин А.С., Чистяков Г.В., Абаевич А.Д. Создание доступной среды для маломобильных групп населения: проблемы и пути решения [Электронный ресурс] // Главгосэкспертиза России : [сайт]. – URL: <https://gge.ru/press-center/news/sozdanie-dostupnoy-sredy-dlya-malomobilnykh-grupp-naseleniya-problemy-i-puti-resheniya/> (дата обращения: 14.03.2024).
2. Мкртчян С. В. Адаптивность как системное свойство среды проживания // Вестник ОГУ. – 2014. – № 5 (166). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnost-kak-sistemnoe-svoystvo-sredy-prozhivaniya-1/> (дата обращения: 14.02.2024).
3. СП 59.13330.2020. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения: Пересмотр СП 59.13330.2016 "СНиП 35-01-2001 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения": утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. N 904/пр: введен в действие с 1 июля 2021 г.

УДК 004.89

Инновационность и «умные дома»

А.В. Чекалина

Научный руководитель: д.т.н. И.Д. Веревкина

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: chekalina2003@list.ru

Innovation and smart homes

A.V. Chekalina

Scientific Supervisor: Dr. I.D. Verevkin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: chekalina2003@list.ru

Abstract. *The article is devoted to the study of the role of innovations and technologies in the development of architecture of modern residential spaces, the so-called "smart homes". The paper examines the key aspects of implementing innovative solutions in the design and construction of housing, as well as analyzes the advantages and challenges that arise when creating smart buildings. Special attention is paid to energy efficiency, automation of life support systems management, safety and comfort of living. The prospects for further development of this field and possible directions for integrating new technologies into architectural practice are also discussed.*

Key words: «Smart Home», modern technologies, architecture.

Введение

Современные технологии стремительно проникают во все сферы жизни, и архитектура не является исключением. Сегодня мы становимся свидетелями того, как традиционные представления о жилье трансформируются под влиянием инноваций. Одним из ярких примеров таких изменений являются «умные» дома – жилые пространства, оснащённые передовыми технологиями для повышения уровня комфорта, безопасности и эффективности использования ресурсов.

Целью данного исследования является изучение влияния инноваций на развитие архитектуры «умных» домов, анализ их преимуществ и вызовов, а также рассмотрение перспектив дальнейшего развития этой области. Мы рассмотрим, каким образом современные технологии изменяют подходы к проектированию и строительству жилья, какие возможности они открывают для улучшения качества жизни людей, и какие препятствия могут возникнуть на пути реализации этих идей.

История развития «Умного дома»

Эволюция технологий автоматизации в жилых помещениях началась с простейших механических устройств, таких как таймеры и термостаты, появившихся в 1950-х годах. В 1960-х годах компании, подобные Honeywell, представили первые интегрированные системы управления домом, позволяя централизованно регулировать освещение, отопление и охрану. В 1970–80-х годах развитие компьютерных технологий и появление цифровых протоколов передачи данных, таких как X10, дало толчок к созданию более сложных и многофункциональных систем.

Одним из ранних примеров внедрения «умных» систем в архитектуре стал проект «House of the Future» в Диснейленде, представленный в 1957 году. Этот дом демонстрировал футуристический подход к использованию технологий в повседневной жизни, включая автоматизированные бытовые приборы и системы управления. В 1980-х годах начали

появляться прототипы «интеллектуальных» зданий, оснащённых датчиками и системами управления, которые могли реагировать на изменение условий внутри и снаружи дома.

Технологии автоматизации и влияние «Умного дома» на архитектуру

«Умный дом» включает в себя практическое тестирование и внедрение различных технологий автоматизации и контроля в жилом пространстве. Основной целью этого этапа является проверка работоспособности и эффективности предложенных решений, а также выявление возможных проблем и недостатков, требующих доработки. Процесс начинается с выбора необходимого оборудования и программного обеспечения, включая набор датчиков, исполнительных механизмов и контроллеров, а также подбор подходящего ПО для управления системой. Далее следует установка и настройка оборудования, монтаж датчиков температуры, влажности, движения, освещения и других сенсоров, установка исполнительных механизмов, таких как умные розетки, лампы, шторы, и настройка контроллера для подключения всех компонентов к единой системе управления. Затем программируется логика работы системы, создаются сценарии автоматического управления различными функциями дома, такими как освещение, отопление, вентиляция, и программирование реакции системы на внешние условия и действия пользователей. После этого проводится тестирование и отладка, проверяется работоспособность всех установленных компонентов и корректность выполнения заданных сценариев, устраняются выявленные ошибки. Следующий этап – мониторинг и сбор данных, наблюдение за работой системы в реальных условиях эксплуатации и сбор статистической информации о потреблении энергии, использовании различных функций и т. д. Завершающим этапом является анализ результатов и внесение улучшений, оценка эффективности работы системы, выявление слабых мест и разработка предложений по улучшению, внесение необходимых изменений в программное обеспечение и оборудование. Важным аспектом является получение обратной связи от пользователей и оценка удобства использования системы и её соответствия ожиданиям. Результаты эксперимента документируются, составляется отчет о проведенных испытаниях, описываются достигнутые результаты и рекомендации для дальнейших разработок [1].

Проблемы и вызовы «Умного дома»

Среди основных проблем и вызовов, связанных с внедрением «умных домов», выделяются высокая стоимость установки и обслуживания, вопросы кибербезопасности и необходимость обучения и поддержки пользователей. Высокая цена оборудования и услуг по установке «умных» систем часто становится барьером для массового внедрения таких технологий, особенно среди среднего класса. Кроме того, существует угроза кибератак, поскольку «умные дома» связаны с множеством сетевых устройств, уязвимых для взлома. Для предотвращения утечек данных и несанкционированного доступа требуется надежная защита, что усложняет процесс настройки и эксплуатации. Пользователям необходимо освоить новые навыки для эффективного использования всех возможностей, что требует времени и усилий, а также качественной технической поддержки со стороны производителей и поставщиков услуг [2].

Примеры успешных проектов

В России примерами достижений в области «умных домов» служат жилой комплекс «Символ» в Москве, оснащенный современными системами управления освещением, отоплением и безопасностью, позволяющий жителям управлять квартирой через мобильное приложение и оптимизировать энергопотребление. Также стоит отметить первый в России «умный» многоквартирный дом на улице Академика Королева в Москве, оборудованный системами автоматического управления освещением, лифтами и пожарной безопасностью с возможностью управления через мобильное приложение. Проект «Умный город Казань» включает внедрение технологий в городскую инфраструктуру, улучшая качество жизни горожан и повышая энергоэффективность городских объектов [3].

Перспективы развития «Умного дома»

Перспективы развития «умного дома» выглядят весьма многообещающими. Одной из ключевых тенденций является дальнейшее развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, что позволит создавать более адаптивные и самообучающиеся системы. Такие системы смогут предугадывать потребности пользователей и оптимизировать работу всех элементов дома, делая проживание максимально комфортным и безопасным. Еще одной важной тенденцией станет интеграция «умных» домов с внешними сервисами и инфраструктурой, такими как «умные» города и транспортные сети. Это откроет новые возможности для взаимодействия между различными элементами городской среды и повысит качество жизни граждан [4].

Также ожидается увеличение внимания к вопросам устойчивости и энергоэффективности. Разработка новых материалов и технологий позволит создавать «умные» дома, которые будут не только удобными, но и экологически ответственными. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы, станет стандартом для многих новых построек. Это поможет снизить зависимость от традиционных источников энергии и уменьшит негативное воздействие на окружающую среду.

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что «умные дома» представляют собой значительный шаг вперед в области архитектуры и технологий, способствуя повышению комфорта, безопасности и энергоэффективности. Внедрение автоматизированных систем управления позволяет оптимизировать использование ресурсов, снижать эксплуатационные расходы и улучшать качество жизни. Тем не менее, остаются вызовы, связанные с высокой стоимостью внедрения, вопросами кибербезопасности и необходимостью обучения пользователей.

Для успешной реализации потенциала «умных» домов рекомендуется сосредоточиться на нескольких направлениях. Во-первых, необходимо продолжать разработку более доступных и универсальных решений, чтобы сделать технологии автоматизации доступными для широкой аудитории. Во-вторых, важно уделять особое внимание вопросам кибербезопасности, создавая надежные системы защиты данных и предотвращая угрозы взлома. В-третьих, следует развивать образовательные программы и техническую поддержку для пользователей, помогая им эффективно осваивать и использовать все возможности «умных» домов [5].

Кроме того, стоит обратить внимание на интеграцию «умных домов» с внешними инфраструктурами, такими как «умные города» и транспортные сети, что позволит достичь синергетического эффекта и повысить общий уровень комфорта и безопасности. В заключение, «умные» дома имеют огромный потенциал для преобразования нашего образа жизни, и дальнейшие усилия в этой области принесут значительные выгоды как отдельным пользователям, так и обществу в целом.

Список литературы

1. Сидоренко А.В., Иванов Н.А. Разработка и внедрение «умных» систем управления жилыми помещениями // Журнал Энергетика и строительство. – 2021. – № 12. – С. 35–50.
2. Соловьев Н.П. Умные технологии в жилищном строительстве: Текущие тенденции. – Казань: КГАСУ, 2023. – 190 с.
3. Вебинар «Будущее «умных» домов: Тренды и перспективы» на платформе YouTube: <https://youtu.be/zXpQZgNhRqw>.
4. Официальный сайт компании «Honeywell». – URL: <https://www.honeywell.com/>.
5. Зайцева Л.М., Сергеев Ю.П. Энергоэффективность и «умные» дома: Опыт зарубежных стран // Экология и энергетика. – 2019. – № 11. – С. 91–106.

Влияние стеклобоя на свойства бетонаН.Е. Александров, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.Б. Стешенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com**The influence of broken glass on the properties of concrete**N.E. Aleksandrov, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. A.B. Steshenko

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *This article presents the results of a study of the effect of cullet on the physical and mechanical properties of concrete. The possibility of partially replacing crushed stone with cullet in the composition of heavy concrete of grade B20 to obtain architectural concrete in the terrazzo style is analyzed. The results of testing samples for compressive strength, frost resistance and water resistance are given. The use of cullet as a filler demonstrates the potential for creating aesthetically attractive products while maintaining the necessary performance characteristics, which helps to solve the problem of recycling glass waste.*

Key words: *broken glass, glass concrete, architectural concrete, secondary raw materials, waste recycling, physical and mechanical properties.*

Введение

Проблема утилизации отходов стекла становится все более актуальной в современном мире. Стекло практически не разлагается под воздействием природных процессов, а также большинства щелочей, кислот и солей, что делает его одним из наиболее проблемных материалов с точки зрения экологии. Ежегодно в России образуется около 4 миллионов тонн отходов стекла, из которых собирается и перерабатывается только около 1,1 миллиона тонн, что составляет примерно 23 % от общего объема [1]. Для сравнения, в странах Европы, таких как Швейцария и Германия, уровень переработки стекла достигает 90 %.

Одним из перспективных направлений утилизации стеклобоя является его применение в строительной отрасли, в частности, в производстве бетонных смесей. Стеклобетон представляет собой современный композитный материал, сочетающий в себе бетон и стекловолокно либо бой стекла. Этот материал начал использоваться в мировой строительной практике с 1969 года и востребован для производства различных архитектурных и декоративных элементов.

Архитектурный бетон (арт-бетон) – это материал, сочетающий в себе прочность обычного бетона и высокие эстетические свойства. Физико-механические свойства архитектурного бетона близки к обычному строительному бетону, их характеристики определяются составом и предназначением материала.

Стеклобетон как разновидность архитектурного бетона обладает рядом преимуществ. Включение стекла в бетонную массу позволяет существенно улучшить эксплуатационные характеристики, в том числе прочность на растяжение и изгиб, что дает возможность отказаться от тяжелых конструкций. Такое армирование расширяет возможности использования бетона в неблагоприятных условиях.

Стеклянные вкрапления в бетоне могут иметь различные размеры (от мелкой пыли до крупных фрагментов) и цвета, что открывает широкие возможности для дизайна. Стеклобетон

активно применяется для производства отделочных панелей, решёток, ограждений, стен, перегородок, декоративных элементов, шумозащитных барьеров и других изделий.

Целью данного исследования является разработка научно-обоснованных составов тяжелого бетона с применением стеклобоя для получения архитектурного бетона в стиле терраццо (стеклобетон).

Экспериментальная часть

Для проведения исследований были использованы следующие сырьевые материалы:

- портландцемент Топкинского цементного завода ЦЕМ I 42,5Н;
- песок кварцевый Кудровского месторождения Томской области, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736 2014 с модулем крупности 2,2;
- щебень из гравия фр. 5–20 мм ОАО «Томская судоходная компания» (ГОСТ 8267-93);
- стеклобой различных фракций;
- вода водопроводная (ГОСТ 23732-2011).

Для проведения исследования был выбран класс по прочности на сжатие бетона В20 с подвижностью ПЗ 10–15 см. Данный выбор обусловлен широким распространением этого класса бетона в различных областях строительства, благоустройства территорий и производства уличной мебели. Состав тяжелого бетона был спроектирован по методики абсолютных объемов. Разработанный состав представлен в табл. 1.

Таблица 1

Состав тяжелого бетона класса по прочности на сжатие В20 на 1 м³

Материал	Расход, кг
Портландцемент	350
Песок	600
Щебень	1250
Вода	200

В экспериментальном составе бетона была произведена частичная замена щебня из гравия стеклобоем в соотношении 50 % стекла и 50 % щебня по объему. Подготовка стеклобоя осуществлялась путем ручного измельчения стекла в лабораторных условиях. Свежеприготовленная бетонная смесь укладывалась в металлические формы размером 10х10х10 см. предварительно смазанные разделительной смазкой. Затем образцы разопалубливались и хранились во влажных условиях до испытания в возрасте 7 и 28 суток. Перед формованием образцов определялись подвижность и плотность бетонной смеси. Физико-механические свойства бетона определялись в соответствии с требованиями следующих национальных стандартов:

- прочности на сжатие при возрасте 7 и 28 суток согласно ГОСТ 10180-2012;
- средняя плотность ГОСТ 12730,1-2020;
- морозостойкость ГОСТ 10060-2012;
- водонепроницаемость экспресс-методом согласно ГОСТ 12730.5-2018.

Результаты

Физико-механические параметры тяжелого бетона с заменой щебня из гравия 5–20 мм на стеклобой по объему представлены в табл. 2.

Согласно данным, представленным в табл. 2 образцы стеклобетона достигают требуемого класса прочности на сжатие В20. Образцы стеклобетона выдержали испытания на морозостойкость.

По окончании 45 циклов замораживания и оттаивания в 5 %-ном водном растворе хлорида натрия установлено, что потеря массы образцов не превысила 2 % и отсутствует снижение прочности на сжатие.

Физико-механические свойства бетона с применением стеклобоя

Свойства	Фактические значения
Средняя плотность, кг/м ³	2365
Прочность на сжатие, МПа в возрасте 7 суток	23,1
Прочность на сжатие, МПа в возрасте 28 суток	37,4
Марка по морозостойкости	F200
Марка по водонепроницаемости	W6

Также была установлена марка по водонепроницаемости образцов стеклобетона, она составила – W6.

Заключение

По результатам исследования установлено, что частичная замена щебня из гравия 5–20 мм стеклобоя (в соотношении 50:50 по объему) в составе тяжелого бетона класса В20 позволяет получить архитектурный бетон в стиле терраццо с требуемыми физико-механическими характеристиками.

Таким образом, использование стеклобоя в качестве частичной замены щебня в бетоне является перспективным направлением, позволяющим не только утилизировать отходы стекла, но и получать материал с улучшенными эстетическими свойствами при сохранении необходимых эксплуатационных характеристик.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение микроструктурного взаимодействия стекла с цементной матрицей, влияющего на прочностные и деформационные характеристики материала, а также на оптимизацию соотношения стеклобоя и щебня для достижения наилучших показателей прочности и эстетических свойств.

Список литературы

1. Фибих И.В., Попова Е.В., Стешенко А.Б. Применение промышленных побочных продуктов (отходов) в технологиях изготовления бетона // Перспективы развития фундаментальных наук. Сборник научных трудов XXI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 7 томах. – Томск, 2024. – С. 72–74.

УДК 666.3

**Керамические композиты на основе фаз системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ синтезированные
в среде термической плазмы**

Р.Ю. Бакшанский, Д.С. Дятчина, Е.А. Анисимова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.В. Шеховцов

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: rbakshanskiy@mail.ru

**Ceramic composites based on phases of the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ system synthesized
in thermal plasma environment**

R.Yu. Bakshansky, D.S. Dyatchina, E.A. Anisimova

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. V.V. Shekhovtsov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: rbakshanskiy@mail.ru

Abstract. *The work is devoted to the study of ceramic composites based on the phases of the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ system synthesized in thermal plasma environment. The aim of the study is to study the influence of synthesis conditions on the microstructure, phase composition, physical and mechanical properties of the resulting materials. The description of the synthesis process includes the selection of optimal plasma treatment parameters, which allows obtaining materials with improved mechanical and thermal properties. Experimental data were obtained using X-ray diffraction and scanning electron microscopy. The results show that the use of thermal plasma allows obtaining materials with developed structure, which opens up prospects for their application in various fields of technology, including high-temperature and wear-resistant coatings.*

Key words: *thermal plasma, ceramic composites, sintering, microstructure*

Введение

Синтез керамических композитов на основе системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ представляет значительный интерес для современной промышленности благодаря уникальным свойствам этих материалов. Комбинирование компонентов $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ позволяет создавать композиты с улучшенными характеристиками, что делает их востребованными в таких областях, как авиация, энергетика, медицина и машиностроение [1–4]. Одним из ключевых методов синтеза керамических композитов является использование энергии термической активации [5]. Этот подход позволяет контролировать процессы фазообразования, структурообразования и спекания материалов, что в конечном итоге определяет их эксплуатационные свойства. Термическая обработка, включающая нагрев до температур в диапазоне 1400–1600 °С, способствует формированию устойчивых фаз, что обеспечивает повышение прочности и термостойкость композитов. Актуальность исследований в данной области обусловлена необходимостью разработки новых материалов с улучшенными механическими и термическими характеристиками, способных работать в экстремальных условиях. В данной работе рассматриваются особенности синтеза керамических композитов системы $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ с использованием энергии термической активации, а также анализируются их структурные и функциональные свойства.

Целью данной работы является провести оценку возможности синтеза керамических композитов на основе фаз системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ в среде термической плазмы. Оценить их морфологию и текстурные характеристики.

Экспериментальная часть

В работе использовались химические реактивы: Al_2O_3 – ГОСТ 8136-85; ZrO_2 – ГОСТ 21907-76. В табл. 1 представлены характеристики используемых материалов. На рис. 1 представлены результаты рентгенофазового анализа. Экспериментальные дифрактограммы совпадают с теоретическими и характеризуют наличие кристаллических фаз ZrO_2 и Al_2O_3 .

Таблица 1

Характеристики материалов для синтеза керамики $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$

Оксид	Плотность, г/см ³	Удельная поверхность, см ² /г	Средний размер частиц, мкм	Температура плавления, К
Al_2O_3	3,99	2378	6,4	2044 °С
ZrO_2	5,68	4964	2,1	2715 °С

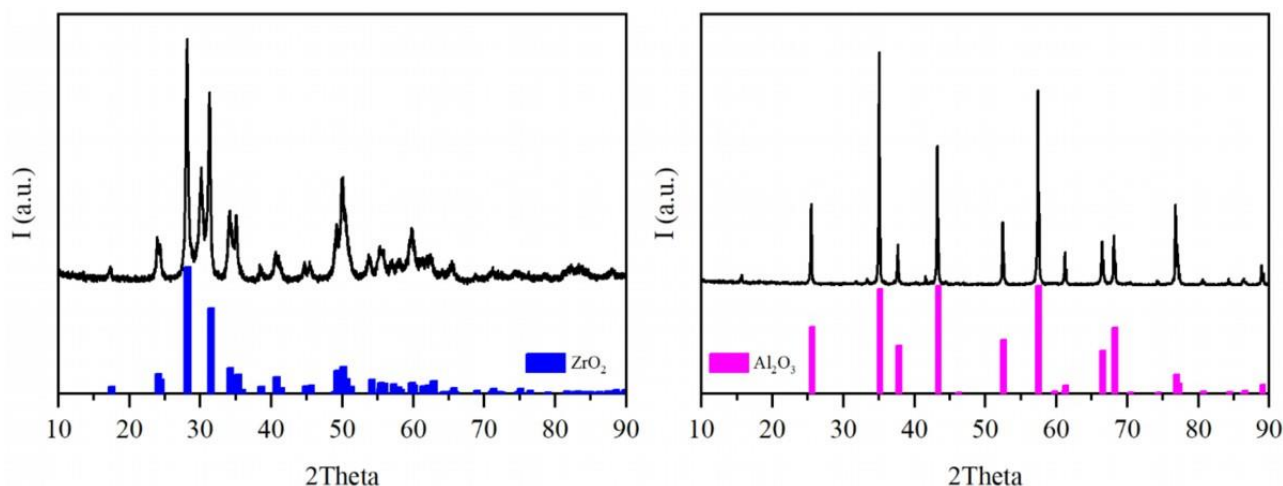


Рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы исходных материалов

На основе выбранных материалов подготавливалась шихта с компонентным составом $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ – 80/20, 70/30, 60/40 мас. %. Смешивание компонентов осуществлялось в шаровой планетарной мельнице, в качестве перемешивающих тел использовались шары ZrO_2 . Из полученных шихт приготавливались таблетки массой 2,5 г на связки поливинилового спирта. Полученные таблетки высушивались при температуре 110 °С. Плавление материала проводилось на электроплазменном стенде, разработанном на кафедре «Прикладная механика и материаловедение» ТГАСУ [6, 7].

Результаты

Результаты рентгенофазового анализа синтезированных продуктов для композитов $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ с различными соотношениями компонентов: 60/40, 70/30 и 80/20 позволили установить, что по мере увеличения содержания Al_2O_3 (с 60 % до 80 %) наблюдается увеличение интенсивности пиков Al_2O_3 и уменьшение интенсивности пиков ZrO_2 . Это указывает на рост доли фазы Al_2O_3 в композите. Стоит отметить, что положения пиков остаются стабильными, что свидетельствует об отсутствии значительных изменений в кристаллической структуре фаз при воздействии термической плазмы.

На рис. 2 представлен электронный снимок BSD, а также данные энергодисперсионного анализа по всей визируемой области для керамического композита на основе $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 70/30 мас. %. Композит имеет сложную структуру поверхности с различными зернистыми и пластинчатыми образованиями. Некоторые образования имеют вид дендритных или ветвящихся структур, характерных для кристаллических материалов. Общий состав композита характеризуется O = 29,91, Al = 35,38, Zr = 34,71 мас. %. В целом, структура и состав указывают на сложный характер материала с вероятным бинарным составом присущим эвтектическим колониобразным структурам образующихся из расплава системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$.

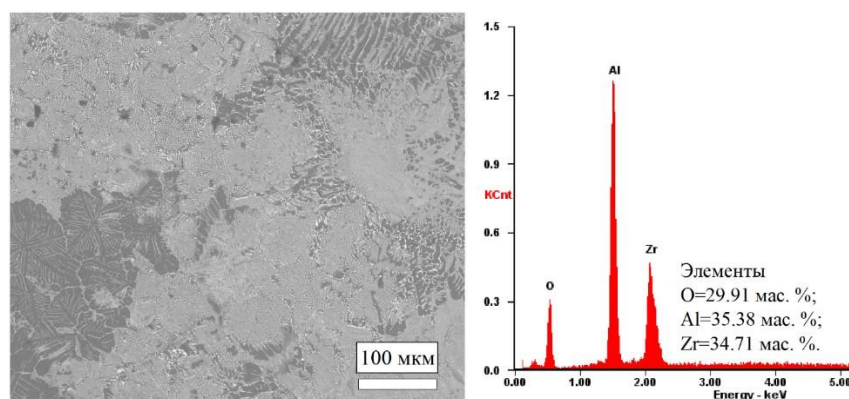


Рис. 2. Электронный снимок поверхности для керамического композита на основе $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 70/30 мас. %

Заключение

В результате проведенных исследований были изучены особенности синтеза керамических композитов на основе системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ с использованием энергии термической активации. Был проанализирован фазовый состав, морфологические и текстурные характеристики. Экспериментальные исследования подтвердили возможность создания композитов с заданным соотношением компонентов, обеспечивающих улучшение механических и термических свойств материалов. Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения данной системы для применения в различных отраслях промышленности, требующих материалов с высокими эксплуатационными характеристиками.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2023-0003).

Список литературы

1. Zygmuntowicz J., Żurowski R., Tomaszewska J., Wachowski M., Torzewski J., Piotrkiewicz P., Gloc M., Konopka K. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ Materials as an Environmentally Friendly Solution for Linear Infrastructure Applications // *Materials*. – 2023. – Vol. 16, Issue 5. – P. 1234–1245.
2. Padture N.P., Gell M., Jordan E.H. Thermal Barrier Coatings for Gas-Turbine Engine Applications // *Science*. – 2002. – Vol. 296, Issue 5566. – P. 280–284. – DOI: 10.1126/science.1068609.
3. Piconi C., Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial // *Biomaterials*. – 1999. – Vol. 20, Issue 1. – P. 1–25. – DOI: 10.1016/S0142-9612(98)00010-6.
4. Liang B., Zhang G., Liao H., Coddet C., Ding C. Friction and wear behavior of $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ composite coatings deposited by air plasma spraying: Correlation with physical and mechanical properties // *Surface and Coatings Technology*. – 2006. – Vol. 201, Issue 6. – P. 3101–3107.
5. Boulos M.I. Thermal Plasma Processing // *IEEE Transactions on Plasma Science*. – 1997. – Vol. 25, Issue 6. – P. 1178–1186. – DOI: 10.1109/27.650898.
6. Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б. Синтез алюмомагнезиевой керамики MgAl_2O_4 в среде термической плазмы / В. В. Шеховцов, // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. – 2022. – Т. 24, № 3. – С. 138–146. – DOI 10.31675/1607-1859-2022-24-3-138-146.
7. Шеховцов В.В., Волокитин О.Г., Ушков В.А., Зорин Д.А. Получение стеклокерамики системы MgO-SiO_2 методом плазменной плавки // *Письма в Журнал технической физики*. – 2022. – Т. 48, № 24. – С. 15–18. – DOI 10.21883/PJTF.2022.24.54017.19278.

**Сокращение технологических и иных рисков реализации девелоперского проекта
на стадии инициации****И.А. Войлоков**Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, 190005E-mail: 89219445299@mail.ru**Reducing the technological and other risks of implementing a development project
at the initiation stage****I.A. Voilokov**Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Saint Petersburg,
2nd Krasnoarmeyskaya str., 4, 190005E-mail: 89219445299@mail.ru

Abstract. Today, when initiating development projects, stable and understandable financing and a clear understanding of the technological and construction risks that will have to be faced in assessing the project before and during its implementation are necessary. The current problems of risk management are considered and analyzed in the work.

Key words: development, construction area, risk management, initiation stage.

Введение

Реализация девелоперского проекта от стадии инициации до окончания, изобилует массой рисков, которые оказывают огромное влияние на конечный результат. Важно определить эти группы рисков, классифицировать их, понять степень влияния и своевременно купировать [1]. Решение этих задач и получение нужного результата является актуальной проблемой в современной строительной отрасли. Целью нашего исследования является анализ развития менеджмента риска в Российской Федерации.

Девелопмент – это не только получение прибыли

Основное назначение и предназначение любого бизнеса, в том числе девелопмента – это получение и извлечение прибыли. Тем не менее, на начальной стадии в период подготовки рендера и расчетов прибыльности проекта необходимо обратить особое внимание на конструктив и технологию строительства, которые могут стать причиной серьезных рисков реализации проекта. Понимание и купирование данных рисков даст возможность корректировки курса всего проекта и повышения его финансового результата.

Группы рисков и виды подходов к их оценке

Ученые разделяют риски на: политические, экономические, природные, финансовые, производственные, маркетинговые и правовые [2]. Однако, рисков, связанных со строительством, как целевой группы девелоперского проекта, в тематической литературе не описано. В данную группу должны попадать все риски, связанные с ошибками в изысканиях, при проектировании, выборе подрядчика на СМР и поставку строительных материалов и выборе технологии проведения работ. Возникает потребность в разработке алгоритмов и подходов в управлении рисками. Большинство девелоперов использует экспертный подход [3]. Также существуют другие широко известные виды: уклонение, передача, снижение, принятие, метод индикаторов и статистический метод. Руководителю важно выявлять и классифицировать такие риски на стадии инициации проекта, а также четко структурировать процесс работы с ними.

Система управления (менеджмента) качества (СМК) как один из основных инструментов прогноза и сокращения рисков

При реализации девелоперского проекта должны быть использованы традиционные инструменты контроля и проверки проектной документации и обоснованные конструктивные решения. Экспертиза проверяет соответствие уже принятых решений существующим нормам и правилам, а вот само решение — это напрямую внутреннее дело девелопера, это его затраты и обязанность к сокращению бюджета строительства без ухудшения качества реализации.

Поэтому выстраивание внутренней структуры компании занимающейся контролем и проверкой на всех этапах реализации проекта очень важно в девелоперском бизнесе. Именно создание многоступенчатой системы контроля качества работы и результата позволяет сократить риски как таковые. К сожалению, такие инструменты могут применять единичные компании в нашей стране. Декларируя использование СМК, на практике, чаще от них абстрагируются, осознанно идут на их нарушение для сиюминутного результата, чтобы отчитаться перед руководством. Но те предприятия, которые вопреки факторам влияния, используют систему поэтапной реализации проекта получают очень неплохие результаты своей работы.

Поэтому разработка СМК для каждой задачи в каждом конкретном случае позволит минимизировать риск и вывести его на минимальные значения. Понятно, что положительная динамика носит поступательный характер, по мере реализации процессов и проектов, так как готовый стандартный шаблон под каждую конкретную организацию найти тяжело. Нужно признать, что СМК есть в любой компании, но не все ее декларируют и понимают, как она работает.

Моделирование и обмен информацией внутри компании и использование статистики как возможность купирования риска

Статистика реализации предыдущих девелоперских проектов и проработка выявленных «узких» мест с последующей систематизацией полученного материала позволяет не только предугадать возможность проявления этих рисков в системе, но и успешно их купировать на стадии инициации новых проектов. Задачу облегчает создание информационных блоков по каждому из групп рисков в конкретный момент времени реализации девелоперского проекта. Благодаря этому можно в диаграмме времени предугадать «наступление» того или иного события. Такая практика также позволит сократить или избежать риска, связанного с ошибкой при проектировании или выборе технологии.

Крайне мало компаний ведут внутреннюю статистику и анализируют причины возникновения рисков на основе статистики. При этом смена подрядчика на стадии реализации далеко не редкий случай.

Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 31000-2019 декларирует для компаний нормы и принципы относительно менеджмента риска, а также обязанности лиц, кто принимает решения, чья работа непосредственно связана с защитой интересов предприятия с помощью управления рисками [4].

Применение программного обеспечения (ПО) управления проектами как инструмента предупреждения риска

Сфера строительства – наиболее консервативна и инерционно настроена по отношению к процессу цифровизации. Это связано с тем, что многие участники строительного процесса до сих пор используют в работе не цифровые носители, а бумажные (это касается исполнительной документации, журналов работ), а ведь именно электронные инструменты могли бы послужить на благо реализации проекта, максимально сокращая возможность наступления необратимых обстоятельств. Строительная отрасль на данный момент остро нуждается во внедрении информационно-компьютерных технологий и инновационных цифровых решений [5].

Применение 3D- моделирования и создания общего гармонизирующего ключа в системах управления проектами от инициации до окончания и ввода в эксплуатацию, даст новую «безошибочную» перспективу.

ВІМ-технологии (информационное моделирование зданий) – это существенный рывок в направлении развития строительной отрасли в целом. Они позволят сократить сроки по реализации проектов, затраты на строительство и эксплуатацию и избежать ошибок при проектировании. ВІМ – это начало цифровизации, но без слаженной координации всех заинтересованных участников не получится эффективного результата. Пока переход на ВІМ-модель проектирования идёт крайне медленно.

Заключение

В сложившейся ситуации необходимо понять и принять неотвратимость процесса перехода к современным технологиям. За последние годы мы значительно улучшили отечественные продукты в сфере ИТ, приблизившись вплотную к зарубежным ПО. По функциям и производительности обмена сообщениями, видеоконференцсвязи (ВКС) мы вышли на новый уровень, а по информационной безопасности опередили многих конкурентов. Именно сейчас необходимо использовать возможность корректировки ПО, комплексно решая поставленные задачи. Необходимо особо отметить, что ПО для управления рисками в строительстве должно играть жизненно важную роль в реализации проекта.

Менеджмент рисками нужен не только в процессе реализации проекта, но и на стадии его инициации, при этом необходимо обращать пристальное внимание на конструктив и технологию строительства.

Идентификация, оценка и управление рисками являются залогом успеха для снижения вероятности непредвиденных задержек и превышений бюджета.

Список литературы

1. Беляков С.И., Шабалкин Б.В. Риски в управлении проектами девелопмента // Московский экономический журнал. – 2019. – № 8. – С. 73. – DOI 10.24411/2413-046X-2019-18071. – EDN QLLGJF.
2. Золочевский А.А. Управление рисками инновационных девелоперских проектов – Текст : электронный // Российское предпринимательство. – 2009. – № 8–1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-innovatsionnyh-developerskih-proektov> (дата обращения 27.04. 2025)
3. Бакрунов Ю.О. Оценка рисков девелоперского проекта экспертным методом. – Текст : электронный // Теория и практика современной науки. – 2021. – № 7 (73). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riskov-developerskogo-proekta-ekspertnym-metodom> (дата обращения: 27.04.2025).
4. ГОСТ Р 55048-2012. Издания. Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ГОСТ Р ИСО 9001-2008 в строительстве. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 29 с.
5. Похвалитова-Замилова М.Э., Войлоков И.А. Российское ПО управления проектами как альтернатива западным аналогам в аспекте импортозамещения // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства, Санкт-Петербург, 21 апреля 2025 года. – СПб. : Военный институт (Инженерно-технический) военной академии материально-технического обеспечения им. ген. армии А.В. Хрулева, 2025. – 365 с.

УДК 666.3

**Синтез кобальтсодержащей шпинелевой керамики
на основе продуктов плазменного плавления**

А.Б. Улмасов, Д.С. Дятчина, Э.С. Бадин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.К. Скрипникова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, 634003, Томск, пл. Соляная, 2

Е-mail: akhrorbek001@mail.ru

Synthesis of cobalt-containing spinel ceramics based on plasma melting products

A.B. Ulmasov, D.S. Dyatchina, E.S. Badin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. N.K. Skripnikova
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

Е-mail: akhrorbek001@mail.ru

Abstract. *The aim of this study was to develop and analyze the process of synthesis of cobalt-containing spinel ceramics based on plasma melting products. Natural components were used as starting materials: bauxite from a deposit in the Northern Urals and magnesite from the Savinsky deposit. The mixture was pressed under a pressure of 200 MPa, after which it was subjected to plasma melting. The effect of different cobalt contents (from 0.1 to 1 wt. %) on the color and structural characteristics of the obtained samples was studied. It was found that an increase in the cobalt concentration leads to a change in the color range towards colder shades and a decrease in lightness. X-ray diffraction data confirmed significant changes in the crystal structure of spinel with an increase in the cobalt content. The results demonstrate the possibility of using this method to create ceramic materials with specified properties for decorative and functional applications.*

Key words: *plasma, melting, spinel, cobalt, ceramics.*

Введение

Шпинель, класс кубической кристаллической структуры, широко используется благодаря химической и термической стабильности к атмосферным воздействиям. $\text{CoMgAl}_2\text{O}_4$ является одним из наиболее значимых синих керамических пигментов, который широко используется для декорирования керамики, функциональных покрытий и других областей. Изменение физических свойств твердого раствора может быть связано с катионами легирующих примесей и с изменениями дефектов в кристаллической структуре. Ион кобальта является красящим ионом в пигменте $\text{CoMgAl}_2\text{O}_4$, содержание, электронные состояния и координационное число которого определяют цвет и интенсивность окраски пигмента [1]. На сегодняшний день керамический пигмент синтезирован несколькими методами, такими как золь-гель [2], осаждение эмульсией [3], гидротермальный [4], метод Пенчины [5, 6], метод низкого сгорания. Однако вышеперечисленные методы имеют ряд недостатков. Например, метод осаждения является одним из наиболее широко используемых методов мокрой химии для получения пигмента CoAl_2O_4 , но его температура синтеза достигала 1100 °С. На сегодняшний день альтернативным формированием высоких температур является энергия высокотемпературной плазмы. В данной работе рассмотрены возможности синтеза керамики на основе MgAl_2O_4 легированный с ионами Co в среде термической плазмы.

Экспериментальная часть

В работе использовались материалы из природного класса: (источник – бокситовое месторождение Северного Урала) и магнезит (Савинское месторождение, Иркутская область). Соотношение $\text{MgO}:\text{Al}_2\text{O}_3$ в исходной смеси составляло 28,2:71,8 мас. %. К шихте добавляли элемент-допант Co_3O_4 в количестве 0,1; 0,25; 0,75 и 1 мас. %. Для достижения гомогенности

смеси использовалась планетарная мельница (активатор 2XS). Полученные смеси прессовали на гидравлическом прессе под давлением 200 МПа. На рис. 1 представлены фотографии запрессованных исходных материалов на основе MgAl_2O_4 с добавлением Co_3O_4 которые использовались для последующего плазменного плавления [7, 8].

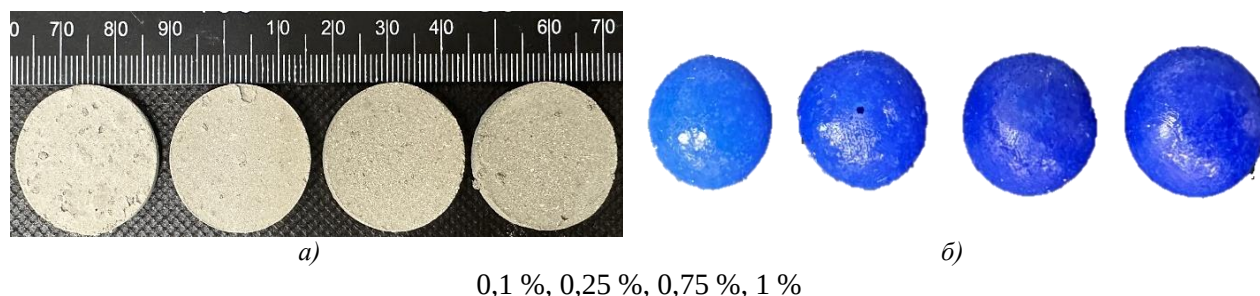


Рис. 1. Фотография исходных запрессованных материалов (а) и продуктов плавления (б) на основе MgAl_2O_4 с добавлением Co_3O_4

Результаты

В табл. 1 представлены координаты в цветовом пространстве CIELAB полученной керамики на основе $\text{Co:MgAl}_2\text{O}_4$ методом плазменного плавления. Для каждого образца указаны значения параметров цвета в системе CIE 1931: координаты цветности x , y , а также параметры a и b , которые характеризуют цветовые характеристики согласно стандартным методам колориметрии. Параметры a и b показывают смещение цветов в сторону более холодных оттенков при увеличении содержания кобальта. Это означает, что материал приобретает голубоватый оттенок. Координата Y , которая отражает светлоту или яркость цвета, имеет тенденцию к уменьшению с ростом содержания кобальта.

Таблица 1

Колориметрия керамики на основе $\text{Co:MgAl}_2\text{O}_4$

Материал	L	a	b	CIE 1931
0,1 % $\text{Co:MgAl}_2\text{O}_4$	43,41	-3,10	-28,31	
0,25 % $\text{Co:MgAl}_2\text{O}_4$	39,85	-2,62	-30,53	
0,75 % $\text{Co:MgAl}_2\text{O}_4$	33,85	0,63	-25,56	
1 % $\text{Co:MgAl}_2\text{O}_4$	32,13	0,32	-22,50	

На рис. 2 представлены рентгеновские дифрактограммы продуктов плавления с содержанием Co_3O_4 0,1 и 1,0 мас. %. Продукты плавления характеризуются основной кристаллической фазой MgAl_2O_4 , что согласуется с эталонным образцом. Однако наблюдаются следующие отличия:

- 0,1% Co_3O_4 – пики имеют несколько меньшую интенсивность по сравнению с образцом с 1% Co_3O_4 . Меньшее количество кобальта приводит к менее заметным фазовым изменениям;
- 1% Co_3O_4 – наблюдается изменения в интенсивности пика при значении угла дифракции $2\theta \approx 35^\circ$, что соответствует отражению от плоскости (111). Данный факт указывает на более значительное влияние кобальта на структуру шпинели. Увеличение концентрации кобальта усиливает модифицирующие эффекты, влияя на кристаллическую структуру.

Таким образом, добавление разного количества Co_3O_4 в шпинель MgAl_2O_4 влияет на её кристаллическую структуру, о чём свидетельствуют изменения в дифрактограммах. Большая концентрация кобальта вызывает более заметные изменения.

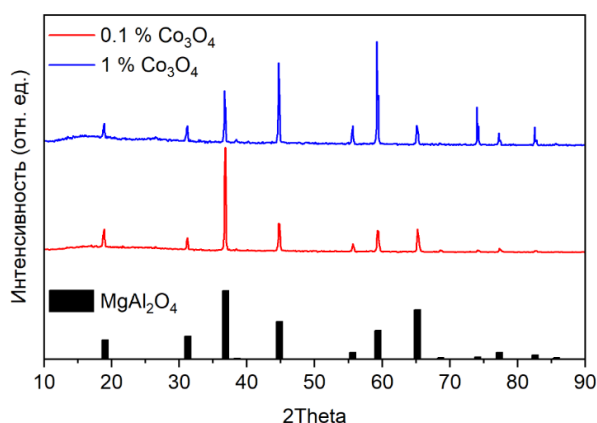


Рис. 2. Рентгеновские дифрактограммы продуктов плавления с содержанием 0,1 и 1 % Co_3O_4

Заключение

В ходе исследования были изучены особенности синтеза керамического материала на основе шпинели MgAl_2O_4 , легированной ионами кобальта (Co), с использованием технологии плазменного плавления. Эксперименты показали, что увеличение содержания кобальта оказывает влияние на физические свойства получаемого материала, такие как цветность и светлота, придавая ему голубоватые оттенки. Также было установлено, что большее количество кобальта приводит к значительным изменениям в кристаллической структуре шпинели, что подтверждается данными рентгеновской дифракции. Эти результаты могут иметь важное значение для разработки новых керамических материалов с улучшенными свойствами для различных применений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2023-0003).

Список литературы

1. Ling T. et al. Research on the low-temperature synthesis of cobalt aluminum spinel type blue pigments // J. Alloys Compd. – 2021. – Vol. 864. – P. 158625.
2. Chyi-Ching H., et al. Development of a novel combustion synthesis method for synthesizing of ceramic oxide powders // MSE: B. – 2004. – Vol. 111. – P. 49–56.
3. Aruna S.T., Ghosh S., Patil K.C. Combustion synthesis and properties of $\text{Ce}_{1-x}\text{Pr}_x\text{O}_{2-\delta}$ red ceramic pigments // Int. J. Inorg. Mater. – 2001. Vol. 3. – P. 387–392.
4. Du K., Zhang H. Preparation and performance of spinel LiMn_2O_4 by a citrate route with combustion // J. Alloys Compd. – 2003. – Vol. 352. – P. 250–254.
5. Morelli V.C., Segadães A.M., Morelli M.R., Kiminami R.H. Combustion synthesized ZnO powders for varistor ceramics // Int. J. Inorg. Mater. – 1999. – Vol. 1. – P. 235–241.
6. Durán P., et al. Synthesis and sintering behaviour of spinel-type $\text{Co}_x\text{NiMn}_{2-x}\text{O}_4$ ($0.2 \leq x \leq 1.2$) prepared by the ethylene glycol–metal nitrate polymerized complex process // Ceram. Inter. – 2005. – Vol. 31. – P. 599–610.
7. Shekhovtsov V.V., Skripnikova N.K., Ulmasov A.B. Synthesis of MgAl_2O_4 Spinel in a Thermal Plasma // Inor. Mater. – 2023. – Vol. 59, № 8. – P. 851–857.
8. Shekhovtsov V.V., Skripnikova N.K., Ulmasov A.B. Morphology of Melting Products of MgAl_2O_4 Obtained in a Thermal Plasma Environment // High Energy Chem. – 2024. – Vol. 58, № S3. – P. S410–S415.

УДК 691.621

**Технологии лазерной очистки металлических поверхностей промышленных объектов
от загрязнений и лакокрасочных покрытий**К.П. Зубкова, И.Н. Кузнецова

Югорский государственный университет,

Россия, г. Ханты-Мансийск, Чехова 16

E-mail: akp999@inbox.ru

**Technologies of laser cleaning of metal surfaces of industrial facilities from pollution
and paint and varnish objects**K.P. Zubkova, I.N. Kuznetsova

Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhov 16

E-mail: akp999@inbox.ru

Abstract. *The article discusses the issue of modern technologies for laser cleaning of metal structures. The stages of the cleaning process are considered, the pros and cons of this technological process are reflected. The principles of operation of the main installations used in the production of works in this field are described. The advantages of this method and the prospects for its further development are considered.*

Key words: *laser surface treatment, laser cleaning, laser corrosion protection.*

Введение

В строительстве долговечность и надежность металлических конструкций напрямую зависят от качества их подготовки. Традиционные методы очистки, такие как абразивная обработка и применение химических реагентов, часто оказываются недостаточно эффективными, требуют значительных трудозатрат и могут наносить вред окружающей среде. Технологии лазерной очистки металлических конструкций благодаря эффективности удаления частиц разнообразных загрязнений на промышленных объектах строительства, в настоящее время имеют большую актуальность. Качество подготовки металлических конструкций напрямую влияет на результат выпускаемой продукции, что в последующем позволяет увеличить срок ее эксплуатации. В работе представлен обзор технологического процесса лазерной очистки металлических конструкций, применяемых на промышленных объектах строительства, а также рассмотрены преимущества данного метода и перспективы его дальнейшего развития.

Результаты

Изделия из стали, элементы основных несущих конструкций промышленных объектов строительства под воздействием агрессивных сред подвергаются окислению и загрязнению. Очистка металла в местах укрупнительной сборки на производстве и при удалении от основных транспортных узлов, является сложной задачей требующей качественного технологического решения.

Процесс лазерной очистки металлических заготовок имеет несколько этапов. Лазерный луч поглощает слой загрязнённого металла. Образование плазмы вызванное поглощением большого количества энергии, расширяется и в последующем образует ударные волны. Полученная в результате образования энергии ударная волна разрушает частицы загрязнения, что приводит к их удалению с поверхности. Целостность очищаемой металлической конструкции не имеет разрушений, ввиду того что световой импульс имеет небольшую ширину, и не допускает накопления большого количества тепла [1, 2].

Селективность процесса лазерной очистки основана на различии в поглощении лазерного излучения металлом и загрязнениями. Показатель поглощения металлов на длине

волны 1,06 мкм составляет 10^{-3} – 10^{-4} см⁻¹, тогда как показатель поглощения неметаллических веществ (ржавчины, окалины, лакокрасочных покрытий, цемента, как временное покрытие [4]) на несколько порядков ниже и составляет 10^{-1} – 10^{-3} см⁻¹, это означает, что загрязнения поглощают значительно больше энергии лазерного луча, чем подложка, что обеспечивает их эффективное удаление без повреждения основного металла. Согласно закону Бутера-Ламберга Бэра, доказано соотношение мощности излучения, выдающего лазером на поверхность материалов, плотности соотношения излучения на глубине можно сделать выводы, что неметаллических вещества поглощают излучение большего объема. Эффективность поглощения зависит от длины волны лазера и свойств материала.

Исходя из вышеуказанного, в случае достаточной мощности лазера способной разогреть материал до его температуры кипения поверхность материала подвергается кипению, этот процесс, называется абляцией, приводит к удалению загрязнения с поверхности. Кроме того, во многих случаях давление разогретого газа разрушает слой загрязнения не только в области прямого лазерного воздействия, но и в близлежащей зоне, что повышает производительность лазерной очистки и оптимизирует производство работ. При выборе оптимального режима работы лазера необходимого для очистки поверхности и минимизации образующегося в процессе очистки расплава и пара, режим выбирается в точки зрения порогового значения. Правильный выбор режима обеспечивает высокую скорость очистки и качество поверхности.

Для более детального изучения вопроса, рассмотрим установку производства IPG Photonix ИЛМИ-1-50. Данная установка обладает следующими характеристиками: длина волны излучения 1,064 мкм; частота следования импульсов 50–100 кГц; средняя мощность 50 Вт; энергия импульса до 1 мДж; длительность импульса 200 нс. Сканирование загрязнённой поверхности производится гальваносканера, который позволяет производить необходимый угол поворота лазерного пучка. Лазерная установка позволяет производить очистку в нескольких режимах: очистка с минимальной модификацией поверхности, очистка и создание микроструктуры на поверхности материала, обработка в режиме микроструктурирования, глубокая очистка. Режим работы на поверхность создается за уменьшения энергии импульса и увеличении расстояния действия.

Режим очистки с минимальной модификацией позволяет произвести очистку поверхности не допуская увеличение шероховатости от вариантов легкого загрязнения и тонких слоев оксидных пленок.

Обработка в режиме микроструктурирования позволяет обеспечить адгезивные свойства материала, что позволяет в последующем исключить необходимость в дополнительной очистке жидкими реагентами перед нанесением антикоррозийной защиты.

Обработка поверхности в режиме глубокая очистка. В данной случае происходит большее количество испарения веществ, что способствует большой зоне расплава. После обработке поверхности материал приобретает шероховатую поверхность (Rz 20 и более). В результате обработке происходит удаление глубоких загрязнений, в том числе окалин [3].

Исходя из вышеуказанного, при очистке загрязнения в испарительном режиме разрушения и зоне обратки пятка 0,5 x 0,6 мм² плотность мощности составляет 730 кВт/см². Производственная мощность установки лазера производительностью 3,5 м²/ч, позволяет произвести удаление солевых отложений до 0,2 мм. Производственная мощность установки лазера производительностью 1,7 м²/ч, позволяет произвести удаление ржавчины глубокого заложения.

Преимущества метода лазерной очистки и перспективы его развития представлены в табл. 1.

Лазерная очистка представляет собой перспективную технологию для подготовки металлических конструкций в строительстве, обладающую рядом значительных преимуществ перед традиционными методами, включая высокую эффективность, экологичность и безопасность.

Преимущества метода лазерной очистки и перспективы его развития

Преимущества	Характеристика
Эффективность	Высокая скорость и степень очистки по сравнению с традиционными методами (абразивная, химическая).
Экологичность	Отсутствие использования химических реагентов, минимальное образование отходов, снижение негативного воздействия на окружающую среду.
Безопасность	Снижение риска для здоровья работников за счет отсутствия вредных химических веществ и абразивной адгезии перед сваркой, покраской, нанесением защитных (антикоррозионных, огнезащитных и т.д.) покрытий.
Удаление коррозии	Удаление ржавчины, окислов и других продуктов коррозии технологии для малых и средних предприятий.

Заключение

Лазерные технологии очистки имеют новые перспективные направления в подготовке сложных элементов металлических конструкций, используемых в строительстве. Вышеуказанные технологические процессы позволяют изменить подход к подготовке сложных элементов металлических конструкций. Несмотря на дорогостоящее оборудование установок необходимых для производства, результат позволяет увеличить срок эксплуатации металлических конструкций.

Увеличение срока эксплуатации минимизирует затраты необходимые на производство ремонтно-строительных работ обеспечивает снижение затрат на ремонтно-строительные работы и минимизацию остановки производственных процессов, что в последующей позволяет получить экономический эффект. Это делает лазерную очистку экономически выгодным и технологически прогрессивным решением для повышения надежности и долговечности промышленных объектов. В ближайшем будущем следует ожидать дальнейшего совершенствования лазерных технологий и расширения областей их применения, что сделает лазерную очистку стандартом в подготовке металлических конструкций для строительства.

Список литературы

1. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
2. Парфенов В.А., Геращенко А.Н., Геращенко М.Д., Григорьева И.Д. Лазерная очистка исторических памятников // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2010. – № 2 (66).
3. Вейко В.П., Кишалов А.А., Мути́н Т.Ю., Смирнов В.Н. Перспективы промышленных применений лазерной очистки материалов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 3 (79). – С. 50–54.

УДК 69.05.04

BIM-моделирование: как технологии меняю современное строительство

Е.Д. Кайбичева

Научный руководитель: доцент И.Д. Верёвкина

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, пл. Соляная, д. 2, 634003

E-mail: kaybicheva2003@mail.ru

BIM-modeling: how technology is transforming modern construction

E.D. Kaybicheva

Scientific Supervisor: Ass. Prof. I.D. Verevkina

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: kaybicheva2003@mail.ru

Abstract. *This article explores Building Information Modeling (BIM) as a key technology transforming the modern construction industry. The primary issue lies in the insufficient efficiency of traditional design and construction methods, leading to errors, delays, cost overruns, and reduced quality, which prompts the industry to seek more effective solutions. BIM modeling is considered as one such solution. The objective is to provide a comprehensive overview of BIM modeling, its advantages, challenges, and prospects, as well as to analyze its impact on modern construction. The tasks include clearly defining and describing the key aspects of BIM, providing examples, analyzing problems and prospects, and drawing conclusions.*

Key words: *BIM (Building Information Modeling), digital construction, construction efficiency, information modeling, construction management.*

Введение

Строительная индустрия, традиционно отличающаяся консерватизмом, в последние годы переживает цифровую трансформацию. Традиционные методы проектирования и строительства, базирующиеся на двухмерных чертежах и разрозненных информационных потоках, часто приводят к ошибкам, задержкам, перерасходу средств и снижению качества. В поисках более эффективных решений, строительные компании все чаще обращаются к BIM-моделированию (Building Information Modeling). Эта технология не просто меняет подход к строительству, а задает новый стандарт, позволяя создавать, управлять и обмениваться информацией о проектах на всех этапах их жизненного цикла. Это больше, чем просто программное обеспечение; это целостная стратегия, направленная на повышение эффективности и прозрачности строительных процессов.

BIM-моделирование – это интеллектуальный процесс создания и управления цифровыми моделями, включающими физические и функциональные характеристики строительного объекта [1]. Согласно И.А. Суворову, BIM – это не просто трехмерная модель, а "динамичная база данных, содержащая информацию о каждом элементе здания" [1]. Это значит, что каждый элемент в модели несет в себе информацию о его свойствах, стоимости, сроках поставки и многом другом. В отличие от традиционных двухмерных чертежей, BIM-модель представляет собой комплексное представление здания или сооружения, которое включает не только графические данные, но и информацию о материалах, стоимости и других аспектах проекта. BIM – это целостный подход к управлению строительной информацией, обеспечивающий взаимодействие между всеми участниками проекта – от архитекторов и инженеров до подрядчиков и заказчиков. BIM-модель становится единым источником достоверной информации, что позволяет минимизировать проблемы, связанные с несогласованностью данных и ошибками в проектировании [2].

Экспериментальная часть

Внедрение BIM-технологий приносит значительные преимущества на всех этапах жизненного цикла строительного проекта. В частности, как отмечают С.М. Eastman и др. в "BIM Handbook" [2], BIM способствует улучшению проектирования, позволяя создавать более точные и детализированные модели, что снижает вероятность ошибок и коллизий, и предоставляет возможность проводить более качественный анализ проекта на ранних стадиях. Это позволяет заранее выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать проект, экономя время и ресурсы. Кроме того, BIM повышает эффективность строительства, обеспечивая лучшую координацию между участниками проекта, снижая количество переделок и задержек, а также точное планирование и управление ресурсами, что приводит к снижению отходов и повышению производительности. Благодаря более точному проектированию, эффективному управлению ресурсами и уменьшению количества ошибок, BIM-технологии позволяют существенно сократить затраты на строительство. Помимо этого, BIM обеспечивает более высокий уровень контроля качества на всех этапах проекта и облегчает процесс эксплуатации объекта, предоставляя всю необходимую информацию для технического обслуживания и ремонта. Более того, единая BIM-модель обеспечивает прозрачность и доступность информации для всех участников проекта, что улучшает коммуникацию и снижает риск недопонимания, а также способствует повышению устойчивости, помогая оптимизировать использование ресурсов и энергопотребление [2].

Результаты

Множество реальных проектов по всему миру демонстрируют эффективность BIM-технологий. Согласно А.А. Афанасьеву и В.Н. Куприянову, BIM повышает прозрачность строительных процессов и ускоряет принятие управленческих решений [3]. В частности, BIM-моделирование активно использовалось при строительстве многих высотных зданий, например, "Бурдж-Халифа", где BIM играл ключевую роль в координации работы большого количества подрядчиков и обеспечении своевременного завершения строительства. Этот пример демонстрирует, как BIM может справиться с огромной сложностью и масштабом современных строительных проектов. В сфере строительства дорог, мостов и туннелей, BIM также находит широкое применение, что видно на примере строительства железнодорожной магистрали "Западный скоростной диаметр" в Санкт-Петербурге, где BIM помог оптимизировать логистику и сократить сроки строительства. В области реконструкции зданий, BIM позволяет создавать точную модель существующего здания, что упрощает процесс планирования реконструкции и модернизации, и позволяет избежать непредвиденных трудностей и сокращать расходы. BIM становится незаменимым инструментом для сохранения исторического наследия и адаптации зданий к современным требованиям.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение BIM-технологий сопряжено с рядом вызовов и препятствий [4]. Так, высокая стоимость внедрения, включающая в себя приобретение специализированного программного обеспечения и обучение персонала, может стать существенным барьером. Кроме того, недостаточная квалификация кадров, не имеющих необходимых навыков для работы с BIM, часто приводит к трудностям. Соппротивление изменениям со стороны консервативных участников рынка также может замедлить процесс внедрения BIM. Однако, эти трудности преодолимы, и многие компании успешно внедряют BIM, получая значительные конкурентные преимущества. Отсутствие единых стандартов BIM-моделирования может затруднить взаимодействие между различными участниками проекта, что подчеркивает необходимость унификации BIM-процессов [4, 5]. Недостаточное понимание преимуществ BIM среди некоторых участников строительного рынка также замедляет распространение технологии.

BIM-технологии продолжают активно развиваться и трансформировать строительную индустрию. В будущем, по мнению экспертов и аналитиков, можно ожидать повсеместного

внедрения BIM, что, по сути, станет новым стандартом в отрасли, определяющим принципы организации строительства [4]. Кроме того, BIM будет тесно интегрироваться с другими передовыми технологиями, такими как искусственный интеллект, дополненная и виртуальная реальность, что откроет новые горизонты для оптимизации процессов проектирования и строительства. Использование VR дает возможность исследовать будущий объект, выявляя недочеты еще на стадии проектирования. Развитие облачных BIM-платформ станет стандартом, обеспечивая доступ к BIM-моделям для всех участников проекта, вне зависимости от их географического местоположения. BIM-модели будут активно использоваться для управления жизненным циклом зданий, техническим обслуживанием и ремонтами, а также для оптимизации энергопотребления и управления ресурсами [4]. Наконец, с развитием технологий процесс создания и редактирования BIM-моделей будет становиться все более простым и доступным. Это демократизирует BIM и позволит малым и средним компаниям также воспользоваться ее преимуществами.

Заключение

BIM-моделирование – это не просто инструмент, а философия, которая трансформирует подход к проектированию и строительству. Технология позволяет сделать строительную отрасль более эффективной, экономичной и устойчивой. Хотя внедрение BIM сопряжено с определенными трудностями, его преимущества, подтвержденные практикой и опытом многих компаний, очевидны, и будущее строительной индустрии, несомненно, связано с широким применением BIM-технологий. BIM не просто улучшает качество строительства, но и способствует трансформации всего строительного процесса в более эффективный, ответственный. Внедрение этой инновации – это не просто следование тренду, а стратегическое решение, которое определяет конкурентоспособность компании в будущем. Успешное применение цифрового моделирования требует комплексного подхода, включающего обучение персонала, интеграцию технологий и изменение корпоративной культуры. В конечном итоге, этот подход позволяет оптимизировать каждый этап жизненного цикла здания, от проектирования до эксплуатации. Этот подход позволяет оптимизировать каждый этап жизненного цикла здания, от проектирования до эксплуатации. Использование этой технологии открывает новые горизонты для инноваций и устойчивого развития строительства.

Список литературы

1. Суворов И.А. BIM-технологии в строительстве: руководство для начинающих. – Москва : Стройиздат, 2020. – 320 с.
2. Eastman, C.M., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, and Contractors. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018. – 656 p.
3. Афанасьев, А.А., Куприянов, В.Н. Практика внедрения BIM-технологий в российском строительстве // Строительство: наука и образование. – 2019. – № 3. – С. 12–25.
4. Баранов М.А. Проблемы и перспективы внедрения BIM в России // Инженерный вестник Дона. – 2021 –№1. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2021/6789>.
5. Строительные нормы и правила. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Москва, 2017. – 43 с.

УДК 666.3

**Особенности структурного строения анортитсодержащих керамических материалов
с использованием техногенного сырья**А.Н. Котова

Научный руководитель: к.т.н. М.А. Семеновых
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г. Томск, пл. Соляная, д. 2, 634003

E-mail: semenovykhmark@gmail.com**Features of the structural structure of anorthite-containing ceramic materials
using technogenic raw materials**A.N. Kotova

Scientific Supervisor: Ph.D. M.A. Semenykh
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: semenovykhmark@gmail.com

Abstract. *The paper presents the experience of studying the structure of ceramic building products with the introduction of converter production gas cleaning sludge. Differences in the phase composition were established using X-ray diffraction. The introduction of calcium-containing waste – converter production gas cleaning sludge leads to the appearance of anorthite reflections on the diffraction pattern. The results of studying the microstructure of fired samples using converter production gas cleaning sludge also indicate structure formations that are not characteristic of the control sample – prismatic crystals corresponding to anorthite. As a result, it was established that the use of converter production gas cleaning sludge in the composition of building ceramics leads to the formation of anorthite in the phase composition of the fired sample.*

Key words: *ceramic, anorthite, metallurgical wastes, microstructure.*

Введение

Использование керамического кирпича в строительной индустрии занимает одно из лидирующих мест в области стеновых конструкционных материалов. Актуальность этих материалов кроется в технологических характеристиках и визуальной выразительности кирпича. В связи с этим ученые и по сей день стараются изобрести новые методы улучшения свойств керамических изделий. К примеру, путем ввода различных добавок, в частности техногенных отходов. Добавки, используемые при производстве, должны быть доступными и не должны удорожать производство. Техногенные отходы имеют различный химический состав, который обусловлен природой их образования, что может по-разному влиять на свойства конечного продукта.

В настоящее время высокой актуальностью в качестве сырья-заместителя глинистой части в керамической шихте пользуются металлургические техногенные отходы [1]. Они позволяют увеличить прочность [2], уменьшить плотность, внести разнообразие в цветовую гамму изготавливаемых кирпичей [3]. При этом в научных трудах часто связывают улучшение технологических свойств с наличием в фазовом составе анортита [4]. Это явление объясняется тем, что анортит имеет каркасное строение с кристаллами игольчатой структуры, которая скрепляет между собой алюмосиликатные соединения с образованием прочного конгломерата. Таким образом, получение керамических строительных изделий с наличием анортитовой фазы является перспективным направлением изучения.

Исследование, представленное в работе, направлено на изучение структуры керамических образцов с введением в состав техногенного металлургического сырья с целью получения анортитовой фазы.

Экспериментальная часть

В работе методом полусухого формования изготавливались керамические образцы параллелепипедной формы размерами $50 \times 50 \times 25 \pm 1$ мм с различным соотношением глинистого и техногенного сырья. В качестве глинистого сырья использовались суглинки Вороновского месторождения, а в качестве техногенного – шлам газоочистки конверторного производства. Химический состав сырья представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав используемого сырья

Сырьевой компонент	Содержание оксидов, масс. %						
	C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃
Суглинки Вороновские	0	64,05	12,1	3,08	2,97	0	4,53
Шлам газоочистки	21,36	16,78	9,74	14,33	3,45	9,82	14,63

Из таблицы следует, что шлам газоочистки имеет в составе 14,33 масс. % CaO; 9,74 масс. % Al₂O₃ и 16,78 масс. % SiO₂. Представленное количество оксидов позволит увеличить вероятность возникновения анортитовой фазы в изделиях, что подтверждается в опубликованных данных [4]. Суммарное количество оксида железа 24,45 масс. % (FeO + Fe₂O₃), которое при обжиге перейдет в стеклофазу, позволит образовать оболочку вокруг частиц, а также размещать в своей массе кристаллы анортита. Достоверные данные о фазообразовании обожженных изделий позволит получить качественный рентгенофазовый анализ (РФА). Проведенный анализ (рис. 1) подтвердил предположение об увеличении количества анортита.

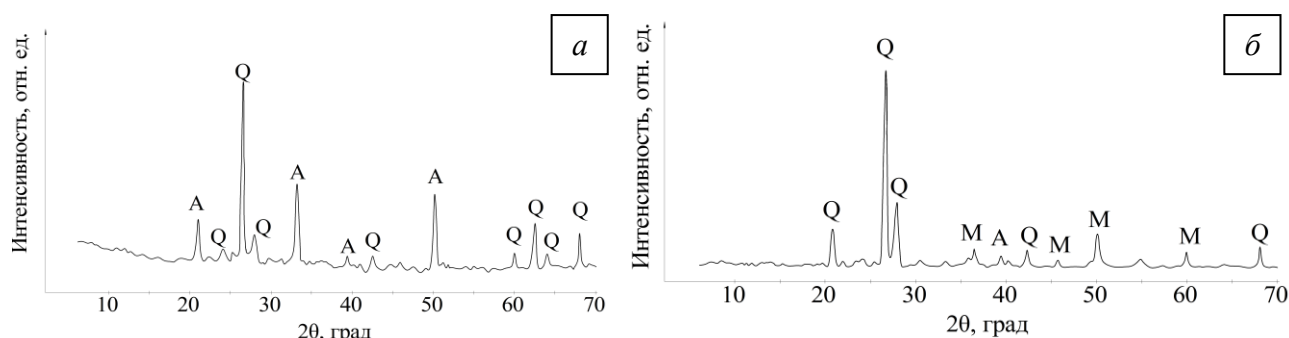


Рис. 1. Рентгенограммы исследуемых образцов керамического кирпича: содержание шлама газоочистки: 20 мас. % (а); контрольный образец (б); Q – кварц; M – муллит; A – анортит

Основываясь на данных рис. 1, б, можно заключить, что исследуемые фазовые составы контрольного образца представлены свободным кварцем (SiO₂: d = 0,335; 0,212; 0,154; 0,146; 0,104 нм). На рентгенограмме образцов состава с 20 мас. % шлама (рис. 1, а) помимо кварца присутствует анортитовая фаза (CaAl₂Si₂O₈: d = 0,408; 0,320; 0,265; 0,176 нм). Данная фаза образуется благодаря наличию кальцийсодержащих компонентов в сырьевой шихте. Полученные данные также подтверждаются результатами испытания физико-механических свойств образцов. При обжиге образцов из этих составов повышается прочность при сжатии, что достигается за счет образования анортита.

С целью определения структурных особенностей был проведен микроскопический анализ для образца с содержанием шлама газоочистки 20 мас. % и контрольного. Данные представлены на рис. 2.

Как следует из представленных снимков (рис. 2, а), кристаллы анортита расположены хаотично, чего не наблюдается у контрольного образца. Связка кристаллов с жидкой фазой позволяет взаимодействовать им как друг с другом, так и с зернами кварца непосредственно вращая в них. Повышенное количество жидкой фазы позволяет увеличить площадь контакта

зерен друг с другом. Также происходит обволакивание кристаллов анортита частицами алюмосиликата и при спекании стягивает их в конгломерат. Эти явления способствуют увеличению кристаллической фазы и увеличению прочностных свойств керамического материала.

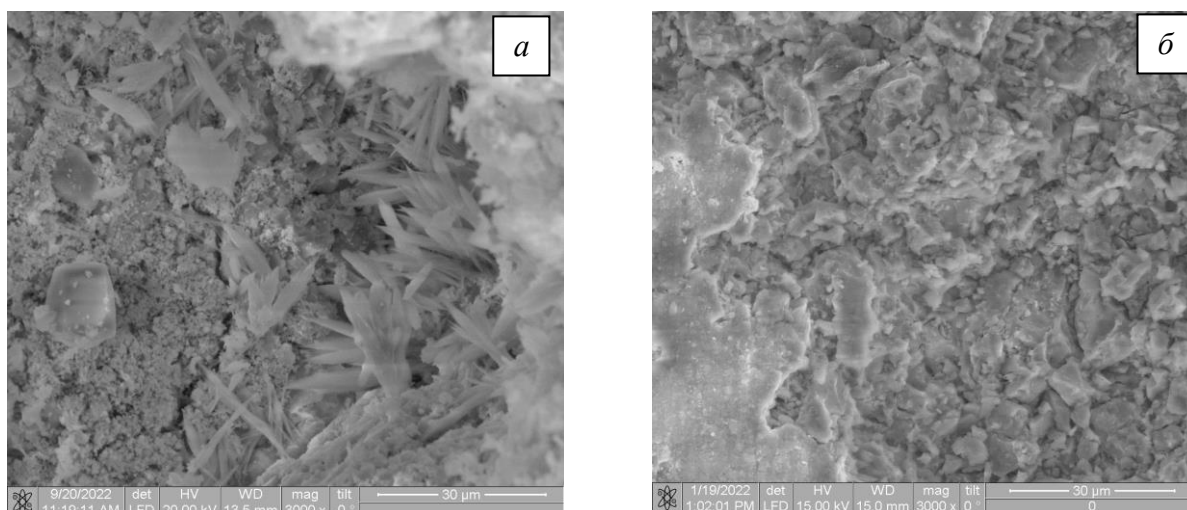


Рис. 2. Микрофотографии обожженных керамических образцов анортитсодержащих компонентов: контрольный (а); с использованием шлама газоочистки конвертерного (б)

Результаты

На основании проведенного рентгенофазового исследования установлено повышение образования фазы анортита с введением в состав шихты шлама газоочистки конвертерного производства. Микроструктурное изучение полученных образцов керамического кирпича позволяет сказать о наличии анортита и характере его расположения в структуре изделий.

Заключение

Установлено, что в процессе обжига керамических композиций особенности структурного строения анортитсодержащих керамических материалов с использованием техногенного сырья заключается в увеличении содержания анортита, его расположении в обволакивающей массе стеклофазы, образующей прочный конгломерат.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2023-0003).

Список литературы

1. Sidikova T.D. Manufacture of the building ceramics from an industrial wastes // Modern Construction and Architecture. – 2019. – № 2 (14). – С. 26–28.
2. Скрипникова Н.К., Литвинова В.А., Волокитин Г.Г. и др. Обжиговые строительные материалы на основе алюмосиликатных отходов нефтедобывающей промышленности // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 2 (61). – С. 141–147.
3. Яценко Н.Д., Вильбицкая Н.А., Яценко А.И. Формирование структуры и свойств эффективной стеновой керамики на основе отходов металлургического производства // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2019. – № 2 (202). – С. 43–47.
4. Власов В.А., Семеновых М.А., Скрипникова Н.К., Шеховцов В.В. Особенности использования некондиционных видов сырья для получения анортитовой керамики // Вестник ТГАСУ. – 2020. – Т. 22, № 5. – С. 122–128.

УДК 691

Наноматериалы в строительстве

В.А. Кочина, Д.Ю. Слюсарь, Н.Д. Маланыч
Научный руководитель: доцент, к.т.н. И.Н. Кузнецова
Югорский государственный университет,
Россия, г. Ханты-Мансийск, Чехова 16, 628007
E-mail: kochina.vika01@mail.ru

Nanotechnology in construction

V.A. Kochina, D.Y., Slyusar, N. D. Malanych
Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. I.N. Kuznetsova
Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhov 16, 628007
E-mail: kochina.vika01@mail.ru

Abstract. *The article discusses the prospects and application of nanotechnology in construction, in particular; nanocrete, nanostall and nanoglass. Special attention is paid to their unique properties, emphasizing their importance for achieving higher standards of strength, durability and stability of building structures, which is especially important in conditions of increasing demands on quality and reliability.*

Key words: *nanotechnology, nanostyle, nanobeton, nanoglass.*

Введение

Нанотехнологии представляют собой одну из самых быстроразвивающихся областей науки, которая находит применение в различных отраслях, включая строительство. Использование наноматериалов в строительных материалах позволяет значительно улучшать их физические и химические свойства, что открывает новые горизонты для повышения эффективности и устойчивости строительных конструкций. В работе представлен обзор перспектив использования наноматериалов в строительстве, а также анализ основных свойств, затрат и областей применения нанобетона, наностали и наностекла.

Результаты

В последние годы наблюдается активное развитие нанотехнологий в строительстве, в частности, разработка нанобетонов, содержащих углеродные нанотрубки, наноинициаторы и ультрадисперсный кремнезем. Исследования показывают, что нанобетон обладает улучшенными физико-механическими характеристиками, такими как повышенная плотность, морозостойкость и прочность [1]. Однако, по оценкам отечественных экономистов, производство нанобетона может привести к увеличению стоимости бетона на 15–30 % [2], что может ограничивать его широкое применение.

Наносталь – высокопрочная сталь, полученная путём наномодификации, которая обладает высокой прочностью, устойчивостью к коррозии, легкостью, высокой ударной вязкостью и пластичностью. Основными добавками при производстве наностали являются: углеродные нанотрубки, наночастицы оксида алюминия или кремния, модификаторы и пластификаторы. Прочностные характеристики материалов напрямую зависят от их структуры на микро- и наноуровне. Уменьшение размера зерен до нанометрового масштаба и введение легирующих элементов, препятствующих движению дислокаций, позволяют существенно повысить прочность материалов, сохраняя при этом их пластичность [3].

Производство наностали требует значительных инвестиций из-за использования высококачественных материалов и сложных технологий. Основные затраты включают в себя: сырьевые материалы (обычная сталь на рынке стоит от 50 до 100 рублей за килограмм, наносталь от 10000 рублей за килограмм), оборудование (от 5 до 20 миллионов рублей), энергетические затраты (составляют порядка 30 % от общих затрат).

Развиваются технологии создания нанопокровов для стальных конструкций. Нанесение полимерных и композитных нанопокровов позволяет в десятки раз повысить стойкость стали к коррозии и в несколько раз увеличить срок службы металла, даже в агрессивных средах [4].

Новый класс некристаллических твердых веществ - это наностекло, которое отличается от современных стекол своей микроструктурой, наностекло состоит из областей с закаленной в расплаве стекловидной структурой, соединенных межфазными участками, структура которых характеризуется (по сравнению с соответствующим закаленным в расплаве стеклом) уменьшенной (примерно до 10 %) плотностью, уменьшенным (примерно до 20 %) количеством атомов ближайших соседей и другой электронной структурой. Благодаря новому типу атомной и электронной структуры свойства наностекол могут быть изменены путем регулирования размера стеклообразных областей (т.е. объемной доли межфазных областей) и/или изменения их химического состава. Наностекло Fe₉₀Sc₁₀ является (при 300 К) сильным ферромагнетиком, тогда как соответствующее закаленное в расплаве стекло является парамагнитным [5].

В производстве наностекла используются различные добавки, которые способствуют улучшению его свойств, такие как, наночастицы оксида кремния (SiO₂), которые используют для повышения прочности и устойчивости к механическим повреждениям; наночастицы оксида титана (TiO₂) – обеспечивают фотокаталитические свойства, что позволяет создавать самоочищающиеся поверхности; наночастицы серебра (Ag), применяют для придания антимикробных свойств, что делает наностекло безопасным для использования в медицинских и общественных помещениях; наночастицы алюминия (Al₂O₃) увеличивают термостойкость и механическую прочность материала.

В настоящее время особое внимание привлекает кварцевое стекло, содержащее большое количество нанопор, поскольку оно имеет самую низкую диэлектрическую проницаемость среди всех известных твердых диэлектриков – от 2,5 до 1,3, причем до величины проницаемости 1,8 стекло сохраняет механическую прочность, достаточную для использования его в качестве межслоевой изоляции в кристаллах микросхем вместо традиционного диоксида кремния SiO₂ [6].

Производство наностекла, также является дорогостоящим по сравнению с классическим стеклом. Основные затраты включают в себя: сырьевые материалы (стекло стоит от 30 до 50 рублей за килограмм, наностекло по цене возрастает почти в 40 раз), оборудование (от 5 до 15 миллионов рублей), энергетические затраты (составляют порядка 30 % от общих затрат). Наноматериалы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наноматериалы в строительстве

Характеристика	Нанобетон	Наносталь	Наностекло
Состав/Добавки	Углеродные нанотрубки, наноинициаторы, ультрадисперсный кремнезем	Углеродные нанотрубки, наночастицы оксида алюминия или кремния, модификаторы, пластификаторы. Нанопокровы для стали: полимерные и композитные наноматериалы	Наночастицы оксида кремния (SiO ₂), другие добавки
Преимущества	Повышенная плотность, морозостойкость, прочность	Повышенная прочность. Нанопокровы для стали: повышенная стойкость к коррозии, увеличение срока службы металла	Уменьшенная плотность, измененная электронная структура, возможность регулирования свойств
Недостатки	Высокая стоимость, ограничивающая широкое применение		
Затраты на производство	Увеличение стоимости бетона на 15–30 %	Энергозатраты: ~ 30 % от общих затрат	Энергозатраты: ~ 30 % от общих затрат
Области применения	Возведение высотных зданий, дорожное строительство, реставрация исторических объектов	Метизная продукция для железнодорожного крепежа (прутки)	Возведение зданий

Заключение

Нанобетон, наносталь и наностекло представляют собой перспективные материалы с уникальными свойствами, которые могут значительно изменить подходы к строительству и производству. Их использование открывает новые возможности для создания более легких, прочных и долговечных конструкций. Несмотря на высокие затраты на производство, преимущества этих материалов могут оправдать инвестиции за счет повышения качества и увеличению срока службы сооружений.

Список литературы

1. Хрусталеv Б.М., Яглов В.Н., Ковалев Я.Н., Романюк В.Н., Бурак Г.А., Меженцев А.А., Гуриненко Н.С. Наномодифицированный бетон // Наука и техника. – 2015. – № 6. – С. 3–8. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanomodifitsirovannyy-beton/viewer>.
2. Использование нанобетона в строительстве // Пересвет Цемент. – 2018. – URL: <https://peresvetcement.ru/about/articles/ispolzovanie-nanobetona-v-stroitelstve/> (дата обращения: 09.12.2024).
3. Колесников В.А. Наноструктурированные стали и сплавы. Часть 1. Общие сведения // Научные Известия Далеvского университета электронный журнал Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля // Изд-во СНУ им. В. Даля, 2011. – № 2. – Режим доступа: http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2011_2_10.pdf
4. Пичугина Е.В. Наноматериалы в строительстве // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум – 2022». – Москва, 2022. – С. 1–11. – URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018032067?ysclid=m49hihod6276161696> (дата обращения: 09.12.2024).
5. Gleiter H. Nanoglasses: a new kind of noncrystalline materials // Beilstein J Nanotechnol. – 2013. – № 4. – P. 517–533. doi: 10.3762/bjnano.4.61.
6. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 328 с.

**Энергоэффективные цементные материалы на основе промышленных отходов
для устойчивого строительства****И.Н. Кузнецова**

Югорский государственный университет
Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16, 628012
E-mail: inkuznetsova-gsh@mail.ru

Energy-efficient cement materials based on industrial waste for sustainable construction**I.N. Kuznetsova**

Ugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhova str., 16, 628012
E-mail: inkuznetsova-gsh@mail.ru

Abstract. *This article examines the potential of using industrial waste as a raw material for the production of energy-efficient cement materials that contribute to sustainable construction. The results of a comparative analysis of the energy efficiency of cements, modified fly ash, slags, silica, quartz waste are presented with an emphasis on reducing energy consumption during production and increasing the durability of building structures. The results contribute to the sustainable development of the construction industry and reduce the negative impact on the environment.*

Key words: *cement materials, industrial waste, energy consumption, fly ash; slag, silica, quartz waste.*

Введение

Энергоэффективные цементные материалы на основе промышленных отходов предназначены для снижения энергопотребления и экологической нагрузки на окружающую среду, а также улучшить свойства цементных композитов, такие как прочность, долговечность и стойкость к агрессивным средам. Многие промышленные отходы обладают ценными свойствами, которые могут быть использованы при производстве цементных материалов.

В данной работе рассматриваются энергоэффективные цементные материалы с использованием промышленных отходов для достижения устойчивого строительства, проанализированы различные виды промышленных отходов, их влияние на свойства цементных композитов и энергозатраты при производстве цемента, а также рассмотрены перспективы использования разработанных материалов в строительстве устойчивых и долговечных зданий и сооружений.

Экспериментальная часть

Материалы: портландцемент ЦЕМ I 42,5Н ГОСТ 31108, промышленные отходы, используемые в цементных материалах (зола-унос; шлак, микрокремнезем, отходы кварца), вода, химические добавки (пластификатор, суперпластификатор, воздухововлекающая добавка) ГОСТ 24211 [1, 2].

Методы: подготовка образцов (приготовление цементного теста, формовка образцов, условия твердения), испытания (химический анализ, физико-механические испытания: прочность при сжатии и прочность при изгибе по ГОСТ 30744, морозостойкость по ГОСТ 10060, водонепроницаемость по ГОСТ 12730.5, теплопроводность), оценка энергозатрат, учитывая все этапы процесса (добыча сырья, помол, обжиг клинкера, помол цемента).

Результаты

Повышение энергоэффективности цементных материалов с использованием промышленных отходов возможно за счет: снижения содержания клинкера при использовании отходов кварца в цементе; повышения гидравлической активности отходов, шлак обладает гидравлическими свойствами, и могут частично заменить клинкер;

улучшения микроструктуры цементного камня, микрокремнезем улучшает структуру цементного камня, повышая прочность и долговечность.

Основные преимущества и области применения энергоэффективных цементных материалов на основе промышленных отходов при производстве цемента заключаются в: снижении энергопотребления и выбросов CO₂; улучшение свойств цементных материалов (прочность, долговечность, устойчивость к коррозии); снижение нагрузки на окружающую среду за счет утилизации промышленных отходов; снижение затрат на производство; уменьшение платы за утилизацию отходов.

Требования ГОСТ 31108 на портландцемент ЦЕМ I 42,5Н представлены в табл. 1.

Таблица 1

Требования ГОСТ 31108 на портландцемент ЦЕМ I 42,5Н

Параметры	Единица измерения	ГОСТ 31108 «Цементы общестроительные. Технические условия»
Прочность при сжатии (2 сут.)	МПа	не менее 10,0 (для класса 42,5)
Прочность при сжатии (28 сут.)	МПа	не менее 42,5 не более 62,5 (для класса 42,5)
Начало схватывания	мин	не ранее 60
Тонкость помола (остаток на сите 008)	%	не менее 10
Равномерность изменения объема (расширение)	мм	не более 10

Использование энергоэффективных цементных материалов помогает соответствовать современным экологическим стандартам и требованиям сертификации зданий.

Здания, построенные с использованием энергоэффективных материалов, способствуют улучшению качества жизни за счет снижения загрязнения окружающей среды и создания более комфортных условий для проживания и работы. Внедрение энергоэффективных материалов стимулирует развитие новых технологий и создает новые рабочие места в «зеленой» экономике.

Важно, цементы с добавками обеспечивают достаточную долговечность конструкций: морозостойкость (использование золы-уноса не оказывает существенного негативного влияния на морозостойкость цементных композитов), водонепроницаемость (микрокремнезем улучшает водонепроницаемость цементных композитов), стойкость к агрессивным средам, усадка, щелочно-кремнеземная реакция (ЩКР) (возникновение ЩКР при использовании золы-уноса). Вклад разработанных цементных материалов в устойчивое строительство представлен в табл. 2.

Таблица 2

Вклад разработанных цементных материалов в устойчивое строительство

Критерий устойчивого строительства	Описание вклада
Снижение выбросов парниковых газов	Использование промышленных отходов в качестве заменителей клинкера позволит значительно сократить выбросы CO ₂ , образующиеся при производстве цемента.
Экономия природных ресурсов	Использование промышленных отходов в качестве заменителей клинкера способствует снижению потребности в добыче и переработке природных ресурсов.
Решение проблемы утилизации отходов	Использование промышленных отходов способствует их утилизации и уменьшению объемов, снижая негативное воздействие на окружающую среду.
Энергоэффективность зданий	Использование промышленных отходов в качестве заменителей клинкера позволит при разработке цементных материалов (при условии улучшения теплоизоляционных свойств) повысить энергоэффективность зданий и снизить затрат на отопление.
Социальные аспекты	Использование местных промышленных отходов способствует созданию новых рабочих мест в сфере производства строительных материалов и утилизации отходов, а значит и развитию местной экономики.
Соответствие стандартам	Использование разработанных цементных материалов может повысить рейтинг зданий по различным стандартам устойчивого строительства.

Заключение

Результаты исследования подтверждают перспективность использования промышленных отходов для производства энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов, способствующих устойчивому развитию строительной отрасли. Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением влияния различных добавок на свойства цементных композитов, разработкой технологий производства цемента с использованием местных промышленных отходов ХМАО, оценкой экономической эффективности применения разработанных материалов в реальных строительных проектах, а также с проведением испытаний на долговечность в условиях агрессивной среды. Разработка и внедрение энергоэффективных цементных материалов на основе промышленных отходов является важным шагом на пути к созданию устойчивой строительной отрасли и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Кузнецова И.Н., Косач А.Ф., Педун Г.А., Евдокимова Н.А. Физико-технические показатели пенобетона // IV Международный Косыгинский Форум "Проблемы инженерных наук: формирование технологического суверенитета". Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума "Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики страны" (20–22 февраля 2024 г.). – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2024. – С. 162–164.
2. Кузнецова, И. Н. Энергоэффективные проектные решения фундамента и конструкций // Современная Российская наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции. В 2 частях, Пенза, 12 декабря 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 98–100.

УДК 691.327.33

Влияние активно-минеральных добавок на свойства цемента

Д.Е. Логинов, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.И. Кудяков
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Influence of active mineral additives on the properties of cement

D.Yu. Loginov, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.I. Kudyakov
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *The results of studies of cement strength using active mineral additives. The goal of the study was to examine the patterns of influence of hydraulic removal ash and expanded clay dust on the compressive strength of cement mortar. The introduction of expanded clay dust instead of cement in the amount of 10 % and the addition of 5 % to the mortar mixture leads to an increase in the compressive strength of the cement mortar after 28 days to 12 %.*

Key words: *cement, ash, expanded clay dust, compressive strength, cement matrix, polyfractional sand*

Введение

При разработке эффективных технологий производства цементных строительных материалов (бетонов или растворов) для повышения их качества, обеспечения заданных свойств изготавливаемых изделий, а также снижения расхода цемента (энергоемкого компонента) используют научные принципы управления структурой материала модифицированием композиций на стадии их приготовления путем введения активных высоко дисперсных или армирующих минеральных добавок из природного сырья или побочных продуктов промышленности [1, 2].

При управлении структурой цементных бетонов для улучшения его качества традиционно применяется бинарная модель, формируемая из структурного каркаса заполнителя и связующей матрицы цементного камня. Ключевая роль в формировании прочностных показателей бетона отводится качеству цементного камня, которое обеспечивается физико-химическим взаимодействием активных минеральных дисперсных добавок с компонентами твердеющего цементного камня [2].

Разработаны научные принципы повышения качественных показателей бетона, совершенствования структуры цементного камня введением высокодисперсных активно-минеральных компонентов [3, 4]. К таким добавкам относятся алюмосиликатная микросфера, зола, керамическая пыль, мраморная мука, микрокремнезем и другие. Эти добавки целенаправленно влияют на формирование новых кристаллогидратных соединений и оптимальной структуры в композиции "цемент-вода", позволяя управлять процессом формирования структуры цементного камня. В цементном камне происходит взаимодействие активно-минеральных добавок с портландитом, образующемся при гидролизе алита, основного минерала цемента, с образованием дополнительного количества кристаллогидратных новообразований. Это способствует экономии цементного вяжущего при производстве цементных бетонов. Специфика воздействия высокодисперсных активных минеральных добавок на формирование структуры и физико-механические свойства цементного камня проявляется в интенсификации структурообразования цементной матрицы. Анализ предшествующих исследований строительных смесей с модифицирующими компонентами показывает, что положительные результаты достигаются

главным образом через управление микроструктурой композита, в частности, путем ускорения формирования структуры цементного камня. При проведении исследований оценка качества цементных композиций с активно-минеральными добавками проводилась по изменению активности цемента, т. е. динамики набора прочности при сжатии модифицированного цементного раствора в различные сроки твердения.

Экспериментальная часть

Для проведения исследований были использованы следующие сырьевые материалы:

- портландцемент Ачинского цементного завода ЦЕМ I 32,5Б (ГОСТ 31108-2020);
- стандартный полифракционный песок (ГОСТ 6139-2020);
- для затворения вяжущего - обычная водопроводная вода (ГОСТ 23732-2011);
- активно-минеральные добавки:

а) зольная составляющая (зола) золошлаковых смесей гидроудаления Северской ТЭЦ Томской области (ГОСТ 25592-2013). Зола по составу представлена в основном оксидами кремния (SiO_2 – 47 %) и алюминия (Al_2O_3 – 23 %). Физические свойства зольной составляющей Северской ТЭЦ приведены в [4];

б) керамзитовая пыль – отходы при производстве керамзитового гравия.

Активно-минеральные добавки вводились с частичной заменой песка (зола), с заменой или добавления к цементу по массе (керамзитовая пыль).

Влияние активно-минеральных добавок на прочность цемента определялось по ГОСТ 30744-2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка». Приготовление растворной смеси проводилось на автоматическом лабораторном смесителе АЛС-5. Свежеприготовленный цементный раствор укладывали в металлические формы. Отформованные образцы балочки 40x40x160 мм выдерживались в формах при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение суток. Затем образцы разопалубливались и хранились во влажных условиях до испытания в возрасте 7 и 28 суток.

Результаты

Результаты испытаний образцов представлены в табл. 1. Как видно из табл. 1 при введении золы в количестве 5 и 10 % взамен песка снижается прочность на сжатие раствора в возрасте 7 суток на 5,5–15,4 %, в возрасте 28 суток на 10,4–12,3 % по сравнению с контрольным составом. Данный эффект объясняется снижением активности зольной составляющей в связи с гидроудалением золошлаковых смесей Северской ТЭЦ. Прочность цементно-песчаных растворов с керамзитовой пылью повышается по сравнению с контрольным бездобавочным составом.

Наибольший прирост прочности на сжатие наблюдается при добавлении керамзитовой пыли в количестве 5 % от массы цемента. Так прочность на сжатие раствора при твердении во влажных условиях 7 суток увеличилась на 12,4 %, а 28 суток твердения на 11,4 % по сравнению с раствором контрольного состава.

Таблица 1

Влияние активно-минеральных добавок на активность цемента в растворах

Состав	Прочность на сжатие в возрасте, МПа	
	7 суток	28 суток
Контрольный	30,6	38,3
5 % золы (с заменой песка)	25,9	34,3
10 % золы (с заменой песка)	28,9	33,6
5% керамзитовая пыль (добавление к цементу)	34,4	42,7
5% керамзитовая пыль (с заменой цемента)	33,7	36,0
10% керамзитовая пыль (добавление к цементу)	32,2	38,4
10% керамзитовая пыль (с заменой цемента)	29,8	40,4

Заключение

Установлена высокая эффективность использования керамзитовой пыли в качестве активно-минеральных добавок при производстве цементных строительных материалов. Обеспечивается повышение активности (прочности) цемента в растворах в возрасте 7–28 суток на 11,4–12,4 %. Керамзитовая пыль выступают в роли пористой активно-минеральной добавки, взаимодействуя с компонентами цементной матрицы. Образуется кластер «вяжущее-добавка» за счет высокой поверхностной энергии частиц добавки, уплотняющего структуру цементного раствора.

Для дальнейших исследований цементных композиций рекомендованы две дозировки керамзитовой пыли: 5 % добавление к цементу и 10 % взамен цемента от массы цемента.

Список литературы

1. Кудяков А.И., Стешенко А.Б., Душенин Н.П., Рябцева Н.Е. Теплоизоляционный цементный пенобетон неавтоклавного твердения с золой гидроудаления // Вестник ТГАСУ. – 2021. – № 5. – С.105–117.
2. Кудяков А.И., Стешенко А.Б., Конушева В.В., Сыркин О.О. Технологические приемы уменьшения усадки неавтоклавного пенобетона и повышение класса по прочности // Вестник ТГАСУ. – 2016. – № 5 (58). – С.129–139.
3. Машкин Н.А., Кудяков А.И., Бартеньева Е.А. Неавтоклавный пенобетон, дисперсно-армированный минеральными и волокнистыми добавками // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2018. – № 8 (716). – С.58–68.
4. Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Семеновых М.А., Копаница Н.О., Демьяненко О.В., Куликова А.А., Стешенко А.Б. Вторичные продукты в производстве строительных материалов: монография. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2023. – 152 с.

Использование результатов инженерных изысканий прошлых летД.Р. Мамонтов

Научный руководитель: доцент И.Н. Кузнецова
Югорский государственный университет,
Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16, 628012
E-mail: redstarr14@mail.ru

Using the results of engineering surveys of previous yearsD.R. Mamontov

Scientific Supervisor: Dr. I.N. Kuznetsova
Ugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhov str., 16, 628012
E-mail: redstarr14@mail.ru

Abstract. *This study analyzes the possibility of using archival materials from engineering surveys (geodetic, geological, hydrometeorological, environmental) for design and construction. It examines methods for updating data, their validity periods, and conditions of use. The goal is to optimize costs and improve the accuracy of design solutions while complying with modern requirements.*

Key words: *engineering surveys, limitation period, research from past years.*

Введение

Инженерные изыскания служат основой для принятия технических решений при разработке проектной документации. Проведение инженерных изысканий имеет свою стоимость. И чтобы сэкономить хотя бы часть стоимости на проектировании и строительстве объектов заказчики при возможности используют результаты ранее сделанных изысканий. Но при этом большинство из них не задается вопросом, а можно ли использовать данные изыскания, актуальные ли они и не истек ли их срок давности.

Целью данной исследовательской работы является определение возможности использования архивных материалов инженерных изысканий.

Экспериментальная часть

Использование архивных материалов любых видов изысканий - это рекомендуемый метод для составления предварительной характеристики исследуемой территории.

Архивные данные инженерных изысканий могут быть получены из региональных фондов или предоставлены заказчиком. Их использование перед началом новых исследований позволяет более точно определить объем и перечень предстоящих работ, а также оценить текущие условия на участке. Это способствует оптимизации процесса изысканий, сокращению затрат и повышению точности проектных решений, что необходимо учитывать для успешной реализации строительных проектов.

Выполнять весь перечень работ заново не нужно. Достаточно обновить информацию с помощью специального набора процедур, сопоставить полученные результаты с предыдущими данными и подготовить отчет. В случае выявления несоответствий, они структурируются и анализируются.

В случае с материалами геодезической съемки они будут особенно важны для анализа изменений рельефа территории и оценки активности неблагоприятных природных процессов.

Актуализация результатов изысканий - необходимое требование для проектирования и успешного прохождения государственной экспертизы. Данная процедура дает возможность уточнить и привести в соответствие информацию, полученную в ходе исследований, проведенных много лет назад.

Начальный этап обновления срока действия топографической съемки включает визуальный осмотр и фиксацию изменений, произошедших на территории. Если рельеф, застройка и другие элементы геоподосновы изменились менее чем на 35 % от общей площади исследуемого участка, план можно актуализировать, приведя его в соответствие с текущим состоянием местности. Такая ситуация характерна для территорий с городской застройкой. Если изменения превышают 35 %, требуется проведение новой съемки [1].

При строительстве, капитальном ремонте или реконструкции объектов картографические материалы, необходимые для создания генплана и других документов проектной документации, должны быть подготовлены не позднее чем за два года до их подачи на рассмотрение в государственную экспертизу для получения положительного заключения [1].

Актуализация данных инженерно-геологических изысканий необходима из-за возможных изменений геологической обстановки на строительной площадке. К ним относятся трансформация свойств грунтов, изменения гидрологического режима, характеристик рельефа и других факторов. Со временем могут произойти значительные перемены, которые напрямую влияют на организацию, безопасность и эффективность проведения строительных работ.

Чтобы упростить процесс проектирования в процессе подготовки отчетной документации архивные материалы изысканий используются выборочно.

При проведении изысканий для строительства разрешается применять данные инженерно-геологических изысканий, которые были выполнены ранее, в случае сохранения из срока давности. Срок давности рассчитывается с момента окончания ранее проведенных изысканий до начала проектирования или корректировки проектной документации объектов капитального строительства [1]. То есть использование архивных данных способствует оптимизации процесса проектирования, а также и снижению затрат, так как нет необходимости выполнять изыскания в полном объеме.

Рекогносцировочное обследование проводится для выявления изменений на исследуемой территории. Чтобы уточнить характер и объем предстоящих работ данная процедура выполняется до составления итоговой программы инженерных изысканий.

В табл. 1 указаны сроки, при которых можно пользоваться архивными результатами инженерно-геологических изысканий, не проводя при этом новые исследования. Однако, нужно учитывать неизменность проектных решений сооружений, в том числе глубину заложения и типы фундаментов.

Таблица 1

Срок давности инженерно-геологических изысканий

Характеристика условий	Срок давности результатов, не более	
	На застроенных территориях	На незастроенных территориях
Геологическое строение	Без ограничений	Без ограничений
Геологические и инженерно-геологические процессы	2 лет	5 лет
Физико-механические свойства грунтов, в том числе химический состав вод	2 лет	5 лет
Физико-механические свойства многолетнемерзлых грунтов	2 лет	5 лет
Сейсмические и сеймотектонические условия	Без ограничений	Без ограничений

При проведении инженерно-экологических изысканий допускается использование данных прошлых лет без необходимости выполнения новых исследований, при условии соблюдения сроков давности и проведения анализа произошедших изменений [1]. Для оценки динамики экологической обстановки применяются результаты ранее выполненных изысканий, а также материалы дистанционного зондирования Земли, полученные с использованием различных методов съемки, таких как аэрофотосъемка и спутниковые данные. Эти методы

обеспечивают высокую точность и актуальность информации, что крайне важно для принятия обоснованных проектных решений. Использование таких данных позволяет не только сократить время на проведение исследований, но и повысить их эффективность.

В процессе проведения инженерно-экологических изысканий важно учитывать материалы прошлых исследований (при их наличии), принимая во внимание срок давности, который определяется как период от завершения изысканий до начала проектирования, согласно таблице Свода правил [1]. Использование архивных данных не только оптимизирует процесс, но и значительно снижает затраты, повышая при этом точность проектных решений. Это важно для успешной реализации строительных проектов, так как позволяет избежать дублирования работ, обеспечивает актуальность данных и минимизирует риски. Все это способствует повышению эффективности проектирования и снижению вероятности ошибок, что особенно важно в условиях современных требований к строительству и экологической безопасности.

Срок давности материалов инженерно-гидрометеорологических изысканий для гидрологического режима водных объектов - два года, для метеорологического режима территории – пять лет (от завершения изысканий до начала проектирования) [1]. Критерии оценки их использования: достоверность расчетных характеристик гидрометеорологического режима и обоснованность прогноза опасных природных процессов, включая деформации русел и пойм. Эти факторы важны для точности проектных решений, безопасности строительства и предотвращения экологических и технических рисков. Использование актуальных данных минимизирует ошибки, повышает эффективность проектов и обеспечивает соответствие современным стандартам. Правильное применение архивных материалов и их актуализация - ключевые этапы проектирования и строительства.

Результаты

Исследования показали, что использование результатов инженерных изысканий прошлых лет возможно при условии их актуализации и соответствия современным требованиям.

Определены сроки давности для геодезических, геологических, гидрометеорологических и экологических изысканий.

Заключение

Использование архивных материалов инженерных изысканий является эффективным способом снижения затрат на проектирование и строительство. Однако их применение требует тщательной проверки актуальности и соответствия современным условиям.

Актуализация данных, включая геодезические, геологические и экологические исследования, позволяет уточнить параметры и обеспечить безопасность строительства. Соблюдение сроков давности материалов и их корректное использование в сочетании с новыми исследованиями способствуют оптимизации процессов проектирования и успешному прохождению экспертизы.

Список литературы

1. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 : утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1033/пр (ред. от 30.12.2020) // СПС Консультант Плюс.

УДК 691.4

**Влияние органических выгорающих добавок на структурообразование
керамических материалов**С.Е. Миронов

Научный руководитель: доцент, к.т.н., Е.Е. Ибе

ХТИ – филиал СФУ,

Россия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, 655017

E-mail: miks0070@mail.ru**Influence of organic burnout additives on structure formation of ceramic materials**S.E. Mironov

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. E.E. Ibe

KhTI – branch of SibFU, Russia, Abakan, Shchetinkina str., 27, 655017

E-mail: miks0070@mail.ru

Abstract. The work investigates the influence of organic burnout additives on the structure formation of ceramic materials. Two different types of clay with addition of lignin and sawdust are considered. The results confirm that the complex addition of these components contributes to the formation of effective ceramics, but its content should not exceed 20 % of the total mass.

Key words: ceramic materials, lignin, burnout additives, waste, recycling.

Введение

Массовое производство и потребление привели к острой экологической проблеме – накоплению отходов. По данным Росприроднадзора, к концу 2023 года в России накопилось около 9 миллиардов тонн отходов, что на 2,9 % больше, чем в 2022 году. При этом доля переработанных отходов снизилась на 4 %, а доля отходов, отправленных на хранение, увеличилась на 10,5 %. Эти данные свидетельствуют о том, что за последние два года рост отходов снова увеличился. Согласно ФЗ «Об отходах производства и потребления», необходимо сокращать количество отходов и возвращать их в хозяйственный оборот. Учёные неоднократно подчёркивали, что промышленные отходы могут служить альтернативой природным ресурсам, а в некоторых случаях их уникальные характеристики превращают их в ценное сырьё [1, 2].

В XX веке гидролизная промышленность привела к накоплению большого количества отходов, в том числе, гидролизного лигнина. В Усть-Абаканском районе Хакасии находится полигон с лигнином, объем которого более 3 млн м³. Лигнин представляет экологическую опасность: летом он способен самовозгораться, выделяя ядовитый дым. Сегодня лигнин активно используется в различных секторах промышленности [3].

Экспериментальная часть

При проведении экспериментальных исследований были использованы следующие материалы: глина, древесные опилки, гидролизный лигнин Усть-Абаканского гидролизного завода. Составы исследуемых керамических масс представлены в табл. 1.

Таблица 1

Составы исследуемых керамических масс

Компоненты	Наименование состава и содержание компонентов, масс. %						
	1	2	3	4	5	6	7
Глина	90	80	90	80	80	80	80
Опилки	10	20	–	–	15	10	5
Лигнин	–	–	10	20	5	10	15

В работе использовалось два типа глинистого сырья из Хакасии: глина № 1 – смесь аргиллитов желтой и черной разностей Черногорского месторождения, глина № 2 – белая глина с месторождения, расположенного вблизи деревни Курганная.

Для проведения эксперимента применялся метод полусухого прессования для создания образцов, при этом давление в процессе не превышало 15 МПа. Сырьё предварительно высушивалось, измельчалось и просеивалось через сито, после чего компоненты смешивались до образования однородной массы, которую увлажняли до достижения формовочной влажности не более 20 %. Затем образцы подвергались сушке при комнатной температуре и обжигались в лабораторной печи. Нагрев изделий продолжался 90 минут до температуры 900 °С, после чего обжиг проводился в течение 60 минут. В конце процесса образцы остывали в печи до достижения комнатной температуры.

Результаты

По внешнему виду и качеству полученные керамические изделия соответствуют удовлетворительным требованиям. При анализе образцов цилиндрической формы было установлено, что образцы, включающие глину № 1, обладают насыщенным шоколадно-коричневым цветом, по сравнению с образцами, содержащими глину № 2 (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид керамических изделий: из глины №1 (слева), из глины №2 (справа)

В обоих составах наблюдается, что образцы с опилками обладают более рыхлой структурой, чем образцы с лигнином и опилками. Гранулометрический состав лигнина позволил получить образцы с равномерной среднепористой макроструктурой.

Физико-механические свойства полученных изделий определены по стандартным методикам (рис. 2–4).

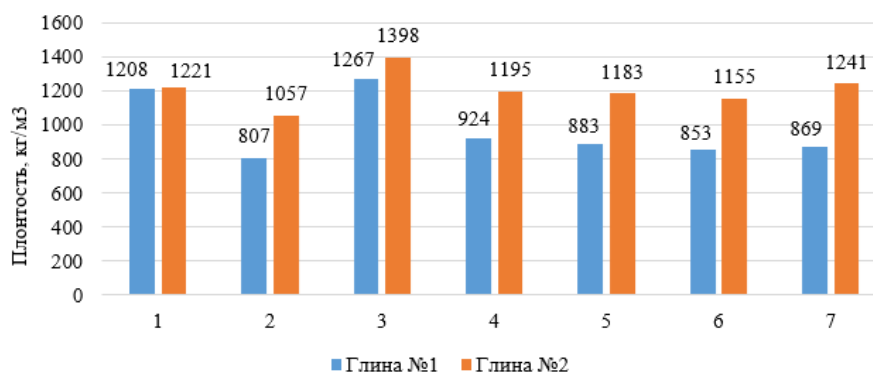


Рис. 2. Средняя плотность полученных керамических изделий

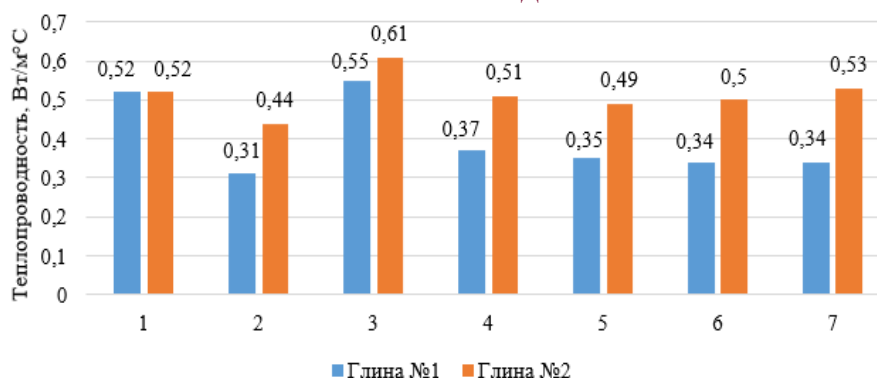


Рис. 3. Теплопроводность полученных керамических изделий

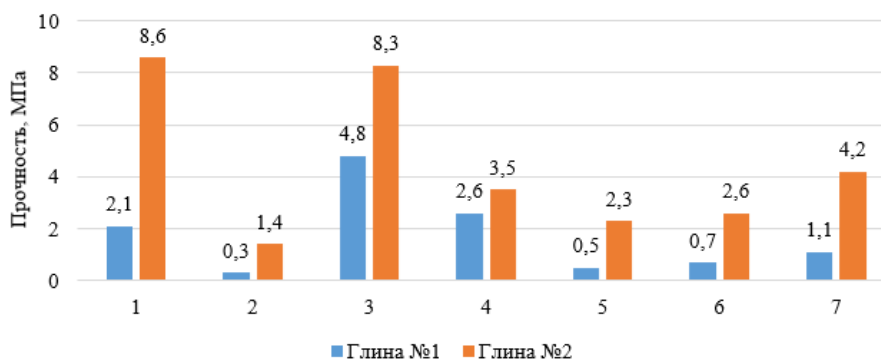


Рис. 4. Прочность полученных керамических изделий

Заключение

Изменение исходного сырья значительно влияет на свойства конечных изделий. Так, керамические изделия из глины №1, благодаря низкой плотности и теплопроводности в сочетании с органическими добавками, перспективны для производства теплоизоляционных материалов, хотя и имеет меньшую прочность. В то время как керамика из глины №2 с теми же добавками обеспечивают лучшую плотность и прочность, что оптимально для производства стандартных керамических изделий. Важно отметить, что содержание добавок должно быть не более 20 % от общей массы, так как большее количество отрицательно влияет на физико-механические свойства изделий.

Список литературы

1. Вакалова Т.В., Сергеев Н.П., Толегенов Д.Т., Толегенова Д.Ж., Митина Н.А. Перспективы использования красного шлама для получения высокопрочной строительной керамики. Вестник ТГАСУ. – 2024. – № 26 (2). – С. 171–184.
2. Singh D. et al. A comprehensive review on valorisation of octal by-product as supplementary admixtures in the production of fired and unfired bricks // Construction and Building Materials. – 2023. – Vol. 408. – Рр. 133641.
3. Молоков В.С., Балабанов В.Б. Исследование влияния добавок гидролизного лигнина на физико-механические свойства асфальтобетонных смесей // Инновации и инвестиции. – 2024. – № 3. – С. 569–572.

Технологии строительства каркасных зданийА.В. Михайлов

Научный руководитель: доцент, к.т.н. И.Н. Кузнецова

Югорский государственный университет,

Россия, г. Ханты-Мансийск, улица Чехова, 16, 628012

E-mail: artem.mikha91@gmail.com**Technologies of frame building construction**A.V. Mikhailov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. I.N. Kuznetsova

Yugorsky State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhov Str., 16, 628012

E-mail: artem.mikha91@gmail.com

Abstract. *Frame construction, dominant in residential sectors across the USA, Canada, Northern Europe, and Japan, remains underutilized in Russia despite its global prevalence. This study evaluates key methods - traditional timber framing, panel-frame, frame-panel, and light-gauge steel framing – highlighting advantages like speed, cost-efficiency, energy savings, and sustainability. Challenges in Russia include durability misconceptions, variable construction quality, and low public awareness. Case examples, such as Japan's earthquake-resistant designs, underscore the method's adaptability. Rising costs of traditional materials and energy-conscious trends present opportunities for frame construction expansion in Russia, particularly in extreme climates. Successful adoption requires stricter standards, enhanced worker training, and public education. With proper implementation, frame systems could emerge as a viable, eco-friendly alternative to conventional Russian housing, aligning with global sustainable building practices.*

Key words: *frame construction, construction technologies, energy efficiency, sustainable housing, housing affordability*

Введение

Каркасное строительство – это один из самых распространённых способов возведения жилых домов по всему миру. Особенно популярна эта технология в США, Канаде, странах Северной Европы и Японии, где подавляющее большинство частных домов (более 80 %) строится именно таким методом. В России интерес к каркасному строительству начал расти сравнительно недавно, но пока доля возведённых таким образом зданий в общем объёме жилья остаётся небольшой [1]. В этой статье мы разберём основные технологии каркасного строительства, их плюсы и минусы, а также перспективы развития данного направления в России.

Экспериментальная часть

В условиях растущей потребности в доступном и качественном жилье каркасные технологии строительства становятся все более востребованными. Они позволяют возводить дома в сжатые сроки, обеспечивая при этом высокий уровень комфорта и энергоэффективности. Однако, чтобы понять, почему данные технологии завоевывают популярность, важно не только оценить их преимущества, но и детально разобраться в особенностях различных подходов к возведению зданий.

Каркасное строительство представляет собой «технология строительства, где на фундамент собирается дом из заранее изготовленных материалов, которые монтируются согласно проектной документации» [2].

Суть каркасного метода возведения здания состоит в том, что в качестве основы здания выступает каркас из дерева или металла, который потом обшивается панелями, утепляется и отделывается, создавая легкую, но прочную конструкцию. Такой подход не только сокращает

сроки возведения, но и открывает широкие возможности для адаптации проектов под различные климатические условия.

Ключевые преимущества каркасного строительства делают его особенно привлекательным в современных реалиях:

- скорость строительства: объект можно возвести за один сезон, что в разы быстрее, чем при использовании кирпича или бетона;

- энергоэффективность: современные утеплители, такие как минеральная вата или пенополистирол, обеспечивают отличную теплоизоляцию, при этом еще и снижая затраты на отопление здания;

- экономичность: стоимость материалов и работ при каркасном строительстве значительно ниже, чем у традиционных технологий;

- экологичность: использование для каркаса древесины и других натуральных компонентов минимизирует вред для окружающей среды;

- независимость от сезона: монтаж каркаса здания возможен даже при низких температурах, что особенно актуально для большинства регионов России.

Рассмотрим основные технологии каркасного строительства, каждая из которых имеет свои особенности. Наиболее распространенными являются:

Фахверк – это классическая технология каркасного строительства, при которой несущую функцию выполняет жесткий каркас из балок, стоек и раскосов (рис. 1). Особенностью фахверка является то, что каркас остается видимым и становится элементом декора. В последнее время в России набирает популярность так называемый «стеклянный фахверк», где пространство между каркасом заполняется стеклянными поверхностями [3].

Преимущества фахверка включают возможность создания свободной конфигурации дома, легкость ремонта и отсутствие усадки. Однако недостатки связаны с общими проблемами деревянного строительства: дерево подвержено воздействию влаги, грибка и древесных паразитов. Кроме того, в таких домах необходимо предусмотреть систему вентиляции для предотвращения духоты.

Каркасно-щитовая технология широко применяется в строительстве в Норвегии, США, Канаде и других странах. Основой дома является несущий каркас, состоящий из стеновых щитов, которые изготавливаются на специальных предприятиях и устанавливаются на фундамент с помощью строительной техники.

Главное преимущество каркасно-щитовой технологии – значительная экономия времени, так как дом не требует усадки. Однако к недостаткам можно отнести необходимость использования спецтехники, слабую звукоизоляцию и низкую теплоустойчивость [4].

Каркасно-рамочная технология отличается большей надежностью конструкции по сравнению с каркасно-щитовой. Каркас выполняется из хвойных пород дерева, высушенного до влажности не более 15 %. К преимуществам данной технологии относят отсутствие усадки, дешевизну (на 15–20 % дешевле щитового дома) и возможность устройства стен непосредственно на месте строительства. Однако срок эксплуатации возведенных таким образом домов ограничен – 75–100 лет, а перепланировка практически невозможна [2].

Металлический каркас. В последнее время набирает популярность технология строительства с использованием металлического каркаса, известная как ЛСТК (легкие стальные тонкостенные конструкции). Такие здания могут достигать трех этажей и обладают высокой долговечностью, особенно в регионах с влажным климатом. К преимуществам ЛСТК относят скорость сборки, энергосбережение и надежность. Однако недостатком является высокая электропроводность, требующая правильной организации заземления, а также риск деформации металлических конструкций при пожаре.

Результаты

Несмотря на возрастающую популярность, в России каркасные технологии пока сталкиваются с рядом барьеров. Главные из них – стереотипы о «ненадежности» таких домов и низкое качество исполнения из-за нарушений технологий. Многие застройщики экономят на материалах или квалификации рабочих, что приводит к сокращению срока службы каркасных зданий и росту недоверия со стороны потребителей.

Однако эти проблемы не отменяют потенциала каркасного строительства. Рост цен на кирпич и бетон, а также тренд на энергосбережение создают благоприятные условия для его развития. Уже сегодня в регионах с суровым климатом каркасные дома демонстрируют свою эффективность, сочетая доступность и комфорт.

Каркасные технологии позволяют строить многоэтажные здания, при этом их устойчивость к сейсмическим нагрузкам не уступает железобетонным конструкциям. Это подтверждают наблюдения за землетрясениями в Японии, где такие дома выдерживают серьезные подземные толчки [2]. В последние годы даже японцы, известные своей практичностью, все чаще отдают предпочтение каркасному домостроению.

Важно отметить, что правильно спроектированные и построенные по всем технологическим требованиям каркасные дома обладают высокой энергоэффективностью, превосходя другие типы зданий аналогичной площади. Например, стены каркасного дома толщиной 20 см по уровню теплоизоляции сопоставимы с:

- кирпичными стенами толщиной до 80 см;
- пенобетонными стенами до 60 см;
- деревянными стенами (из бруса или бревна) толщиной до 35 см [5].

Заключение

В заключении отметим, что каркасное строительство – перспективная и востребованная технология, активно развивающаяся по всему миру. Оно привлекает высокой скоростью возведения, энергоэффективностью, экономичностью и экологичностью. В России интерес к каркасным домам растет, но их распространение сдерживается стереотипами, низким качеством исполнения и недостаточной информированностью.

Тем не менее, этот метод имеет большой потенциал, особенно в регионах с суровым климатом, где он демонстрирует высокую эффективность. Современные технологии, такие как ЛСТК и стеклянный фахверк, расширяют возможности адаптации каркасных домов. Для успешного развития направления важно повышать качество строительства, квалификацию специалистов и информировать потребителей. При соблюдении всех стандартов каркасные дома могут стать надежной альтернативой традиционному строительству в России.

Список литературы

1. Степанов М.Ю. Анализ технологий каркасного строительства и перспективы развития в России // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». – Красноярск : СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева, 2019. – С. 120–122.
2. Храпова Т.Е. Каркасные дома: технология строительства дома из ЛСТК // Материалы XVI межвузовской научно-технической конференции. – Рязань : ИП Жуков, 2018. – С. 170–175.
3. Овсянников С.И. Новые подходы в фахверковом строительстве: монография. – Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. – 108 с.
4. Афонин В.С. Архитектура каркасных зданий средней этажности // Приволжский научный журнал. – 2023. – № 3 (67). – С. 193–200.
5. Моравская Е.В., Калюжная А.В. Перспективы строительства малоэтажных каркасных зданий // Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Омск : СибАДИ, 2022. – С. 332–335.

УДК 721.021

Оптимизация армирования на основе графического ПО «Adobe Photoshop»

Д.Э. Нумонбеков

Научный руководитель: доцент, к.т.н. З.Р. Галяутдинов

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, Соляная площадь, 2, 634003.

E-mail: donnumonbekov@gmail.com

Optimization of reinforcement based on Adobe Photoshop graphic software

D.E. Numonbekov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. Z.R. Galyautdinov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: donnumonbekov@gmail.com

Abstract. *The article explores a method for optimizing reinforcement design using the LIRA-SAPR software package in combination with Adobe Photoshop. The proposed approach involves exporting reinforcement isofield results from LIRA-SAPR and processing them in Photoshop to merge multiple separate images into a single consolidated map. This allows for a clear and efficient analysis of reinforcement distribution across the entire structure, simplifying design decision-making and improving the accuracy of result interpretation.*

Key words: BIM, reinforcement, optimization.

Введение

С увеличением масштабов строительства и ростом числа проектируемых многоэтажных гражданских зданий из монолитного железобетона возрастает потребность в оптимизации процессов проектирования, в том числе при разработке рабочей документации включающих разработку схем армирования конструктивных элементов, таких как плиты перекрытия. Одной из наиболее трудоёмких задач при этом является проектирование дополнительных зон армирования, особенно в условиях повторяющихся типовых решений.

На практике уже используется метод оптимизации, заключающийся в армировании одной типовой плиты с учётом суммарного армирования, необходимого для всех аналогичных плит. Такой подход позволяет сократить количество индивидуальных решений, однако требует значительных временных затрат на анализ и сопоставление изополей армирования каждой плиты.

В данной работе предлагается способ дополнительной оптимизации, основанный на объединении множества изображений изополей армирования в одно сводное изображение с использованием графических инструментов. Это позволяет упростить визуальный анализ и ускорить процесс принятия проектных решений, сохраняя при этом точность и надёжность расчётных данных. Данный метод был протестирован на основе ПО Adobe Photoshop [1] и ЛИРА САПР [2, 3]. В качестве тестируемого объекта послужило проектирующееся 14-этажное жилое здание в г. Новосибирск.

Экспериментальная часть

Главным преимуществом данного метода является то, что вместо анализа изображений, которые требует много времени, за короткое время возможно проанализировать несколько этажей типовых плит перекрытий.

Начало анализа начинается с сохранения результатов (изображений изополей армирования типовых плит перекрытий на нескольких отметках) и последующей обработкой их в графическом редакторе, на данном примере Adobe Photoshop. При сохранении

рекомендуется из ЛИРА САПР соблюдать понятное наименование каждого выгруженного изображения с указанием направления, грани плиты и отметки [2] (см. рис. 1).

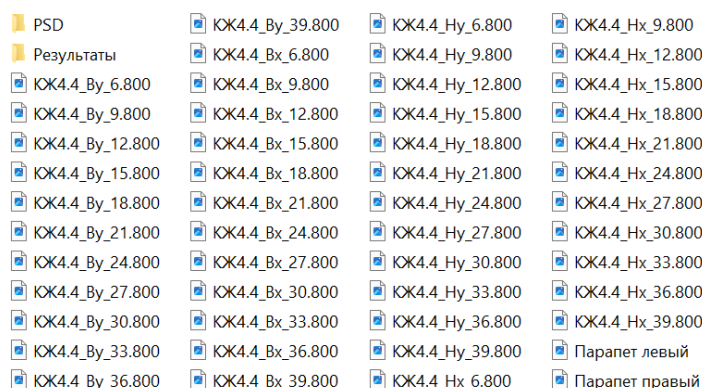


Рис. 1. Сохраненные изображения изополей армирования

Далее выделяются все цвета изополей армирования по отдельности и сортируются по отметкам и цветам послойно (рис. 2, 3). При этом должна соблюдаться иерархия цветов по площади армирования на погонный метр (рис. 4). Это реализуется встроенной функцией группирования слоев, а для выделения используется инструмент «цветовой диапазон» (в других ПО «Выделение по цвету») [1].



Рис. 2. Изополя дополнительного армирования по одному цвету. (В данном случае d10s200 + d10s200)

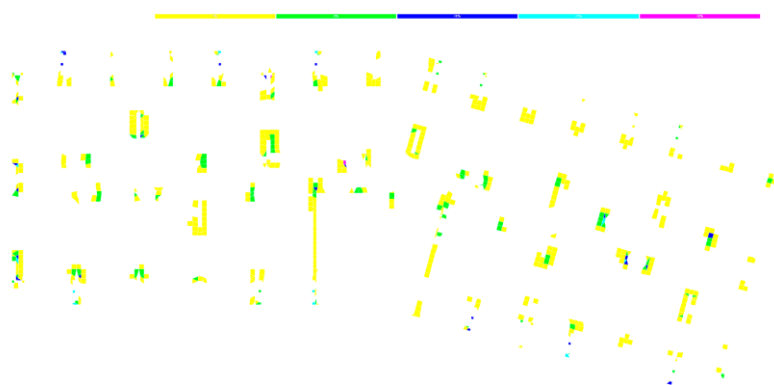


Рис. 3. Изополя дополнительного армирования по всем цветам

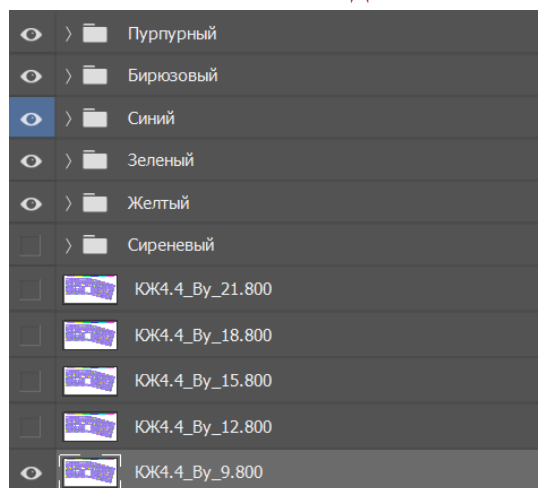


Рис. 4. Иерархия цветов сгруппированных слоев

После данных операций остается экспортировать полученное изображение просуммированных областей и сохранить в нужном формате. Далее данное изображение загружается в САПР (Autodesk Revit, Autodesk Autocad, Renga и т. д.) и выполняется дальнейшая разработка схем армирования зон дополнительного армирования плит перекрытий.

Результат

Был разработан метод оптимизации процессов проектирования схем армирования зон дополнительного армирования плит перекрытий. На стадии тестирования данный метод дал положительную оценку. Удалось сократить несколько дней проектирования данным методом. А также данный метод имеет перспективу автоматизации путем внедрения плагина в графический редактор, и процесс обработки изображений может быть устранен, тем самым уменьшая при этом время анализа.

Заключение

Предложенная методика демонстрирует потенциал использования графических редакторов для ускорения анализа расчетных данных, что может быть полезным инструментом в практике армирования типовых конструктивных элементов.

Список литературы

1. Руководство пользователя Photoshop [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpx.adobe.com/ru/photoshop/user-guide.html>
2. Руководство пользователя ЛИРА-САПР [Электронный ресурс]. – URL: https://rflira.ru/files/lira-sapr/Book_LIRA_SAPR_2018.pdf
3. База знаний ЛИРА САПР [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rflira.ru/kb/>

**Анализ общедоступных шаблонов КЖ (Конструкции железобетонные)
и КМ (Конструкции металлические) для ПО «Autodesk Revit»****Д.Э. Нумонбеков**

Научный руководитель: доцент, к.т.н. О.В. Лелюга

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, Соляная площадь, 2, 634003

E-mail: donnumonbekov@gmail.com

**Analysis of access free RC (Reinforced Concrete) and SM (Steel Structures) templates
for Autodesk Revit software****D.E. Numonbekov**

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. O.V. Lelyuga

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: donnumonbekov@gmail.com

Abstract: The article explores the role of project templates in streamlining work within Building Information Modeling (BIM) environments. Templates provide pre-configured settings, families, annotations, and specifications aligned with industry standards. While many organizations develop their own templates to meet internal and regulatory requirements (e.g., GOST, ESKD, SPDS), numerous public templates are also available online. However, their quality and usability vary. The study highlights the importance of selecting and adapting templates based on project needs and compliance with applicable standards.

Keywords: BIM, course construction design.

Введение

Шаблон проекта – предварительно настроенная среда проекта для ТИМ с необходимыми элементами для моделирования, шрифтами, аннотациями, настроенными спецификациями [1].

Шаблоны проектов позволяют ускорить работу, обеспечивая готовые настройки, семейства и стандарты оформления. Большинство компаний, использующих ТИМ, имеют свои разработанные шаблоны, которые соответствуют внутренним регламентам организации и актуальным ГОСТам [1]. Вместе с тем в сети интернета находится немалое количество открытых шаблонов, которыми могут пользоваться как студенты, так и самозанятые проектировщики.

Данные шаблоны помогают быстро приступить к работе, сэкономив время на первоначальной настройке. Однако не все общедоступные шаблоны одинаково удобны в использовании. Некоторые из них соответствуют определенным стандартам ЕСКД и СПДС для разработки стадий ПД и РД, в то время как другие могут содержать избыточные или неподходящие элементы и параметры.

Экспериментальная часть

В данной статье проанализировано несколько популярных общедоступных шаблонов, их основные преимущества и недостатки, а также даны рекомендации по их выбору и доработке.

Рассмотрим каждый шаблон подробнее, основываясь на 4 основных составляющих: семейства и типоразмеры (системная арматура, IFC-арматура), шаблоны видов, фильтры, спецификации.

Семейство в Revit – это базовый строительный блок, представляющий собой параметрический 3D-объект с заданными характеристиками и поведением. Семейства используются для создания архитектурных, конструктивных, инженерных элементов и аннотаций, таких как стены, колонны, окна, арматура и марки.

Все семейства в Revit делятся на три основные категории:

1. Системные семейства – встроенные элементы (стены, перекрытия, уровни, виды), которые нельзя редактировать отдельно от проекта.

2. Загружаемые семейства – пользовательские объекты, созданные в отдельном файле и загружаемые в проект (IFC арматура и т. д.).

3. Модели в контексте (Model in-place) – создаются внутри конкретного проекта и не могут быть экспортированы в другие файлы.

Системная арматура – арматура, созданная стандартным инструментом Revit «Арматурный стержень» и представляющая из себя сложное системное семейство, состоящее из нескольких зависимых компонентов: арматурный стержень, форма арматурного стержня, отгиб стержня [2, 3].

IFC-арматура (арматура семейством) – арматура, представляющая из себя загружаемое семейство, работающее по принципу обобщённой модели. Предпочтение отдается данному виду несущей арматуры так как, эти семейства перегружают модель в меньшей степени, чем системная арматура [2, 3].

В спецификация – это табличное представление данных модели, автоматически извлекаемых из её элементов. Спецификации используются для подсчёта, анализа и оформления информации об элементах проекта (например, ведомостей материалов, спецификаций оборудования, листов, помещений и т. д.) [2, 3].

Все конструкции в разделе КЖ моделируются базовыми простыми семействами (перекрытия, стены, фундамент несущей конструкции) и могут быть созданы пользователем на основе его предпочтений, поэтому нет необходимости в большом количестве преднастроенных базовых семейства. В разделе КМ важно наличие настроенных семейств категории Каркас несущий, из которых создаются все основные металлические конструкции.

Шаблон BIM2B КЖ [4]

Преимущества:

- Разнообразие преднастроенных шаблонов вида и фильтров.
- Наличие необходимого набора спецификаций.
- Большое количество форм арматурного стержня и разнообразие IFC – элементов (стержней, закладных деталей, листового проката).
- Разнообразие параметров для фильтрации элементов в спецификациях.

Недостатки:

- Недостаточное разнообразие IFC стержней.
- Отсутствие семейств, позволяющих оптимизировать работу с моделью (К примеру семейство термовкладышей в ПП и стенах).
- IFC арматура зон дополнительного армирования.

Шаблон Weandrevit [6]

Преимущества:

- Аналогичные шаблону BIM2B преимущества за исключением, более насыщенного набора шаблонов вида и фильтров.

Недостатки:

- Аналогичные шаблону BIM2B недостатки.
- Меньшее количество настроенных спецификаций.
- Меньшее количество загруженных IFC – элементов.

Шаблон BIMACAD [7]. Данный шаблон является производной от шаблона Weandrevit, и имеет ряд следующих недостатков по сравнению с первоисточником:

- Отсутствие настроенных шаблонов видов и фильтров.

Шаблон BIM2B KM [5].

Преимущества:

• Данный шаблон является вариацией шаблона КЖ, отличаясь только спецификой работы с несущими элементами. Основным семейством для моделирования является семейство категории Каркас несущий, количество типоразмеров которых обеспечено в данном шаблоне.

- Разнообразие параметров для фильтрации элементов в спецификациях.

Недостатки:

- Нехватка необходимых ГОСТ проката профилей и их актуальность.

Шаблон BIM2B TrueBIM [8].

Преимущества:

- Разнообразие преднастроенных шаблонов вида и фильтров.
- Наличие необходимого набора спецификаций.
- Разнообразие параметров для фильтрации элементов в спецификациях.

Недостатки:

- Недостаточное разнообразие IFC стержней.
- Отсутствие семейств, позволяющих оптимизировать работу с моделью (К примеру семейство термовкладышей в ПП и стенах). Семейство IFC арматуры для зон дополнительного армирования.
- IFC арматура зон дополнительного армирования.

Результат

Таким образом в ходе исследования было выявлено что наиболее практичным и удобным шаблоном для КЖ, КМ в Autodesk Revit оказался шаблон от BIM2B. В его основные преимущества входят много преднастроенных форм арматуры, а также наличие многих IFC элементов, настроенных шаблонов видов и фильтров. Также этот шаблон можно дополнить некоторыми арматурными элементами, семействами, которые ускорили бы работу (термовкладыши).

Заключение

Много шаблонов есть в открытом доступе, однако не все из них полезны и удобны. Из этого следует, нужно взять в работу шаблон от BIM2B и смотря на остальные шаблоны взять лучшие стороны каждого шаблона, внести изменения в данный шаблон, таким образом устранив существующие недостатки

Список литературы

1. ГОСТ 21.501-2018. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений; введ. 1.06.19. – Москва, 2019.
2. Инструкция проектировщика. Использование в Autodesk Revit BIM-моделей компании Master Builders Solutions. MBCC Group. – Москва, 2021. – 20 с.
3. Revit MEP 2011. Руководство пользователя. – Москва, 2010. – 2258 с.
4. Шаблон КЖ [Электронный ресурс]. – URL: <https://bim2b.ru/product/adsk-shablon-revit-kzh/>
5. Шаблон КМ [Электронный ресурс]. – URL: <https://bim2b.ru/product/adsk-shablon-revit-km/>
6. Шаблон weandrevit [Электронный ресурс]. – URL: <https://weandrevit.ru/obnovlenie-shablona-weandrevit-2020-2/>
7. Шаблон bimacad [Электронный ресурс]. – URL: <https://bimacad.ru/news/shablon-bimacad-konstruktsii-dlya-revit/>
8. Шаблон Truebim [Электронный ресурс]. – URL: <https://yadi.sk/d/lajuN68B3ZadJz>

**Фосфатный ячеистый бетон на шамотном заполнителе с добавкой дисперсных
алюмосиликатных промышленных отходов**

Н.Е. Посаднова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.А. Абызов

Южно-Уральский государственный университет,

Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, 454080

natasha4545@mail.ru

Phosphate aerated concrete on fireclay filler and dispersed aluminosilicate industrial waste

N.E. Posadnova

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. V.A. Abyzov

South Ural State University, Russia, Chelyabinsk, Lenin str., 76, 454080

natasha4545@mail.ru

Abstract. *The paper presents the results of studying the features of the phase composition and structure of fireclay aerated concrete with a dispersed additive of fireclay production waste. The methods of differential thermal, X-ray phase analysis and electron microscopy were used for the study. It was found that the final phase composition is formed at an application temperature of 1500 °C and is corundum, mullite, aluminum orthophosphate in cristobalite form and silicon oxide. It is shown that the structure of the developed concrete contains pores up to 0.25 mm in size and is represented by aluminophosphates of complex composition with built-in chromium and silicon ions in the form of plates. It was found that aerated concrete with the addition of fireclay production waste has a denser structure in comparison with the composition without additives. Heat-resistant properties of the developed aerated concrete were studied. It is shown that the introduction of the fireclay production additive reduces the cost of aerated concrete and does not negatively affect the heat-resistant properties.*

Key words: *aluminosilicate waste, industrial waste, phosphate concrete, aerated concrete, heat-resistance properties, structure.*

Введение

Поиск материалов, способных снижать теплопотери, всегда являлся актуальным вопросом. Особое внимание отдается материалам, не требующим обжига [1]. В этой группе выделяются жаростойкие ячеистые бетоны на фосфатных связках, имеющие высокую температуру применения и термостойкость [2]. Однако, обычно для их производства применяют дорогостоящие чистые материалы.

Одно из преимуществ фосфатных материалов – возможность использования промышленных отходов взамен чистого сырья. Ранее проведенные работы показывают, что использование промышленных отходов (алюмосиликатных, высокоглиноземистых, хромсодержащих и пр.) позволяет получать фосфатные материалы с высокими эксплуатационными свойствами [3, 4].

Влияние добавок (шлам электрокорунда, муллитокремнеземистое волокно и пр.) из промышленных отходов на свойства фосфатных бетонов хорошо изучено. Известны исследования глинистофосфатного связующего из шамотной глины и ортофосфорной кислоты [5]. Однако, использование техногенных алюмосиликатных отходов как добавки в жаростойком ячеистом бетоне не рассматривалось. Интерес представляет использование алюмосиликатных отходов, особенно дисперсных шамотных, отобранных с циклонов мельниц. Они находятся в дисперсном состоянии и не требуют подготовки перед использованием, доступны и образуются в значительном количестве.

Экспериментальная часть

Для изготовления фосфатного ячеистого бетона использовались дисперсный диалюминий триоксид с примесью дихромтриоксида с удельной поверхностью $350 \text{ м}^2/\text{кг}$, шамотный заполнитель фракции 0–1,25 мм, отходы шамотного производства с содержанием оксида алюминия 36 % и удельной поверхностью $310 \text{ м}^2/\text{кг}$, алюминиевая пудра марки ПАП-2 по ГОСТ 5494-95. Отходы шамотного производства вводили как тонкомолотую добавку (10 масс. %). Характеристики разработанного материала оценивали согласно ГОСТ 20910-2019, методами дифференциально-термического (ДТА) и рентгенофазового анализа (РФА), электронной микроскопией.

Результаты

Большой интерес представляют особенности структуры ячеистого бетона с добавкой отходов шамотного производства. Согласно данным ДТА, при нагреве до температуры 250°C отмечено ступенчатое удаление физической и химической воды. К 500°C зафиксировано образование метафосфата алюминия. Дальнейший нагрев до температуры 670°C вызвал окислительные процессы непрореагировавшего алюминия и образование γ -глинозема. При повышении температуры до 870°C формируется ортофосфат алюминия в тридимитовой форме, при 970°C – кристаллизация корунда.

Анализ данных РФА (рис. 1) показал, что к температуре 1500°C в бетоне формируются жаростойкие фазы – корунд, ортофосфат алюминия, муллит.

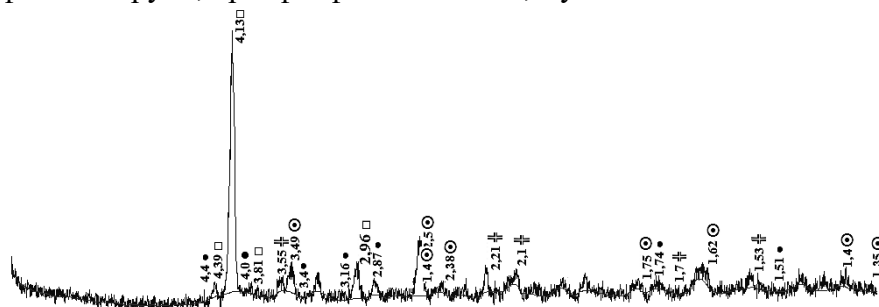


Рис. 1. Рентгенограмма шамотного ячеистого бетона (после 1500°C): $\square$ – оксид кремния; $\bullet$ – фосфат алюминия; $\odot$ – корунд; $\parallel$ – муллит

Структура бетона содержит однородные, крупные поры размером не более 0,25 мм (рис. 2, а). При сравнении с бездобавочным, структура более плотная. Нагрев бетона с добавкой шамотных отходов до 1500°C не оказывает большого влияния на структуру. При этом, меняется состав межпоровых перегородок. Зафиксировано формирование алюмофосфатов, содержащих ионы кремния и хрома, причем их самостоятельные соединения не найдены. Из этого следует, что они встраиваются в кристаллическую решетку алюмофосфатов, образуя пластинки неправильной формы (рис. 2, б).

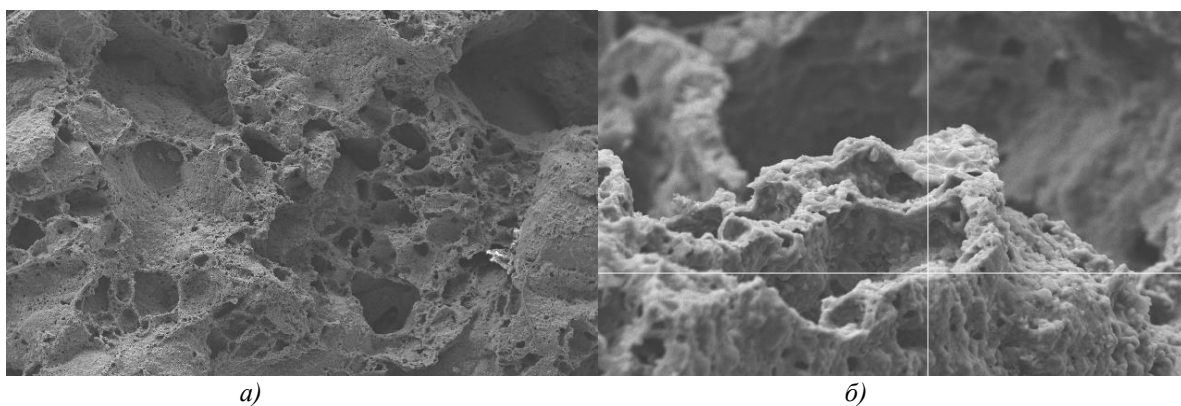


Рис. 2. Ячеистый бетон с добавкой отходов шамотного производства: а) увеличение $\times 30$; б) $\times 500$

В табл. 1 для сравнения показаны жаростойкие свойства бездобавочного бетона и бетона с добавкой отхода шамотного производства марки по плотности D700.

Таблица 1

Жаростойкие свойства шамотного ячеистого бетона марки по плотности D700

Свойство	Шамотный ячеистый бетон	
	без добавки	с добавкой
Средняя плотность, кг/м ³	692	703
Прочность при сжатии (сушка при 105 °С), МПа	1,42	1,56
Прочность при сжатии после нагрева до 1500 °С, МПа	1,31	1,48
Остаточная прочность при температуре 800 °С, %	123	113
Температурные деформации, %	+0,3	+0,5
Марка по термостойкости, Т ₂	Т ₂ 15	Т ₂ 15
Предельная температура применения, °С	1500	1500

Из табл. 1 следует, что жаростойкие свойства бетона с добавкой шамотных отходов находятся на уровне показателей бездобавочного бетона; прочностные показатели выше, чем без добавки. Это связано с уплотнением структуры бетона, что подтверждается исследованиями структуры электронной микроскопией. Отмечается незначительный (на уровне погрешности) рост температурных деформаций.

Из всего вышесказанного следует, что введение добавки отходов шамотного производства в жаростойкий фосфатный ячеистый бетон не оказывает негативного влияния на жаростойкие свойства материала и позволяет снизить стоимость бетона.

Заключение

По итогам проведенных исследований с использованием алюмосиликатных отходов шамотного производства разработан жаростойкий фосфатный ячеистый бетон со средней плотностью 700 кг/м³ и температурой применения 1500 °С. Методами ДТА, РФА и электронной микроскопией показано, что жаростойкие свойства разработанного бетона обеспечиваются образованием жаростойких соединений (корунд, ортофосфат алюминия, муллит). Введение дисперсной добавки шамотных отходов в количестве 10 масс. % позволило повысить прочностные показатели бетона, снизить стоимость.

Список литературы

1. Абызов В.А. Выбор рациональных областей применения промышленных отходов в технологии жаростойкого бетона // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. – 2008. – № 25 (125). – С. 37–39.
2. Zhuravleva P.L., Kitaeva N.S., Shiryakina Y.M. et al. Study of thermal transformations of aluminum phosphate binder and composites on its basis with various fillers // Journal of Applied Chemical. – 2016. – Vol. 89. – P. 367–373.
3. Судакас Л.Г. Фосфатные вяжущие системы. – СПб. : Квинтет, 2008. – 254 с.
4. Некрасов К.Д., Александрова Г.Н. Высокоогнеупорный бетон на алюмохромфосфатной связке // Жаростойкие бетоны. – М. : Стройиздат, 1974. – С. 113–123.
5. Zemlyanoi K.G., Kamenskih V.A. Dependence of properties of clay-phosphate binder on production technology // Refractories and industrial ceramics. – 2010. – Vol. 3. – P. 206–209.

УДК 66.022.39

**Получение полимерных биоцидных добавок для лакокрасочных покрытий
и отделочных материалов с антипиреновыми свойствами**В.О. Рябова, В.Е. Рогов

Научный руководитель: д.т.н. В.Е. Рогов

Байкальский институт природопользования СО РАН

Россия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6, 670047

E-mail: lera-okladnikova@mail.ru**Production of polymer biocidal additives for paint coatings and finishing materials
with flame retardant properties**V.O. Ryabova, V.E. Rogov

Scientific Supervisor: Dr. V.E. Rogov

Baikal Institute of Nature Management, SB RAS, Russia, Ulan-Ude, Sakhyanova str., 6, 670047

E-mail: lera-okladnikova@mail.ru

Abstract. *The research is aimed at obtaining a polymer-polymer mixture based on polyvinyl alcohol and polyhexamethylene guanidine hydrochloride for dry building mixes and paint products in order to impart flame retardant properties and ensure a long-term antimicrobial effect of the coatings obtained.*

Key words: *polyvinyl alcohol, polyhexamethylene guanidine hydrochloride, polymer-polymer mixture, flame retardants.*

Введение

Разработка эффективных методов повышения огнестойкости полимерных композитных материалов (ПКМ) – одна из самых актуальных задач современной науки и техники. Широкое применение ПКМ в различных отраслях, от аэрокосмической до автомобильной промышленности, диктует необходимость обеспечения их высокой пожаробезопасности. Наиболее перспективными для использования в промышленности и строительстве биоцидами являются высокомолекулярные соли полигексаметиленгуанидина (ПГМГ). Препараты ПГМГ удовлетворяют многим требованиям, предъявляемым к биоцидам для водоразбавляемых ЛКМ.

Существующие методы обработки поверхностей ПКМ зачастую недостаточно эффективны, оставляя значительный потенциал для улучшения. Поэтому исследования, направленные на создание новых, более совершенных способов обработки, являются крайне востребованными. Одним из перспективных направлений является модификация состава самих ПКМ путем введения различных функциональных добавок, способных существенно повысить их огнестойкость.

Экспериментальная часть

Ранее в работе [1] были получены пленочные материалы из полимерных смесей в водной среде с разными массовыми отношениями поливинилового спирта (ПВС) и полигексаметиленгуанидин гидрохлорида. Так же в работе [2] был проведен анализ на краевой угол смачивания (Θ) который говорит нам о том, что поверхность исследуемых пленок является гидрофильной и свидетельствует о хорошей адгезии.

Так же были исследованы термомеханические свойства полученных образцов [3]. На кривой $\text{tg } \delta$ (рис. 1(5)) при 15%-м содержании ПГМГх наблюдаются две температуры перехода. Одна из них фаза стеклования ПГМГх в полимерной сетке, а другая – температура стеклования ПВС-фазы.

Для поливинилового спирта модуль накопления составляет 680 МПа. При увеличении содержания полимерного наполнителя ПГМГх до 12 % жесткость полимерной смеси возрастает в 2–3 раза по сравнению с чистым ПВС. Однако при 15%-м содержании

ПГМГх модуль накопления снижается в 5 раз относительно чистого ПВС и как минимум в десять раз по сравнению с другими составами. Вероятно, это снижение жесткости связано с фазовым разделением. Скорее всего, уменьшение жесткости связано с фазовым разделением. При содержании более 8 % ПГМГх в ППС наблюдается снижение прочности. Вероятно, также имеет место эффект самоконцентрации, при котором среднее количество ближайших соседей данного сегмента, относящихся к одному компоненту, превышает число соседних сегментов другого компонента.

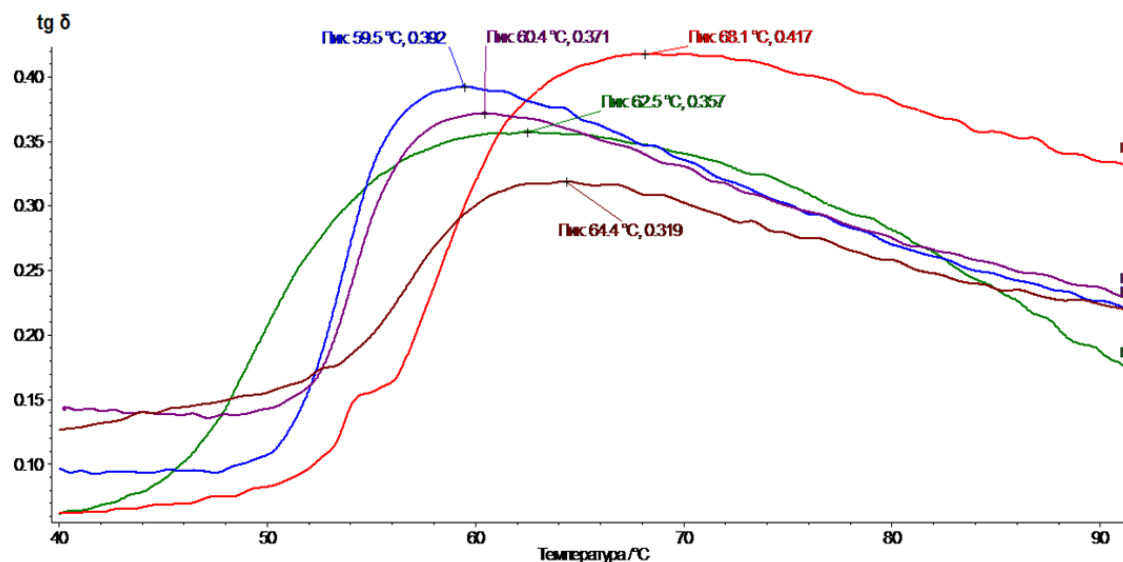


Рис. 1. Кривые тангенса угла механических потерь: 1 – ПВС/ПГМГх (88/12 масс. %); 2 – ПВС/ПГМГх (92/8 масс. %); 3 – ПВС/ПГМГх (90/10 масс. %); 4 – ПВС; 5 – ПВС/ПГМГх (85/15 масс. %)

С целью оценки уровня пожарной опасности древесных материалов были изучены физико-химические процессы, возникающие при воздействии высокотемпературных источников тепла на образцы древесины лиственных и хвойных пород. Данные процессы можно зарегистрировать с помощью термического метода анализа.

Для термического анализа образцов древесины был использован метод дифференциально-сканирующей калориметрии, совмещенный с термогравиметрическим методом (рис. 2 и 3). Термический анализ проводился в интервале 30...800 °C при скорости нагрева 10 °C/мин.

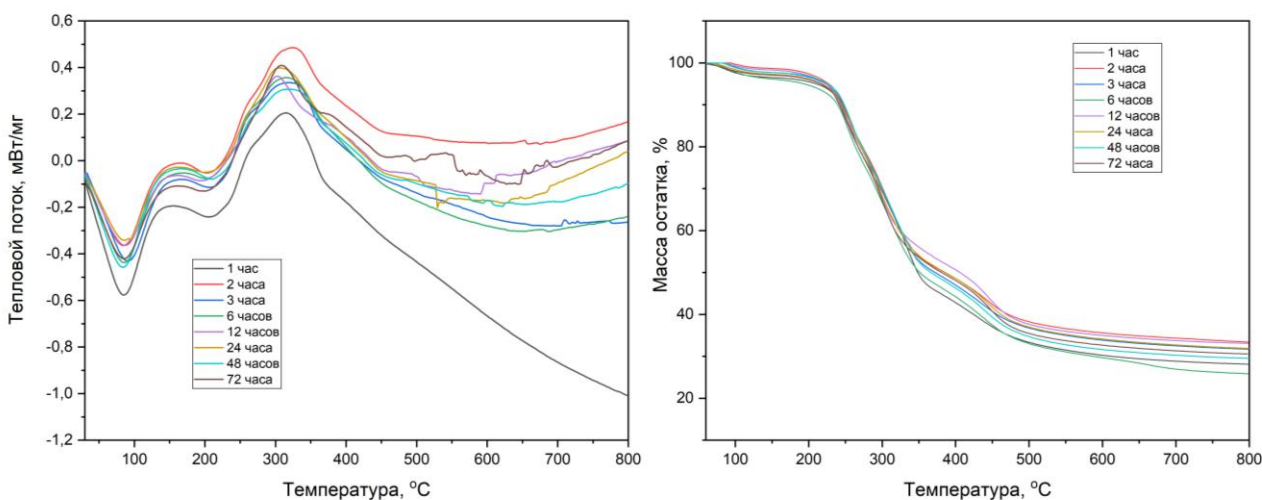


Рис. 2. Кривые ТГ-ДСК древесины ДСП

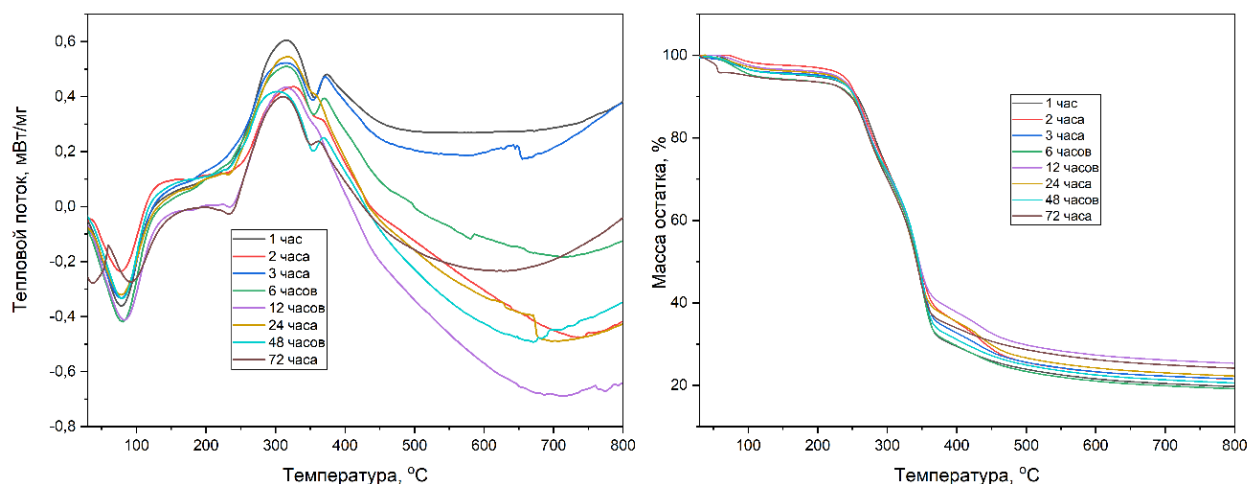


Рис. 3. Кривые ТГ-ДСК древесины сосна

В диапазоне температур от 50 °С до 230 °С для сосны и до 202 °С для ДСП происходит удаление сорбционной влаги.

Содержание пентозанов в древесине лиственных деревьев выше, что приводит к увеличению скорости потери массы при более низких температурах. В диапазоне температур от 200 до 230 °С начинаются процессы разрушения аморфной части целлюлозы. Во время дегидратации происходит расщепление цепей целлюлозы по гликозидным связям. Первый экзотермический пик, наблюдаемый при температуре 328–350 °С для двух видов древесины, указывает на фазовое изменение – начало декристаллизации, что означает разрушение кристаллической структуры целлюлозы.

Заключение

Таким образом, в результате проведенной работы с помощью микроструктурного и термомеханического анализа образцов доказана их совместимость и подтверждена однофазность материалов при низких концентрациях. С использованием метода синхронного термического анализа, который объединяет дифференциальную сканирующую калориметрию и термогравиметрический анализ, проведено исследование образцов древесины. На основе полученных результатов и информации из научных публикаций выдвинуты гипотезы о механизме разложения каждого из образцов.

Список литературы

1. Окладникова В.О., Очиров О.С., Григорьева М.Н., Стельмах С.А. Полимер-полимерная смесь поливинилового спирта и полигексаметиленгуанидин гидрохлорида для задач антимикробной защиты поверхностей // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 627–632. – <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2022-12-4-627-632>.
2. Рябова В.О., Аюрова О.Ж., Очиров О.С., Григорьева М.Н., Стельмах С.А. Термомеханические и механические свойства биоцидных материалов на основе полигексаметиленгуанидин гидрохлорида и поливинилового спирта // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2024. – № 14 (1). – С. 27–34. – <https://doi.org/10.21285/achb.896>.
3. Воинцева И.И., Скороходова О.Н., Казанно И.В., Валицкий П.М. Лак для биоцидных покрытий // Лакокрасочные материалы. – 1999. – С. 3–12.

УДК 625.855.3

Некоторые противоречия, выявленные при определении минимальных расчетных температур верхнего слоя покрытия по действующим методикам

В.Е. Сиволап

Научный руководитель: доцент, д.т.н. С.В. Ефименко
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная 2, 634003

E-mail: vesivolap@mail.ru

Some contradictions identified in determining the minimum design temperatures of the top layer of the coating using current methods

V.E. Sivolap

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Dr. S.V. Efimenko
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str, 2, 634003

E-mail: vesivolap@mail.ru

Abstract. *The minimum design temperature of the upper layer of asphalt concrete pavement of highways in the southeast of Western Siberia was determined according to GOST R 71009-2023, GOST R 58400.3-2019 and the Robertson dependence. The results obtained using the considered calculation methods were compared. It was shown that the minimum design temperatures of the upper layers of asphalt concrete pavement for some study areas turned out to be lower than the average values of minimum annual air temperatures over a 24-year period. The studies showed that the Robertson dependence can be taken as a base for determining the deformation and strength characteristics of asphalt concrete pavements.*

Key words: *automobile road; asphalt concrete pavement; minimum design temperature of the top layer of the pavement; reliability; air temperature.*

Введение

Диапазон расчетных отрицательных температур верхних слоев покрытия (ВСП) требует уточнения, так как существующие методы определения расчетных отрицательных температур, представленные в действующих нормативных документах, например, ГОСТ Р 71009-2023 [1] и ГОСТ Р 58400.3-2019 [2] используют массив значений минимальных суточных температур воздуха. При таком подходе к расчету фиксируются выбросы значений минимальной отрицательной температуры за рассматриваемый год. В последствии этого происходит занижение минимальной расчетной температуры верхнего слоя покрытия автомобильных дорог, что приводит к увеличению стоимости асфальтобетонной смеси.

Методы определения минимальной расчетной температуры

Территорией исследования был принят юго-восток Западной Сибири, который включают в себя Томскую, Новосибирскую, Кемеровскую области, Алтайский край и Республику Алтай, так как в дальнейшем существует необходимость исследования деформационных и прочностных характеристик асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог по ГОСТ Р 58406.6-2020 [3] для этой территории. Такие исследования проводятся с учетом минимальной расчетной температуры ВСП. При их определении по методу [1], используют данные о минимальных годовых температурах воздуха $T_i, ^\circ\text{C}$, за 24-летний период, полученные с метеостанций района исследования. Фиксируя выбросы значений минимальной отрицательной температуры воздуха за рассматриваемый год, среднее значение минимальных годовых температур воздуха получилось сильно низким.

Учитывая значение аргумента функции стандартного нормального распределения Z , принимается требуемая надежность N . Надежность для района исследования принята 98 % [1]. Аргумент функции стандартного нормального распределения для надежности 98 % будет равен 2,055. Минимальная расчетная температура ВСП с надежностью 98 % $TM_{98}, ^\circ\text{C}$, по

ГОСТ Р 71900-2023 и ГОСТ Р 58400.3-2019 определяется по одной методике, но временной период, за который определяются минимальные годовые температуры воздуха отличается и составляет 24 года [1] и 20 лет [2]. Значение минимальной расчетной температуры ВСП вычисляется по формуле:

$$TM_{98} = -1,56 + 0,72T_{min} - 0,004(Lat)^2 + 6,26\log_{10}(H + 25) - Z \cdot (4,4 + 0,52 \cdot s^2)^{0,5}, \quad (1)$$

где T_{min} – среднее значение минимальных годовых температур воздуха, °С; Lat – географическая широта участка расположения дороги, град; H – глубина поверхности слоя от поверхности автомобильной дороги, мм (для ВСП $H = 0$); s – стандартное отклонение минимальных годовых температур.

Существуют и иные методы определения минимальной расчетной температуры, они описаны в одной из работ Кирюхина Г.Н. [4]. По словам автора, одной из наиболее обоснованных экспериментально корреляционной зависимостью является зависимость Робертсона (2), которая связывает минимальную температуру поверхности асфальтобетонного покрытия и минимальную температуру окружающего воздуха [5].

$$T_n^{min} = 0,859T_{min} + 1,7, \quad (2)$$

где T_n^{min} – минимальная температура асфальтобетонного покрытия, °С; T_{min} – температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С.

Данная формула также отображена и в диссертационной работе Чурилина В.С. [6], что подтверждает ее актуальность.

Результаты расчета минимальных расчетных температур ВСП

При определении минимальных расчетных температур ВСП по формуле (1) данные о минимальных годовых температурах воздуха за период с 1999 г. по 2023 г. взяты с архива погоды юго-востока Западной Сибири [8]. Во время расчета было зафиксировано, что минимальные расчетные температуры ВСП для некоторых районов исследования оказались ниже средних значений минимальных годовых температур воздуха за 24-х летний период. Было выявлено занижение минимальных расчетных температур ВСП при возрастании значения надежности (см. таблицу 1). При уточнении значения расчетной отрицательной температуры покрытия в районе исследования по формуле (2) использовался нормативный документ СП 131.13330.2020 [7] для нахождения значения наиболее холодной пятидневки в годовом цикле с обеспеченностью 0,92. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета минимальных расчетных температур ВСП

Расположение метеостанции	Регион	Координаты метеостанции		Среднее значение минимальных годовых температур воздуха за 24-х летний период, °С	Минимальная расчетная температура ВСП, °С			Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С	Минимальная температура асфальтобетонного покрытия, °С
		Широта	Долгота		для N 92 %	для N 95 %	для N 98 %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Александровское	Томская область	60°43'	77°87'	- 42,0	- 43,2	- 44,1	- 45,7	- 42,0	- 34,4
Колпашево	Томская область	58°32'	82°88'	- 42,0	- 41,7	- 42,5	- 44,0	- 42,0	- 34,4
Пудино	Томская область	57°57'	79°43'	- 42,6	- 41,6	- 42,4	- 43,8	- 38,0	- 30,9
Томск	Томская область	56°50'	84°92'	- 37,7	- 38,3	- 39,3	- 40,9	- 39,0	- 31,8
Северное	Новосибирская область	56°33'	78°37'	- 39,9	- 38,7	- 39,5	- 40,8	- 39,0	- 31,8
Татарск	Новосибирская область	55°22'	75°37'	- 36,4	- 36,4	- 37,2	- 38,7	- 37,0	- 30,1
Новосибирск	Новосибирская область	54°90'	82°93'	- 37,7	- 36,6	- 37,4	- 38,7	- 37,0	- 30,1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тисуль	Кемеровская область	55°75'	88°30'	- 40,8	- 40,1	- 41,1	- 42,6	- 39,0	- 31,8
Кемерово	Кемеровская область	55°25'	86°22'	- 40,0	- 39,2	- 40,1	- 41,7	- 39,0	- 31,8
Камень-на-Оби	Алтайский край	53°82'	81°27'	- 40,5	- 38,5	- 39,4	- 40,8	- 37,0	- 30,1
Бийск	Алтайский край	52°68'	85°12'	- 40,3	- 38,3	- 39,2	- 40,8	- 37,0	- 30,1
Барнаул	Алтайский край	53°43'	83°53'	- 38,0	- 36,5	- 37,4	- 38,8	- 36,0	- 29,2
Рубцовск	Алтайский край	51°58'	81°20'	- 37,7	- 36,0	- 37,0	- 38,5	- 37,0	- 30,1
Кызыл-Озек	Республика Алтай	51°90'	86°00'	- 34,2	- 32,7	- 33,5	- 34,8	- 24,0	- 18,9
Усть-Кокса	Республика Алтай	50°27'	85°36'	- 37,0	- 34,1	- 34,9	- 36,2	- 36,0	- 29,2
Кош-Агач	Республика Алтай	50°00'	88°67'	- 42,2	- 37,5	- 38,3	- 39,5	- 42,0	- 34,4

Примечание: красным цветом выделены температуры ниже минимальной годовой температуры воздуха за 24-х летний период; зелёным – выше этой температуры; жёлтым цветом выделены минимальные температуры асфальтобетонного покрытия выше температуры воздуха наиболее холодной пятидневки.

Средняя минимальная расчетная температура верхнего слоя покрытия для территории юго-востока Западной Сибири, полученная по формуле (1), составляет – 38,09 °С (см. табл. 1). Средняя минимальная температура асфальтобетонного покрытия, полученная по формуле (4), – 30,57 °С (см. табл. 1). Разница результатов составляет 20 %.

Заключение

По методике, представленной в ГОСТ Р 71900-2023 и ГОСТ Р 58400.3-2019 значения расчетных отрицательных температур с повышением значения надежности превышали значения средних минимальных отрицательных температур воздуха. При этом стоимость асфальтобетонной смеси увеличивается. Рассчитывая минимальную температуру асфальтобетонного покрытия по зависимости Робертсона (2) используется значение температуры воздуха наиболее холодной пятидневки, что исключает возможность выбросов значений минимальной отрицательной температуры воздуха. Таким образом для дальнейшего изучения деформационных и прочностных характеристик асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог территории юго-востока Западной Сибири приняты минимальные температуры асфальтобетонного покрытия, рассчитанные по зависимости Робертсона.

Список литературы

1. ГОСТ Р 71009-2023. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Правила выбора марок. – М.: Российский институт стандартизации, 2023. – 46 с.
2. ГОСТ Р 58400.3-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Порядок определения марки. – М.: Стандартиформ, 2019. – 24 с.
3. ГОСТ Р 58406.6-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения предела прочности на растяжение при изгибе и предельной относительной деформации растяжения. – М.: Стандартиформ, 2020. – 9 с.
4. Кирюхин Г.Н. Температурные режимы работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог // Сборник ФГУП «РОСДОРНИИ». Дороги и мосты. – Москва, 2013. – № 30. – С. 309–328.
5. Robertson, W.D. Using the SHRP Specification to Select Asphalt Binders for Low Temperature Service // Proceedings of the Canadian Technical Asphalt Association. – 1995. – № 40. – Р. 170–195
6. Чурилин В.С. Обоснование величины допускаемого пучения грунта для проектирования морозоустойчивых нежестких дорожных одежд (на примере районов Западной Сибири): дис. ... канд. техн. наук : 05.23.11 : защищена 26.02.2019. – Новосибирск: СГУПС, 2019. – 165 с.
7. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – М. : Минстрой России, 2020. – 146 с.
8. Архивы погоды: Россия. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php?id=ru> (дата обращения: 11.01.2025).

**Разработка углеродно-нейтральных технологий строительства для суровых
климатических условий Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО)****Ф.Ш. Чанбаев, Д.О. Леонов**

Научный руководитель: доцент И.Н. Кузнецова

Югорский государственный университет,

Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16, 628012

E-mail: faridchanbaev@mail.ru

**Development of Carbon-Neutral Construction Technologies for Harsh Climate Conditions
in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug (KhMAO)****F.Sh. Chanbaev, D.O. Leonov**

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. I.N. Kuznetsova

Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhova str., 16, 628012

E-mail: faridchanbaev@mail.ru

Abstract. *This paper examines the development and implementation of carbon-neutral construction technologies adapted for the extreme climate of Khanty-Mansi Autonomous Okrug (KhMAO). It explores sustainable building materials, energy-efficient solutions, and how these technologies reduce greenhouse gas emissions while enhancing the durability of structures. The study analyzes the benefits of incorporating renewable energy sources in construction projects and assesses the economic feasibility of carbon-neutral solutions in long-term infrastructure planning.*

Key words: *carbon-neutral construction, sustainable building, climate resilience, KhMAO, renewable energy, green architecture.*

Введение

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) расположен в зоне субарктического климата, что делает строительство в этом регионе сложным из-за суровых климатических условий. Продолжительные зимы с низкими температурами, обильные снегопады и ограниченный строительный сезон требуют применения устойчивых строительных технологий, способных справляться с экстремальными условиями. Кроме того, возрастающее внимание к вопросам изменения климата и необходимости снижения углеродного следа делает актуальным внедрение углеродно-нейтральных технологий в строительстве.

Цель доклада заключается в исследовании и анализе углеродно-нейтральных технологий строительства, применимых в суровых климатических условиях Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Доклад направлен на выявление эффективных решений для минимизации углеродного следа, повышения энергоэффективности и обеспечения устойчивости зданий в экстремальных условиях северных регионов [1].

Особенности климатических условий ХМАО

Климат ХМАО характеризуется не только низкими температурами, но и высокой влажностью, что создает дополнительные риски для строительных конструкций. Влажность в сочетании с низкими температурами приводит к образованию льда в порах строительных материалов, что может вызывать их разрушение. Кроме того, частые циклы замерзания и оттаивания создают дополнительные нагрузки на фундаменты и стены зданий.

В таких условиях особенно важно использовать материалы, которые не только обладают низкой теплопроводностью, но и устойчивы к воздействию влаги и перепадов температур. Например, древесина, благодаря своей природной структуре, обладает высокой устойчивостью к циклам замерзания и оттаивания, что делает её одним из наиболее подходящих материалов для строительства в ХМАО.

В табл. 1 приведено сравнение различных материалов и технологий, используемых в углеродно-нейтральном строительстве для суровых климатических условий Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Эти данные отражают ключевые характеристики, такие как теплопроводность, углеродный след, срок службы и устойчивость к циклам заморозки и оттаивания.

Таблица 1

Сравнение материалов и технологий для углеродно-нейтрального строительства в ХМАО

Показатель	Древесина	Бетон с низким углеродным следом	Полимерные композиты	Традиционный бетон
Теплопроводность (Вт/м·К)	0,12	0,28	0,2	0,3
Углеродный след (кг CO ₂ /м ³)	40	150	100	300
Срок службы (лет)	50	60	70	40
Стоимость (руб./м ³)	6000	8000	10000	5000
Устойчивость к циклам заморозки-оттаивания	Высокая	Средняя	Высокая	Низкая

Примечание: Данные таблицы основаны на исследованиях эффективности различных материалов в условиях северных регионов и их углеродного следа.

Углеродно-нейтральные технологии и их применение

1. Использование экологичных материалов

В условиях ХМАО экологически чистые материалы, такие как древесина и переработанные композиты, позволяют снизить углеродный след строительства, обеспечивая при этом теплоизоляцию и устойчивость к низким температурам.

2. Энергоэффективные здания

Энергоэффективные здания проектируются с использованием современных теплоизоляционных материалов, таких как пенополиуретан и минеральная вата, которые обладают низкой теплопроводностью и высокой устойчивостью к влаге. Эти технологии позволяют значительно снизить зависимость зданий от традиционных источников энергии, таких как газ и уголь, что в свою очередь снижает выбросы парниковых газов.

3. Снижение выбросов парниковых газов

Одним из ключевых аспектов углеродно-нейтрального строительства является снижение выбросов парниковых газов на всех этапах строительства и эксплуатации зданий. Это достигается за счет использования материалов с низким углеродным следом, таких как бетон с добавлением золы-уноса или шлака, а также за счет внедрения энергоэффективных технологий.

Примеры успешных проектов

1. Жилой углеродно-нейтральный комплекс в Норвегии

Этот проект демонстрирует успешное использование углеродно-нейтральных технологий в строительстве жилого комплекса в условиях сурового северного климата [2]. Комплекс оснащен солнечными панелями, использует энергию ветра и снабжен современными системами теплоизоляции. Системы рекуперации тепла в зданиях позволяют значительно снизить энергозатраты. Кроме того, в проекте использовались материалы с низким углеродным следом, такие как древесина и переработанные композиты.

2. "Энергопозитивные дома" в Финляндии

В Финляндии был разработан проект домов, которые не только полностью обеспечиваются энергией за счет солнечных панелей и тепловых насосов, но и производят излишки энергии, поступающие в общую сеть [3]. Технология использует возобновляемые источники энергии, интегрированные в углеродно-нейтральные материалы. Кроме того, в

проекте использовались системы умного управления энергопотреблением, что позволяет минимизировать потери энергии.

3. Канадский проект устойчивого поселения

Канадский проект углеродно-нейтрального поселения был реализован с использованием древесины и переработанных материалов для строительства всех домов. В поселении также применяются ветровые установки для снабжения электричеством, а системы водосбережения минимизируют водные ресурсы. Кроме того, в проекте использовались технологии "зеленых крыш", которые не только улучшают теплоизоляцию зданий, но и способствуют снижению выбросов CO₂.

Оценка затрат и выгод

Несмотря на более высокие первоначальные затраты на внедрение углеродно-нейтральных технологий, их использование в долгосрочной перспективе обеспечивает значительные экономические и экологические выгоды. Здания, построенные с применением таких технологий, требуют меньших затрат на энергоснабжение, а также реже нуждаются в ремонте и обслуживании благодаря повышенной долговечности материалов.

Кроме того, использование возобновляемых источников энергии позволяет значительно снизить зависимость от традиционных энергоресурсов, таких как газ и уголь, что в свою очередь снижает эксплуатационные расходы. В условиях ХМАО, где стоимость энергоресурсов может быть значительно выше, чем в других регионах, это особенно важно [4].

Заключение

Углеродно-нейтральные технологии строительства играют важную роль в развитии северных регионов, таких как Ханты-Мансийский автономный округ. Эти технологии позволяют минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, улучшить устойчивость зданий к экстремальным климатическим условиям и сократить эксплуатационные расходы. Внедрение данных технологий является важным шагом на пути к устойчивому развитию региона и адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Кроме того, углеродно-нейтральные технологии могут стать важным элементом стратегии развития строительной отрасли в России, особенно в условиях ужесточения экологических норм и требований. Внедрение таких технологий не только способствует снижению выбросов парниковых газов, но и повышает конкурентоспособность строительных компаний на международном рынке [5].

Список литературы

1. Михайлов В.А. Энергоэффективные технологии и материалы в строительстве. – Москва : Изд-во "Академия", 2018. – С. 45–78.
2. Поляков А.Н. Низкоуглеродное строительство: теория и практика. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – С. 101–135.
3. Сорокин, В.Н., Иванов, Д.С. Экологически чистые строительные материалы и технологии. – Новосибирск: Научно-техническое издательство, 2019. – С. 60–95.
4. Кузнецов А.В. Снижение углеродного следа в строительной отрасли России. – Москва : СтройИздат, 2021. – С. 50–88.
5. Петрова И.А. Энергоэффективные системы и возобновляемые источники энергии в строительстве. – Екатеринбург : УралНИИ, 2020. – С. 120–155.

УДК 674.02:533.924

**Перспективы обработки конструктивных элементов из клееной древесины потоком
низкотемпературной плазмы**

В.А. Черемных

Научный руководитель: профессор, д.т.н., Г.Г. Волокитин
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г. Томск, пл. Соляная, д. 2, 634003
E-mail: vacheremnykh@gmail.com

**Prospects for the treatment of structural elements made of glued wood
with a low-temperature plasma flow**

V.A. Cheremnykh

Scientific Supervisor: Prof., Dr. G.G. Volokitin
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: vacheremnykh@gmail.com

Abstract. *This work presents the results of determining the effect of thermal exposure from processing wood with a low-temperature plasma flow on the strength of the adhesive bond. It was found that plasma treatment of wood does not affect the strength of the adhesive bond. This result is observed both in samples processed before bonding and in samples processed with plasma after bonding. This effect is associated with the short duration of thermal exposure on the adhesive bond.*

Key words: *Low-temperature plasma, wood, structural elements, adhesive bond.*

Введение

Древесина применяется в качестве строительного и отделочного материала на протяжении долгих лет. Спрос на этот материал определяется механическими и эксплуатационными характеристиками, экологичностью, а также его доступностью [1]. Конструктивные элементы изготавливают как из цельной древесины, так и из клееной. Элементы из клееной древесины позволяют создавать большепролетные здания и уникальные архитектурные формы [2]. Однако на элементах из клееной древесины, так же, как и на элементах из цельной древесины, возможно образование плесени и дереворазрушающих грибов [3], что определяет необходимость защитной обработки древесины. В качестве альтернативы защитным пропиткам и лакокрасочным материалам, а также термомодифицированной древесине предлагается обрабатывать древесину потоком низкотемпературной плазмы. Обработка древесины приводит к изменению её цветовой палитры (рис. 1), а также претерпевают изменения шероховатость и водопроницаемость поверхности древесины – их значения снижаются [4]. Несмотря на снижение водопроницаемости поверхности, связанное с частичным или полным закрытием пор смолами, паропроницаемость древесины после обработки не изменяется, древесина продолжает «дышать» [5]. Благодаря термическому воздействию происходит уничтожение грибов и вредных микроорганизмов, а также засчет деструкции питательной среды, увеличивается стойкость к образованию грибов на поверхности обработанной древесины, что позволяет повысить срок службы конструкций [6]. Возможна обработка как отдельных частей древесины до склеивания, так и готового элемента уже после склеивания. Однако необходимо определить влияние обработки древесины низкотемпературной плазмой на прочность клеевого соединения, поскольку возможно снижение его прочности засчет термической деструкции клея. Поэтому, целью данной работы является определение влияния плазменной обработки на прочность клеевого соединения древесины.

Экспериментальная часть

Для реализации исследования были созданы образцы древесины сосны с размерами 50×40×20 мм, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 33120-2014. Эти образцы имели относительно низкую влажность, составляющую 12 %. Рассматривалось 3 серии образцов: 1) образцы, склеенные из исходной (необработанной древесины); 2) образцы, обработанные потоком низкотемпературной плазмы с последующим склеиванием; 3) образцы, обработанные потоком низкотемпературной плазмы перед склеиванием.

Обработка образцов осуществлялась с помощью потока низкотемпературной плазмы на специально разработанном и сконструированном устройстве, во главе с плазменным генератором ВПР-410 [7]. Сканирование поверхности образцов потоком плазмы происходило со скоростью 0,0735 м/с. Мощность на источнике, питающем плазменный генератор составляла 14,4 кВт.

Механические испытания проводились на INSTRON 3382 – универсальной испытательной машине, обеспечивающей контроль условий испытаний и хорошую повторяемость результатов. Испытательная машина оснащалась специальным приспособлением для надежного зажима образцов и передачи нагрузки в соответствии с требованиями ГОСТ 33120-2014. Скорость перемещения нагружающей головки машины устанавливалась в соответствии с этим же стандартом и составляла 0,7 мм/мин. На рис. 1 приведена фотография образцов из исходной сосны до и после испытаний.

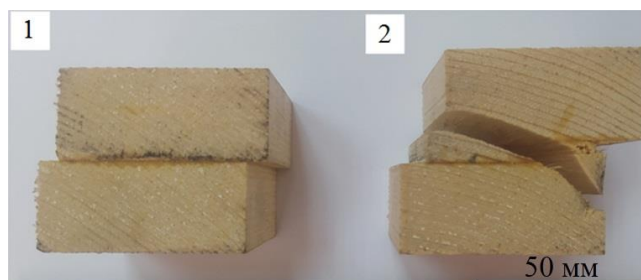


Рис. 1. Фотография исходных (без плазменной обработки) образцов из сосны:
1) до испытания; 2) после испытания

Результаты

Результаты статистической обработки полученных результатов из каждой серии образцов из сосны представлены в табл. 1.

Таблица 1

Механические характеристики образцов из сосны

№	Сорт древесины	Влажность образцов, %	Вид обработки образцов	Склеивание образцов до/после обработки	Предел прочности, МПа	Деформация разрушения, %
					σ_b	ε_p
1	Сосна	12	Необработанные	-	$1,9 \pm 0,3$	$0,11 \pm 0,03$
2		12	Плазменная	до	$1,9 \pm 0,3$	$0,14 \pm 0,06$
3		12	Плазменная	после	$1,9 \pm 0,3$	$0,14 \pm 0,05$

После проведения статистической обработки результатов было установлено, что плазменное воздействие не оказывает влияния на предел прочности клеевых соединений деревянных образцов из сосны. Однако, было обнаружено, что обработка плазмой приводит к увеличению значений предельных деформаций, при которых происходит разрушение клеевого соединения. Отсутствие влияния на предел прочности указывает на то, что плазменная обработка не изменяет максимальную нагрузку, которую может выдержать клеевое соединение до разрушения. Это означает, что основные механические свойства

материала остаются неизменными, что важно для сохранения структурной целостности конструкций. Увеличение предельных деформаций может свидетельствовать о том, что клеевые соединения становятся более гибкими и способны выдерживать большие деформации без разрушения. Это может быть связано с изменениями в поверхностных свойствах древесины, улучшающих адгезию и способствующих более равномерному распределению нагрузок внутри клеевого шва. Такой эффект отмечается как на образцах, склеенных до обработки, так и на образцах, склеенных после обработки. Разрушение образцов всех серий происходит по древесине, что свидетельствует о высокой прочности клеевого шва, превышающей прочность древесины.

Заключение

Установлено, что обработка древесины, подлежащей склеиванию, потоком низкотемпературной плазмы, не оказывает влияния на прочность клеевого соединения. Прочность клеевого соединения одинакова как для древесины, обработанной перед склеиванием, так и для древесины, обработанной после склеивания. Такой результат, вероятно, связан с высокой скоростью обработки древесины, обеспечивающей низкую степень термической деструкции как клеевого соединения, так и древесины. Полученный результат определяет перспективность использования защитно-декоративной обработки элементов из клееной древесины потоком низкотемпературной плазмы.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2023-0003).

Список литературы

1. Иванов А.А. Технология производства, свойства, преимущества и недостатки клееной древесины // Современные научные исследования и инновации. – 2021. – № 6. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2021/06/95651> (дата обращения: 05.06.2025).
2. Сычев М.С., Анненкова О.С. Современные технологии строительства большепролетных зданий и сооружений из клееной древесины // Ползуновский альманах. – 2022. – № 2–2. – С. 62–63.
3. Лысенкин В.В. Основные преимущества и недостатки применения клееных деревянных конструкций в качестве несущих конструкций // Шаг в науку. – 2024. – № 1. – С. 60–65.
4. Черемных В.А., Волокитин Г.Г., Клопотов А.А., Скрипникова Н.К. Перспективы использования плазменных технологий в области создания и обработки строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2022. – № 8 (764). – С. 65–72. – DOI 10.32683/0536-1052-2022-764-8-65-72.
5. Волокитин Г.Г., Черемных В.А., Клопотов А.А., и др. Влияние обработки потоком низкотемпературной плазмы на водопроницаемость и паропроницаемость древесины сосны китин, // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2024. – № 5 (785). – С. 49–56.
6. Волокитин Г.Г., Черемных В.А., Адам А.М., Саркисов Ю.С. Повышение биостойкости строительных изделий из древесины сосны путем обработки потоком низкотемпературной плазмы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 172–179.
7. Патент № 2822045 С1 Установка для обработки поверхности изделий из древесины низкотемпературными потоками плазмы / Г.Г. Волокитин, В.А. Черемных, Н.В. Сизов; заявл. 27.10.2023; опубл. 28.06.2024; Бюл. № 19. – 6 с.

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 6. Строительство и архитектура

Сборник научных трудов
XXII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Компьютерная верстка *С.А. Поробова*

Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ