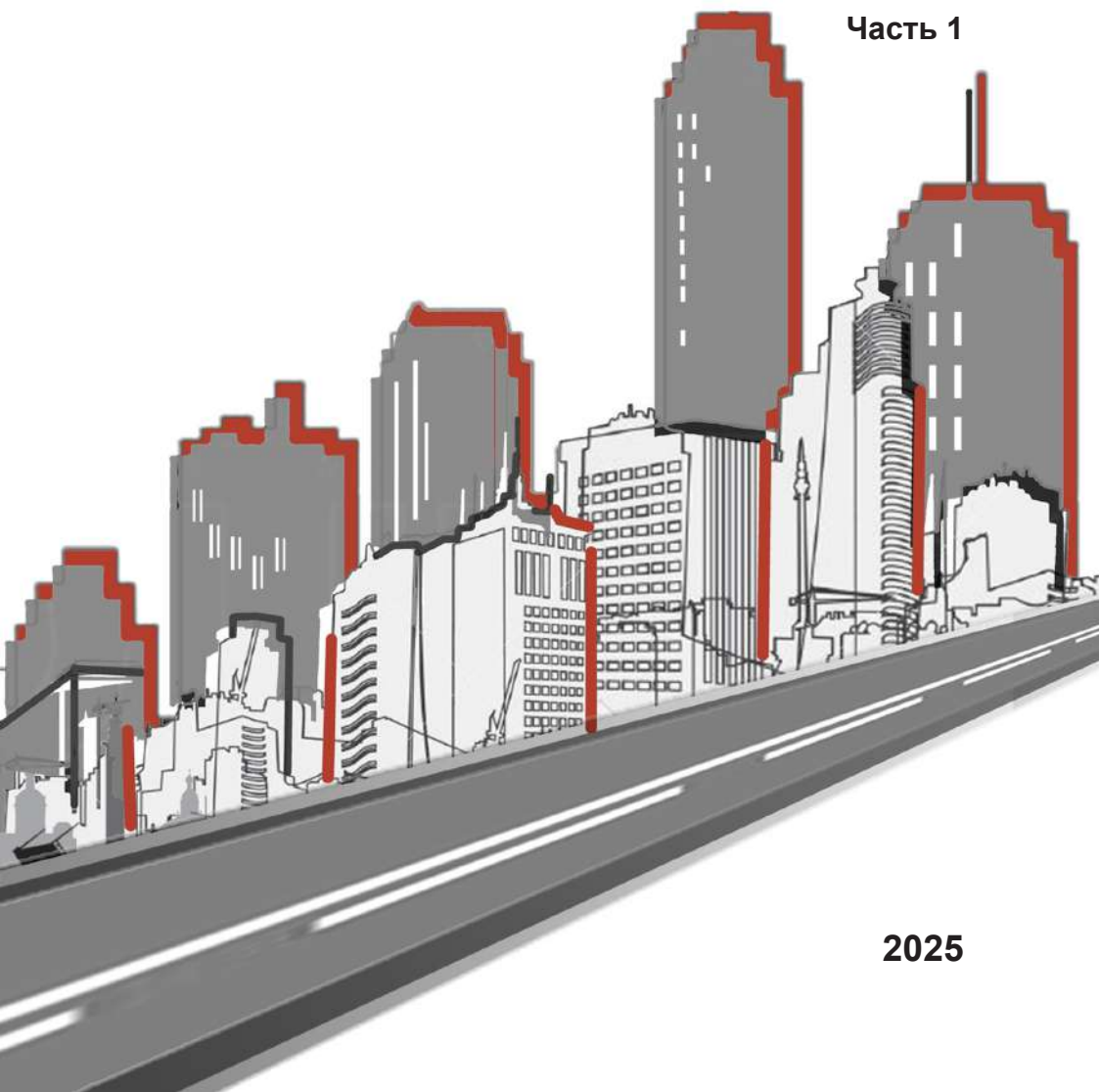




# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

---

Часть 1



2025

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

## **Часть 1**

Материалы LXXVII Национальной  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

15–18 октября 2024 года

Санкт-Петербург  
2025

УДК 69(063)

А 437

*Рецензенты:*

д-р техн. наук *Т. А. Белаиш*

(Научно-исследовательский центр «Строительство», Москва);

д-р архит. *О. С. Субботин* (Кубанский государственный  
аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар)

**Актуальные проблемы современного строительства** : Материалы LXXVII Национальной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых [15–18 октября 2024 года] : в 2 ч. ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб. : СПбГАСУ, 2025. – Ч. 1. – 247 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1457-0 (ч. 1)

ISBN 978-5-9227-1458-7

В сборнике представлены труды студентов, аспирантов и молодых ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

*Редакционная коллегия:*

проректор по научной работе *Королев Е. В.* (председатель),

и. о. декана архитектурного факультета *Суровенков А. В.*,

декан автомобильно-дорожного факультета *Зазыкин А. В.*,

декан строительного факультета *Никулин А. Н.*,

декан факультета инженерной экологии и городского хозяйства *Ульрих Д. В.*,

декан факультета экономики и управления *Токунова Г. Ф.*,

декан факультета судебных экспертиз

в строительстве и на транспорте *Иванов Д. В.*,

начальник управления научной работы *Аверина М. В.*,

председатель Совета молодых ученых *Глухова А. В.*,

куратор СНО *Аблязов Т. Х.*,

специалист *Груба Л. В.* (ответственный редактор)

ISBN 978-5-9227-1457-0 (ч. 1)

ISBN 978-5-9227-1458-7

© Авторы статей, 2025

© Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет, 2025

© Дизайн обложки: Е. Измайлова, Т. Попова

# АРХИТЕКТУРА

---

**УДК 72.01/72.036**

*Виктория Владимировна Васильева,*

студент

*Сергей Александрович Волков,*

студент

(Чувашский государственный

университет имени И. Н. Ульянова)

*E-mail: v.v.vasileva.2002502301@mail.ru,*

*Vs.013@yandex.ru*

*Victoria Vladimirovna Vasilyeva,*

student

*Sergey Alexandrovich Volkov,*

student

(I. N. Ulianov Chuvash

State University)

*E-mail: v.v.vasileva.2002502301@mail.ru,*

*Vs.013@yandex.ru*

## **ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

### **REFLECTION OF NATIONAL IDENTITY IN MODERN ARCHITECTURE**

Непрерывные процессы индустриализации второй половины XX века каждый год стремительно развиваются. На протяжении последних десятилетий архитектура нашей страны лишается самобытности, теряет культурную индивидуальность. Это неизбежно влечёт за собой переосмысление ценностей и приоритетов в формировании городской среды. Увеличивается спрос на опытных специалистов в сфере урбанистики, способных грамотно решать градостроительные проблемы. Отсюда, обостряется нужда в возрождении уникальности облика населённых пунктов, в реставрации уже имеющихся памятников культуры. Реставрация исторического наследия станет отличным завлечением как местных горожан, так и туристов и заинтересованных инвесторов. В обсуждении этой темы уместно применять термин национальной идентичности, который представляет собой уникальность среды через связь настоящего и прошлого.

*Ключевые слова:* национальная идентичность, архитектура, историческое наследие, урбанистика, городская среда, образно-стилевые решения, цвет, орнамент, культура.

The continuous industrialization processes of the second half of the 20th century are developing rapidly every year. Over the past decades, the architecture of our country has been losing its identity, losing its cultural identity. This inevitably entails a rethinking of values and priorities in shaping the urban environment. There is an increasing demand for experienced specialists in the field of urban planning who are able to competently

solve urban planning problems. Hence, the need for the revival of the uniqueness of the appearance of settlements and the restoration of existing cultural monuments is becoming more acute. The restoration of the historical heritage will be an excellent attraction for both local citizens, tourists and interested investors. In discussing this topic, it is appropriate to use the term national identity, which represents the uniqueness of the environment through the connection of the present and the past.

*Keywords:* national identity, architecture, historical heritage, urbanism, urban environment, figurative and stylistic solutions, color, ornament, culture.

Понятие идентичности во всех аспектах архитектурной науки каждый день набирает актуальность со стремительной скоростью. Оно пользуется спросом как в терминологии проектировщиков и дизайнеров, так и в нормативных документах.

Первоначально термин «идентичности» возник из гуманитарных наук (психологии, социологии) и обозначал персонализацию личности относительно каких-либо факторов: культуры, местности, рода деятельности и т. д.

На сегодняшний день в быту употребляются понятия культурной, городской, личностной, этнической, корпоративной и других идентичностей.

В сфере архитектуры, данный термин появился относительно недавно, поэтому общепринятого определения нет. Однако можно попытаться сформулировать общее определение самостоятельно, учитывая, что проектировщики говорят об идентичности как о свойстве не субъекта (личности), а объекта – городской среды.

Таким образом, национальная идентичность в архитектуре представляет собой характеристику здания или элемента городской среды, позволяющую установить связь между объектом и определённой нацией. В контексте архитектурно-пространственного формирования данное понятие, раскрывается через разнообразные аспекты. Одними из ключевых являются: формы сооружения, орнаменты, стили, мотивы, декоративные элементы, символы конкретных наций, традиционные подходы к организации пространства и др.

Благодаря разнообразным версиям данного термина среди архитекторов и градостроителей, специфика идентичности разделяется на следующие направления:

- частные и обобщённые элементы как составляющие одного развивающегося механизма в градостроительстве. Поэтому важно внедрять новые инновации только после качественного разбора и понимания;

- сохранение архитектурного наследия через реконструкцию, базирующуюся на сложившихся традициях среды, а также тема развития существующей архитектурной ситуации [1];

- важность вопросов градостроительного облика и его восприятия, в том числе внутренних ценностей личности, достопримечательностей, монументов, культурных объектов;

- городской «брендинг» – видение города как со стороны, так и населяющими его жителями. Он реализуется с помощью плана-программы: от проработки структурного анализа города до проектирования облика зданий, пространств, МАФов и объектов дизайна на основе стратегических маркетинговых установок [1];

- «плейсмейкинг» (от *англ.* place – место, making – создание) – направление, сочетающее в себе открытый учёт мнения горожан с их участием в процессах развития города и чёткую систему, позволившую проектировщикам найти правильное решение, удовлетворяющее общественности [1].

Идентичность имеет сложную и разнообразную структуру, за счет этого она отвечает на широкий круг проблем – от глобализации и регионализма до взаимодействия жителя и места. Для создания целостной структуры этого понятия необходимо изучить возможные источники идентичности для города и проследить их возникновение.

Анализируя национальную идентичность в сфере архитектуры, можно выделить факторы, отвечающие основным понятиям. Они подразделяются на внутренние, естественным способом сложившиеся на данной территории, и внешние, заимствованные извне. К внутренним факторам относятся [2]:

- территориальные: местоположение, наличие водных ресурсов (реки, моря, озера и т. д.), природных объектов, форма и тип ландшафта;

- климатические: температурные режимы, типы и виды осадков, режим инсоляции, характер ветра;

- исторические: места, события и сложившиеся функции использования территорий;

- социальные: быт, состав населения;
- культурные: код города, вера, традиции, предания и мифы;
- экономические: типы производства, тип хозяйства, связь, транспортное сообщение и взаимодействие с другими поселениями;
- политические: политика местной власти;
- технологические: местные специалисты, коммунальная структура, характерные приёмы обработки материалов, ремесленные направления.

Внешние факторы идентичности [2]:

- социальные заимствования – изменение этнического состава или численности населения, к примеру, вследствие миграции;
- подражания в культурной сфере одного и того же национального стиля, религиозных верований, обычаев, ритуалов, учений, стиля жизни, лингвистических нюансов в лексиконе;
- изменение направлений производства и/или типа хозяйства;
- заимствования принципов для местного управления и структуры власти;
- технологические заимствования – вследствие привлечения новых специалистов, переноса коммунальной структуры, заимствования тех же приёмов обработки материалов, ремёсел.

Культурная уникальность в архитектуре достигается следующими методами:

- используются характерные для местности объёмы, формы и силуэты;
- архитекторы обращаются к национальным образам различных сфер культуры;
- применяются местные материалы;
- используются местные символы, орнаменты, узоры, а также цвета и текстуры;
- адаптируются и переосмысляются существующие исторически сложившиеся архитектурные элементы на новый лад.

Одним из ярких примеров национальной идентичности в современных архитектурных сооружениях является Центр Гостеприимства в Липецкой области от архитектурного бюро «Megabudka». Здание расположено в паре во всем известном парке Кудыкина гора (рис. 1). Идея «ин-

терпретации национальной идентичности через русский стиль» берет своё начало с фундамента проекта.

Любой новый объект осуществляется в парке при условии, если гармонирует общей задумке проекта [3].

Данные комплекс состоит из отдельно стоящих отличных по высоте блоков. Каждый объем выполняет свою функцию. Получившаяся уютная полоса застройки ассоциируется со старинными улицами. В качестве отделки фасада использована русская чёрная выгоревшая древесина.

В придании проекту культурной идентичности использованы следующие архитектурные приёмы: архитектурные треугольные орнаменты на окнах, разнообразные решётки, пояски, щели, разновидность способов укладки досок, разряжение (рис. 1).



Рис. 1. Центр Гостеприимства – архитектурное бюро «Megabudka»,  
Липецкая область

Во внутреннем интерьере также читается стилистика Русской Избы. Здесь можно встретить большое количество отсылок к архитектуре эпох Руси и СССР, которые были модернизированы с новую



эkleктику, базирующуюся на культурных кодах. Глухие поверхности сдержанно украшены узорами.

Данный архитектурный проект вдохновлён стилем русских хоров, характеризующийся массивным нижним уровнем здания, каменной мостовой вместо пола, окна ажурной резьбы, богато украшенные пояса стен, применение золота и латуни для создания ярких и выразительных акцентов.

В целом, проект Центр Гостеприимства от «Megabudka» показательный пример успешного внедрения национальной идентичности в современную архитектуру.

Применяя полученные знания об идентичности на практике, можно предоставить свой проект – жилой дом комфорт класса «Телей» (в перев. с чув. «счастье») в г. Чебоксары, Чувашской Республики. Основная цель проекта – создание жилого дома, символизирующего традиции и культуру чувашского народа, который станет местом обретения настоящего благополучия для его жителей (рис. 2).



Рис. 2. Жилой дом комфорт класса «Телей», г. Чебоксары

Национальная идентичность в данном проекте выражается через использование символики и орнаментов Чувашии в оформлении фасада дома, а также на элементах благоустройства (рис. 3).



Рис. 3. Расшифровка орнамента элементов фасада жилого дома «Телей», г. Чебоксары

В дополнение ко всему цветовая гамма подчеркивает стилистику народа. Оттенки красно-коричневого клинкерного кирпича на фасаде символизируют счастье, любовь; оттенки белого – чистоту, здоровье, мудрость, правдивость; оттенки чёрного – доброту.

Подводя итог, можно сказать, что проблема национальной идентичности в сфере архитектуры России и других стран – одна из важнейших в современном мире. Поэтому необходимо стремиться к отражению национальной идентичности в современном строительстве для культурного и образованного будущего. Применение направления национальной идентичности в современных постройках возродит память народа, окружая население идентично-культурными образами.

### Литература

1. Скалкин А. А. Понятие идентичности и факторы ее формирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. № 4 (41). С. 57–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-identichnosti-i-factory-ee-formirovaniya> (дата обращения: 15.10.2024).
2. Рихерт А. Э. Идентичность в архитектуре и градостроительстве как ключевой фактор развития исторического города // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 3 (49). С. 71–79. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/identichnost-v-arhitekture-i-gradostroitelstve-kak-klyuchovoy-faktor-razvitiya-istoricheskogo-goroda> (дата обращения: 12.10.2024).
3. Моргулёва Т. Новая русская архитектура: поиск национальной идентичности [Электронный ресурс]. URL: <https://hsedesign.com/project/362c009e655f453f9beb04634f4ea31e> (дата обращения: 11.10.2024).

**УДК 711.1**

*Ангелина Сергеевна Видеман,*  
студент  
*Светлана Юрьевна Викешина,*  
студент  
*Екатерина Ивановна Гуркова,*  
студент  
*Елизавета Дмитриевна Музыкантова,*  
студент  
*Валерия Андреевна Хрущева,*  
студент  
(Сибирский федеральный университет,  
Институт архитектуры и дизайна)  
*E-mail: hrusevalera99@gmail.com*

*Angelina Sergeevna Videman,*  
student  
*Svetlana Yuryevna Vikeshina,*  
student  
*Ekaterina Ivanovna Gurkova,*  
student  
*Elizaveta Dmitrievna Musikantova,*  
student  
*Valeria Andreevna Khrouchtcheva,*  
student  
(Siberian Federal University,  
Institute of Architecture and Design)  
*E-mail: hrusevalera99@gmail.com*

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ  
ТЕРРИТОРИЙ ГАРАЖНЫХ МАССИВОВ  
В СТРУКТУРЕ Г. КРАСНОЯРСКА**

**URBAN DEVELOPMENT POTENTIAL OF GARAGE AREAS  
IN THE STRUCTURE IN THE CITY OF KRASNOYARSK**

Сегодня в больших городах России территории гаражных массивов занимают значительное пространство внутри городской застройки. В условиях пересмотра подходов к развитию градостроительства важно исследовать ресурсы и потенциал для улучшения этих неэффективно используемых участков. Проблема заключается в том, что, гаражи частично решают задачу хранения автомобилей, но также представляют собой обширные зоны неразумного использования земли, создающие препятствия в городской среде. Целью исследования является выявление градостроительного ресурса, для последующего потенциального деvelopeмента и развития территорий города Красноярск, которые позволяют предотвратить разрастание города в предварительном расчете на 10 лет.

*Ключевые слова:* гаражные массивы, ресурс города, деvelopeммент, редеvelopeммент, потенциальные территории, регрессивные территории.

Today, in large cities of Russia, the territories of garage arrays occupy a significant space within urban development. In the context of a revision of approaches to urban development, it is important to explore the resources and potential to improve these inefficiently used sites. The problem lies in the fact that garages partially solve

the problem of storing cars, but also represent vast areas of unreasonable use of land, creating obstacles in the urban environment. The purpose of the study is to identify an urban planning resource for the subsequent potential development of the territories of the city of Krasnoyarsk, which will prevent the expansion of the city in a preliminary calculation for 10 years.

**Keywords:** garage arrays, city resource, development, redevelopment, potential territories, regressive territories.

При проведении анализа территории г. Красноярска с помощью геоинформационных данных были выявлены гаражные массивы на карте города и составлен рейтинг административных районов города по проценту площади, занимаемой гаражной застройкой. Общее количество гаражных массивов составило 818 шт., площадь 459 га (площадь гаражей с проездами к ним). Площадь гаражных массивов была графически сопоставлена с площадью центра города (487 га), гаражные массивы занимают 94 % от общей площади исторического центра Красноярска (рис. 1).



Рис. 1. Сводка данных гаражных массивов в г. Красноярск

Следует отметить, что гаражи визуально вторгаются в архитектурно-градостроительный облик города. Как субъект транспортной инфраструктуры, гаражи расположены вдоль улично-дорожной сети.

Анализом выявлено несколько диссонирующих участков в городе Красноярске: участок возле Копыловского моста, вдоль улицы Ястынской, вдоль улицы Семафорной. Остальные гаражные массивы не влияют на АГО города в летний период. В зимний период все гаражные массивы оказывают негативное влияние на город.

По улице Гусарова, Взлетная, Марковского, Семафорная выявлена особенность: гаражные массивы «прикрыты» экранами, кирпичными стенками или забором.

Гаражные массивы создают фронт застройки во время передвижения пассажирами по железной дороге. Преобладающие участки между станциями железной дороги с расположением гаражных массивов – это Енисей-Злобино, Железнодорожный вокзал – Путепровод – Бугач. Данные участки эмоционально отрицательно воздействуют на пассажиров, а также оказывают негативное впечатление на проезжающих через Красноярск пассажиров (рис. 2).

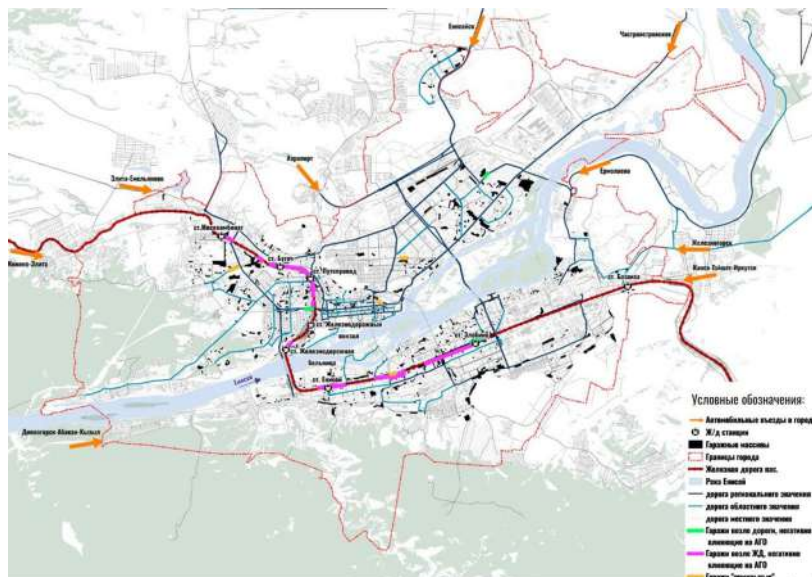


Рис. 2. Карта АГО территорий УДС

Анализ водоохраных зон реки Енисея, а также от малых рек Качи, Бугача и ручья Серебряного показал, что 184 гаражных массива нарушают требования [1]. В границах водоохраных зон запрещается движение и стоянка транспортных средств.

Размещение гаражных массивов негативно влияет на архитектурно-градостроительный облик главных водных артерий города. Для решения выявленной проблемы требуются мероприятия внесения территорий гаражных массивов в программу комфортной городской среды, а также инициировать выкуп гаражных массивов при формировании сетей общественных пространств (набережных, скверов и т. д.).

На стадии строительства многоквартирных домов должны быть соблюдены технические нормы и правила, касающиеся обустройства прилегающей к дому территории. Так, в соответствии расстояния от открытых автостоянок разной вместимости до фасадов жилых домов и торцов с окнами должно составлять:

- до 10 машин – не менее 10 м;
- 11–50 машин – не менее 15 м;
- 51–100 машин – не менее 25 м.

Таким образом, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [2], четко обозначен разрыв от открытых сооружений и паркингов до фасадов жилых домов и торцов (как с окнами, так и без), и это расстояние должно составлять не менее 10 м.

Указанные расстояния допускается сокращать для гаражей на 25 % этого расстояния при отсутствии в гаражах открывающихся окон, а также въездов, ориентированных в сторону жилых и общественных зданий.

Так же гаражные массивы проанализированы с точки зрения охранных зон линии электропередач (ЛЭП). В охранной зоне ЛЭП запрещено осуществлять любые действия, которые могут нарушить безопасную работу объектов электросетевого хозяйства [3]. В том числе размещать гаражи и стоянки всех видов механизмов. В Красноярске на территории охранных зон попадают 117 гаражных массивов, что составляет 109,9 га.

Данные территории являются регрессивными, но сделать с ними ничего нельзя. Поэтому гаражные массивы в охранной зоне подлежат



сохранению, дальнейшему ремонту и обеспечению безопасности, т. е. качественное дорожное покрытие, обеспечить территории освещением и камерами видеонаблюдения.

Гаражи, попадающие под проект планировки УДС и территорий общественного пользования подлежат сносу. Их площадь составляет 31.5 га, что соответствует 17 490 ед. гаражей из 140 335 ед. зарегистрированных. Если сравнивать с крупным общественным объектом, то это два центральных парка города Красноярска (рис. 3).

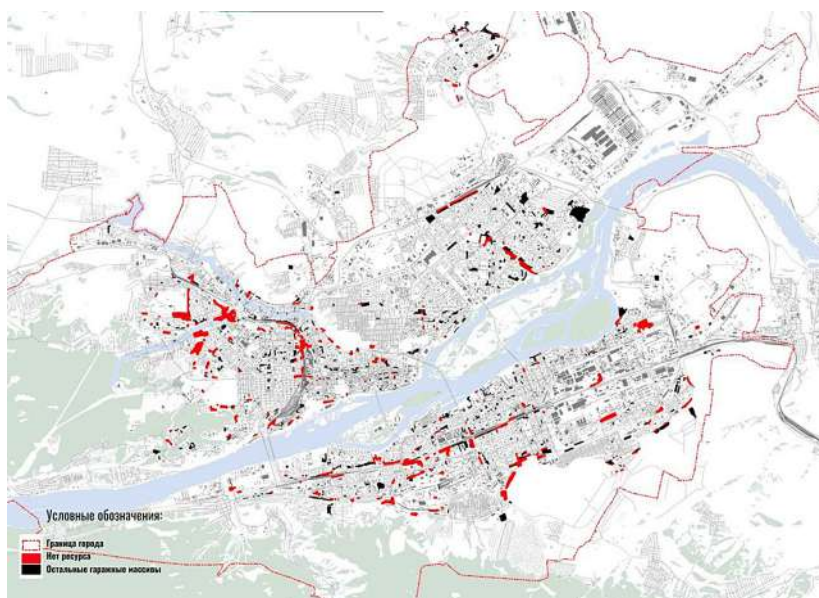


Рис. 3. Карта не ресурсных территорий

Анализ исторического центра показал, что в нем расположено множество объектов культурного наследия (ОКН), что требует соблюдения определённых правил [4, 5, 6].

По итогам анализа и изучения особых режимов использования земель и требований к градостроительным регламентам в границах охранных зон и в границах зон регулирования застройки и хозяй-

ственной деятельности, было решено использовать 3 основных подхода к решению вопроса гаражных массивов:

1. Ресурсные территории – массивы, занимающие большие территории и имеющие потенциальный интерес для девелоперов.

2. Редевелопмент – массивы, на территории которых новое строительство в данных ограничениях и плотности застройки довольно затруднительно, а место обладает высокой проходимостью и коммерческим потенциалом, предполагается сохранение общего шарма гаражной застройки и привнесение новых общественных и торговых функций.

3. Ремонт – в особых режимах использования земель и требований к градостроительным регламентам прописаны рекомендации к «обеспечению сохранности всех исторически ценных градоформирующих объектов: жилых, гражданских, промышленных зданий и инженерных сооружений, фрагментов рядовой исторической застройки, ценных элементов планировки», потому в исторических кварталах, где нет высокой проходимости, массивы находятся в непосредственной близости с ОКН, не обеспечивают проницаемость и безопасность, предлагается проведение работ по сохранности и ремонту гаражных массивов, что приведет к уменьшению негативного средового влияния и сохранению гаражей как советского наследия.

4. Реставрация – мероприятия по обеспечению сохранности и обеспечение визуального восприятия объекта культурного наследия в его историко-градостроительной и природной среде (рис. 4).

В статье 65 Градостроительного Кодекса РФ [7] определены территории, в отношении которых возможно комплексное развитие территорий (КРТ):

1. КРТ жилой застройки;
2. КРТ не жилой застройки;
3. КРТ незастроенной территории;
4. КРТ по инициативе правообладателя [8].

Проектным предложением является внесение нового вида – КРТ гаражных массивов. В случае утверждения программы КРТ на законодательном уровне, участки гаражных массивов могут быть преобразованы в комфортную городскую среду без вреда для собственников гаража. Это станет возможно в случае проработки экономической



и юридической сторон вопроса об изъятии земельных участков гаражных кооперативов под развитие территорий с полноценной компенсацией в виде денежной выплаты или машино-места (по выбору) владельцам гаражей в многофункциональном многоуровневом гаражном комплексе. А также внесение территорий гаражных массивов в программу КРТ позволит освободить ресурсные территории, на которых могут расположиться новые жилые комплексы, многоуровневые парковки, деловые и офисные центры, торговые центры и т. д.



Рис. 4. Карта подходов работы с гаражными массивами в историческом центре

В ходе анализа посчитаны ресурсные территории гаражных массивов, которые составляют 317,6 га. При коэффициенте плотности застройки 1,9 в зоне КРТ получим 6 034 400 м<sup>2</sup> жилья, на которых могут расположиться 201 000 чел. (при условии 30 м<sup>2</sup>/чел.). По предварительным расчетам, застройка этих территорий позволит предотвратить разрастание города на 10 лет.

Выявлены потенциальные территории вдоль УДС, на которых расположены гаражные массивы пригодные для девелопмента. Их площадь составляет 28,8 га. Эти территории являются в настоящее время неэффективно используемыми, так как присутствует более компактный и безопасный вид хранения автомобилей.

Так же определены потенциальные территории вдоль железной дороги, на которых расположены гаражные массивы пригодные для девелопмента. Их площадь составляет 33,6 га. Жилую застройку необходимо отделять от железных дорог санитарно-защитной зоной шириной 100 м, считая от оси крайнего железнодорожного пути. В настоящее время закон позволяет сокращать санитарно-защитные нормы от железной дороги благодаря ряду мероприятий. Ширина санитарной зоны может быть уменьшена, но не более чем на 50 м [9]. При размещении жилой застройки вдоль магистральной автомобильной или железной дороги на расстоянии, не обеспечивающем необходимое снижение шума, использование шумозащитных экранов в виде естественных или искусственных элементов рельефа местности (откосов выемок, насыпей), в виде искусственных сооружений (вертикальные или наклонные стенки, галереи и т. п.), а также применение экранов комбинированного типа (например, насыпь + стенка) (рис. 5).

В итоге, выявлены 3 подхода с расчётными данными, представленные в таблице.

#### Подходы к объекту градостроительного ресурса

Подходы	Гаражи попадающие	га	Сумма, га
Нет ресурса	ЛЭП	109,9	126,9
	Проект планировки УДС и общ. тер.	31,5	
Девелопмент	КРТ	78,8	329,6
	Вдоль УДС	28,8	
	Вдоль ЖД	33,6	

Окончание таблицы

Подходы	Гаражи попадающие	га	Сумма, га
Исторический центр	Снос	2,5	7,16
	Редевелопмент	2,47	
	Ремонт	2,06	
	Реставрация	0,13	
Итог	Ресурсные территории		329,6

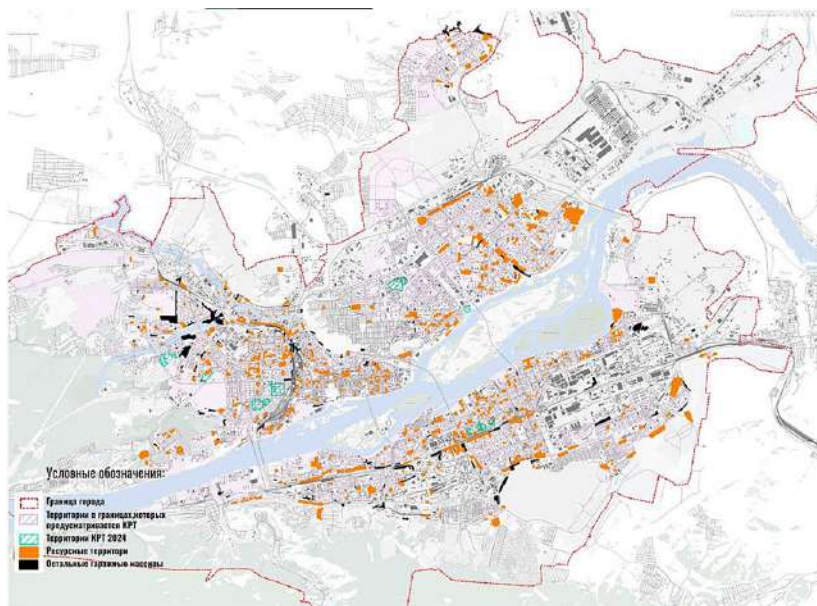


Рис. 5. Карта ресурсных территорий

## Литература

1. Водный кодекс РФ [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 12 апреля 2006 года; одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года. Статья 65.

URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102107048> (дата обращения: 13.10.2024).

2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/> (дата обращения: 13.10.2024).

3. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон: постановление Правительства РФ № 160 от 24 февраля 2009 г. URL: <https://base.garant.ru/12165555/> (дата обращения: 13.10.2024).

4. Гаражи у речного вокзала Красноярска признали культурным наследием // Дела.ru. 2018. 19 апреля. URL: <https://dela.ru/lenta/223584/> (дата обращения: 13.10.2024).

5. Об утверждении границ зон охраны объектов культурного наследия федерального, регионального и местного (муниципального) значения, расположенных в г. Красноярске, особых режимов использования земель и требований к градостроительным регламентам в границах данных зон охраны: постановление правительства Красноярского края № 569-п от 15 ноября 2016 г. URL: <http://www.krskstate.ru/docs/0/doc/36392> (дата обращения: 13.10.2024).

6. Аннотированный список объектов культурного наследия Красноярска, выверенный в проекте зон охраны в 2012 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://krasnoyaro.ru/download/СписокОКН\\_%20Редакт%202012г.pdf](https://krasnoyaro.ru/download/СписокОКН_%20Редакт%202012г.pdf) (дата обращения: 13.10.2024).

7. Градостроительный кодекс РФ. Статья 65. Виды комплексного развития территории. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/ef7f37a43741b89c0d5fc101a4df835833548c5e/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ef7f37a43741b89c0d5fc101a4df835833548c5e/) (дата обращения: 13.10.2024).

8. СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Электронный ресурс]. URL: <https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs/kodeks/SP-42-13330-2016-Svod-pravil-Gradostroitelstvo.pdf> (дата обращения: 13.10.2024).

9. СНиП II-12-77. Защита от шума [Электронный ресурс]. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/738/4294854802.pdf> (дата обращения: 13.10.2024).

**УДК 721.001**

*Го Цзэюй,*

аспирант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: 526129289@qq.com*

*Guo Zeyu,*

postgraduate student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: 526129289@qq.com*

## **АРХИТЕКТУРА МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В КИТАЕ**

### **ARCHITECTURE OF INCINERATOR POWER PLANTS IN CHINA**

В статье рассмотрена актуальная проблема создания мусоросжигательных электростанций для утилизации отходов в Китае. Выявлены основные проблемы существующих объектов, такие как изоляция предприятий, их монофункциональность и утилитарность архитектуры, а также социально-экологические сложности интеграции. На основе данных изучения опыта проектирования Китая и зарубежных стран, определены принципы проектирования мусоросжигательных электростанций. Установлен переход от монофункционального к многофункциональному составу объекта. Определен состав функциональных блоков, также предложена классификация с учетом вариантов различного размещения предприятий. Производственный блок – является главным составляющим объекта. Количество данных блоков позволяет предложить линейный, параллельный, зеркальный и лучевой варианты компоновки. В зависимости от характеристик вспомогательных и дополнительных блоков предложено пять теоретических моделей архитектуры многофункциональной мусоросжигательной станции в Китае.

*Ключевые слова:* архитектура, функционально-планировочные решения, мусоросжигательная электростанция, отходы, Китай.

The article considers the actual problem of establishing incineration power plants for waste utilization in China. The main problems of existing facilities, such as isolation of enterprises, their monofunctionally and utilitarian architecture, as well as social and ecological difficulties of integration, are revealed. Based on the data from the study of design experience of China and foreign countries, the design principles of waste incineration power plants are identified. The transition from monofunctional to multifunctional composition of the object is established. The composition of functional blocks is defined, also the classification is offered, taking into account variants of different

placement of enterprises. The production block is the main component of the object. The number of these blocks allows to offer linear, parallel, mirror and beam layout options. Depending on the characteristics of auxiliary and additional blocks, five theoretical models of architecture of a multifunctional incineration plant in China are proposed.

*Keywords:* architecture, functional-planning solutions, incineration power plant, waste, China.

В Китае проблема утилизации отходов решается тремя способами: использованием санитарных свалок, биокомпостированием мусора, а также мусоросжиганием. Последний способ стал наиболее распространенным в связи с использованием процесса сжигания для получения электроэнергии. Большинство существующих мусоросжигательных электростанций Китая – это монофункциональные промышленные объекты, имеющие утилитарный внешний вид [1]. Размещение таких предприятий происходит на изолированных территориях, с учетом санитарно-защитных зон. Интеграция мусоросжигательных электростанций затруднена, так как существуют социально-экологические сложности внедрения подобных объектов [2]. Решением данной проблемы может стать разработка новых подходов к созданию архитектуры мусоросжигательных электростанций.

Согласно анализу существующего опыта Китая и других стран, выявлены следующие принципы проектирования мусоросжигательных электростанций: принцип интеграции, принцип безопасности, принцип оптимизации внутренних процессов, принцип баланса, принцип света и тени. Определен состав функциональных блоков, функциональных зон и групп помещений [3]. Так, монофункциональный объект включает в себя производственный блок, вспомогательный производственный блок, транспортно-коммуникационный блок и административный блок [4]. Для многофункционального объекта характерно наличие не только производственного, вспомогательнопроизводственного, транспортно-коммуникационного и административного блоков, но и рекреационного, социально-педагогического, музейно-выставочного блоков, и блока временного проживания сотрудников.

Таким образом, установлено, что архитектура мусоросжигательных электростанций переходит от монофункциональной к многофункциональной. Объект интегрирован в местную природную экологию

и культурную среду, имеет характеристики гражданской архитектуры.

На основе полученных данных составлена классификация многофункциональных мусоросжигательных электростанций: ММЭС на промышленных территориях, ММЭС обслуживания сообществ, региональный комплексный центр переработки отходов, городские интегрированные ММЭС [4]. Заявленные типы предполагают различные варианты формирования архитектуры объектов, в зависимости от среды его размещения (рис. 1).

Поскольку многофункциональная мусоросжигательная электростанция является промышленным объектом, технологические показатели являются приоритетными для формирования архитектуры здания. Среди них наиболее важный – объем сжигания мусора, так как от него зависят технологические требования к основным функциональным блокам и количеству линий переработки. Предполагается, что многофункциональные мусоросжигательные электростанции могут иметь один, два или три производственных блока для утилизации отходов, каждый из которых включает три технологические линии [5]. В зависимости от схемы компоновки производственных блоков предлагается следующие варианты размещения: линейное, параллельное, зеркальное и лучевое (рис. 2).

Компоновка производственных блоков предполагает взаимодействие с вспомогательными блоками, а также с блоками, дополнительных функций. В зависимости от выбранных количественных показателей основных функциональных зон объекта возможны их различные сочетания при разных вариантах градостроительного размещения и социальной потребности.

Предлагается пять теоретических моделей многофункциональных мусоросжигательных электростанций в Китае: культурно-просветительская, ландшафтная, обслуживающая сообщество, коммерческий центр и промышленно-производственная (рис. 3).



Типы					1	2	3	4
1 Мусороперерабатывающие заводы на промышленных территориях					Городские мусороперерабатывающие заводы			
2 Мусороперерабатывающие заводы обслуживания сообществ					Региональный комплексный центр обработки отходов			
3 Мусороперерабатывающие заводы на промышленных территориях					Городские мусороперерабатывающие заводы			
4 Мусороперерабатывающие заводы на промышленных территориях					Городские мусороперерабатывающие заводы			
Объем сжигания мусора					Классификация по архитектурным характеристикам			
Малые электростанции					Экологический тип			
Средние электростанции					Знаковая архитектурный тип			
Крупные электростанции					Дружественный к сообществу тип			
Количество линий сжигания мусора					Географическое расположение			
Одна линия					Центральный городской тип			
Много линий					Пригородный тип			
Воздействие на окружающую среду					Региональный тип			
С низкими выбросами					Индустриальный парковый тип			
Экологически дружелюбные					Эффективность восстановления энергии			
Высокая эффективность					Средняя эффективность			
Средняя эффективность					Низкая эффективность			
Низкая эффективность					Эффективность восстановления энергии			
С низкими выбросами					Экологический тип			
Экологически дружелюбные					Знаковая архитектурный тип			
Высокая эффективность					Дружественный к сообществу тип			
Средняя эффективность					Экологический тип			
Низкая эффективность					Знаковая архитектурный тип			

Рис. 1. Классификация



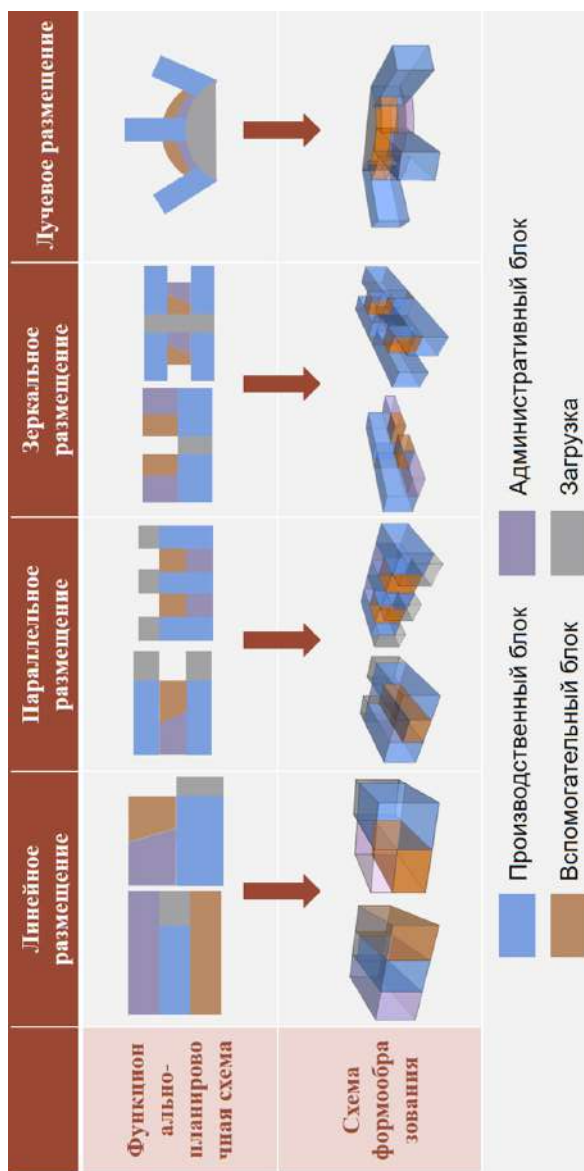


Рис. 2. Схема размещения и количество производственных блоков

	M1. промышленно-производственная	M2. обслуживающая сообщество	M3. культурно-просветительская	M4. ландшафтно-экологическая	M5. многопрофильная
<b>Градостроительно е размещение</b>	городские районы, близость к жилой и общественной застройке, находится близко к центру города или в центре жилого района, изолирован и имеет доступ только для профессионального сообщества, включен в производственную зону	городские районы, близость к жилой и общественной застройке, находится близко к центру города или в центре жилого района, участок может иметь открытый доступ	участок находится в городской среде, но на значительном расстоянии от жилой застройки или на периферии города, единственно-наилучная зона для жилья есть, участок имеет открытый доступ для населения и туристов	участок находится на периферии города или в городском пригороде	участок находится в природной зоне рядом или между несколькими поселениями
<b>Характеристики участка</b>	площадь участка компактная	площадь участка компактная	площадь участка значительная	площадь участка значительная	площадь участка значительная
<b>Форма участка</b>	квадратная, вытянутая	квадратная	Сложной конфигурации	Сложной конфигурации	Сложной конфигурации
<b>Объем застройки мусора</b>	500-3000 тысяч тонн	500-3000 тысяч тонн	1000-6000 тысяч тонн	3000-6000	от 6000 и выше
<b>Количество линий застройки</b>	1-2	1-2	2-3	2-3	3 и более
<b>Схема размещения линий застройки</b>	Линейная, Параллельная, Жеральная	Линейная, Параллельная	Параллельная, Жеральная	Параллельная, Жеральная, Дугея	Параллельная-жеральная, Жерально-дугея
<b>Состав функциональных блоков</b>	Производственный блок; Вспомогательный производственный блок; Транспортный и коммунальный блок; Административный блок; Учебно-образовательный блок;	Производственный блок; Вспомогательный производственный блок; Транспортный и коммунальный блок; Административный блок; Социально-образовательный блок;	Производственный блок; Вспомогательный производственный блок; Транспортный и коммунальный блок; Административный блок; Социально-образовательный блок; Мульти-выставочный блок;	Производственный блок; Вспомогательный производственный блок; Транспортный и коммунальный блок; Административный блок; Социально-образовательный блок; учебно-образовательный блок; общественно-деловой блок;	Производственный блок; Вспомогательный производственный блок; Транспортный и коммунальный блок; Административный блок; Социально-образовательный блок; учебно-образовательный блок; общественно-деловой блок; торгово-развлекательный блок;
<b>Формирующие и архитектура</b>	Соответствует контексту городской среды	Соответствует контексту городской среды	Соответствует контексту городской среды или ландшафту	Соответствует контексту ландшафта	Соответствует контексту ландшафта

Рис. 3. Теоретические модели многофункциональной мусоросжигающей электростанции

### Литература

1. Шамаева Т. В. Устойчивое развитие архитектурного облика промышленных объектов на примере зарубежного опыта // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2022. № 12. С. 46–61. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-46-61.
2. Чжу Хао. Оптимальная стратегия проектирования новых ресурсных теплоэлектростанций с точки зрения участия общественности (Д) // Гуанчжоу : Южно-Китайский технологический университет. 2020. № 5. С. 66–68.
3. Го Цзэюй. Принципы функционально-планировочной организации мусоросжигательных электростанций в Китае // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2024. № 3. С. 56–65. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-3-56-65.
4. Го Цзэюй. Классификация многофункциональных мусоросжигательных электростанций Китая // Инновации и инвестиции. 2027. № 7. С. 605–607.
5. Го Цзэюй, Супранович В. М. Функционально-планировочная организация мусоросжигательных электростанций в Китае // Современные подходы и методики научно-исследовательской работы в архитектуре: сборник научных трудов кафедры архитектурного проектирования за 2022–2023 гг.; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. СПб., 2023. С. 41–45. DOI: 721.011.12/725.4.

**УДК 725**

*Артём Анатольевич Колибаба,*  
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: zeroartem@yandex.ru*

*Artyom Anatolyevich Kolybaba,*  
postgraduate student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: zeroartem@yandex.ru*

## **ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ В СТРУКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ СЕВЕРНЫХ СТРАН**

### **EXPERIENCE IN DESIGN OF MULTIFUNCTIONAL SPACES AS A PART OF COMMUNITY CENTERS IN THE NORDIC COUNTRIES**

Высокая потребность в комфортабельных общественных пространствах в условиях Севера диктует необходимость поиска оптимальных проекторочных решений. Особое внимание при этом уделяется адаптивным и гибким решениям, которые могут обеспечить возможность организации различных видов деятельности и социальной активности. Реализуются данные решения в виде многофункциональных общественных пространств, встроенных в структуру общественных центров. В статье на основе анализа опыта проектирования многофункциональных пространств в структуре общественных центров северных стран выявлены современные тенденции их проектирования: формирование благоприятного внутреннего микроклимата, коммуникативность, открытость.

*Ключевые слова:* многофункциональные пространства, общественные центры, арктическая архитектура, общественные пространства, северные страны.

The high demand for comfortable public spaces in the North dictates the need to find optimal design solutions. Special attention is paid to adaptive and flexible solutions that can provide opportunities for various activities and social engagement. These solutions are implemented in the form of multifunctional public spaces integrated into the structure of public centers. Based on the analysis of the design experience of multifunctional spaces in the structure of public centers in the Nordic countries, the article identifies current trends in their design: creating a favorable internal microclimate, promoting communication, and fostering openness.

*Keywords:* multifunctional spaces, community centers, Arctic architecture, public spaces, Nordic countries.

Современные тенденции в проектировании северных общественных центров напрямую связаны с формированием в них многофункциональных общественных пространств. Общественные пространства – это городские территории, которые могут использоваться всеми горожанами без исключения для рекреации, досуга и общения [1]. По пространственной структуре их можно разделить на открытые и закрытые [2]. Открытые находятся вне зданий и сооружений и являются частью городского ландшафта. Однако в северных регионах особенности климата не позволяют людям проводить продолжительное время на открытом воздухе. Следовательно, в таких условиях более актуально применение закрытой типологии, располагающейся внутри зданий или на изолированных территориях. Примером закрытых общественных пространств являются атриумы, пассажи, вестибюли, галереи, переходы и др. [2].

Многофункциональные пространства предусматривают возможность адаптации к изменяемым условиям и различным требованиям к эксплуатации [3]. В качестве дополнения к ним также могут применяться медиативно-коммуникационные интерьерные решения. Они являются связующим звеном – это «интерьеры-посредники», в которых доминирует информационно-коммуникационная роль [4].

В данной статье не рассматриваются целевые общественные пространства – то есть узкофункциональные пространства, обслуживающие заранее определенные потребности посетителей (магазины, офисы, развлекательные центры, лечебные учреждения, концертные залы, музеи и т. д.).

Потребность в наличии многофункциональных пространств в структуре северных общественных центров предопределяется рядом факторов проектирования на Севере:

- масштаб: северные города России не крупные, поэтому в них преобладают общественные пространства малого и среднего размера и вместительности;
- сезонность: по экономическим и демографическим причинам мероприятия и события крупного уровня проходят довольно редко, в промежутки между ними жители городов используют такие пространства в своих нуждах, проводят досуг, организуют свои локальные мероприятия;

• суровый климат: длительный период с низкими температурами, ветром и снегом вынуждает жителей больше времени проводить в крытых помещениях. Поэтому актуально внедрение общественных пространств как в жилые, так и общественные комплексы.

Под воздействием вышеупомянутых факторов одной из преобладающих планировочных схем северных общественных центров стала ячейково-центрическая схема (рис. 1, *а*). При данной планировочной схеме целевые многофункциональные общественные пространства меньшей площади группируются вокруг центрального ядра в виде атриума. Также встречается ячейково-коридорная (галерейная) схема, где целевые многофункциональные пространства объединены коридором или галереей, через которые осуществляется связь между помещениями (рис. 1, *б*) [5].

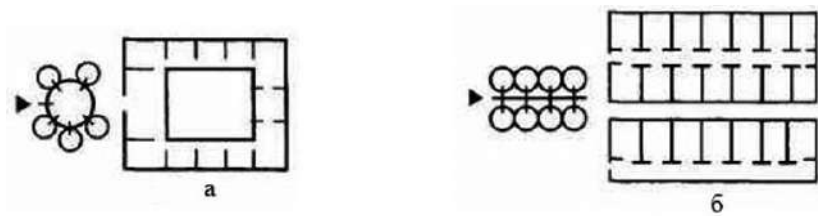


Рис. 1. Планировочные схемы общественных центров северных стран:  
*а* – ячейково-центрическая; *б* – ячейково-коридорная (галерейная)

Атриумы и галереи при этом выступают в роли медиативно-коммуникативного общественного пространства. Они выполняют как функцию распределительной зоны с элементами навигации, так и места наибольшего скопления людей, способствующего активной социальной коммуникации.

Рассмотрим ряд примеров таких объектов и проанализируем их характерные особенности.

**Культурный центр, Акюрейри, Исландия.** Здание культурного центра расположено на берегу фьорда и является частью комплекса городских общественных пространств. Планировочная схема центра относится к ячейково-коридорному типу (рис. 2, *а*). Транзитный поток посетителей проходит через сквозное пространство пассажа,

являющееся прямым продолжением городской улицы. Доступ в данное пространство открыт круглосуточно, что делает его независимым от целевых общественных пространств, сгруппированных по периметру центра. При этом сам пассаж выполняет рекреационно-коммуникационную функцию и направлен на использование как местными жителями, так и туристами. По конструктивной схеме пассаж представляет собой двухсветное пространство с большепролетной конструктивной системой, освещаемое через световые фонари в кровле и панорамные окна по периметру центра (рис. 2, б).

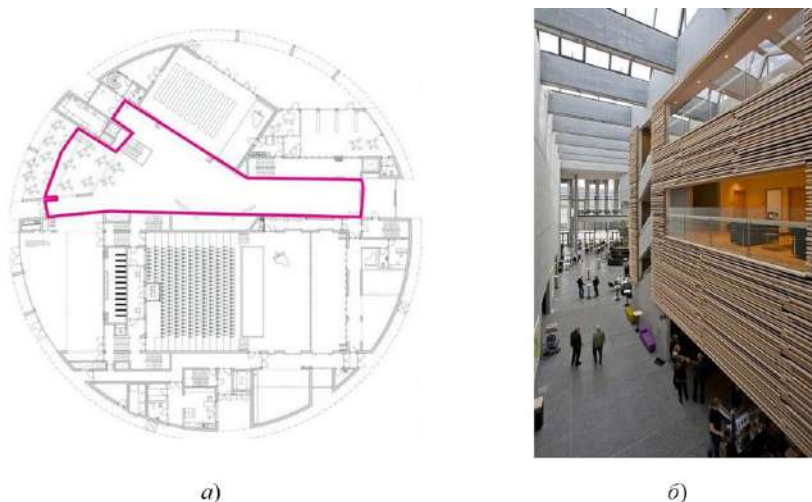


Рис. 2. Культурный центр (Акюрейри, Исландия):  
а – план; б – интерьер пассажа

**Отель Clarion Hotel Air, Сола, Норвегия.** Отель расположен в бизнес-парке, рядом с городским аэропортом. Ключевой функцией данного отеля является проведение конференций и предоставление мест размещения для их посетителей. Планировочная схема здания относится к ячейково-центрическому типу (рис. 3, а). Центральным пространством отеля является атриум, выполняющий рекреационно-коммуникативную и деловую функцию. Наличие данного

пространства позволяет организовывать формальные и неформальные встречи между постояльцами отеля, стимулировать социальную коммуникацию и обмен идеями. Атриум основан на большепролетной конструктивной системе, проходит через три жилых этажа и освещается через световые фонари в кровле (рис. 3, б).

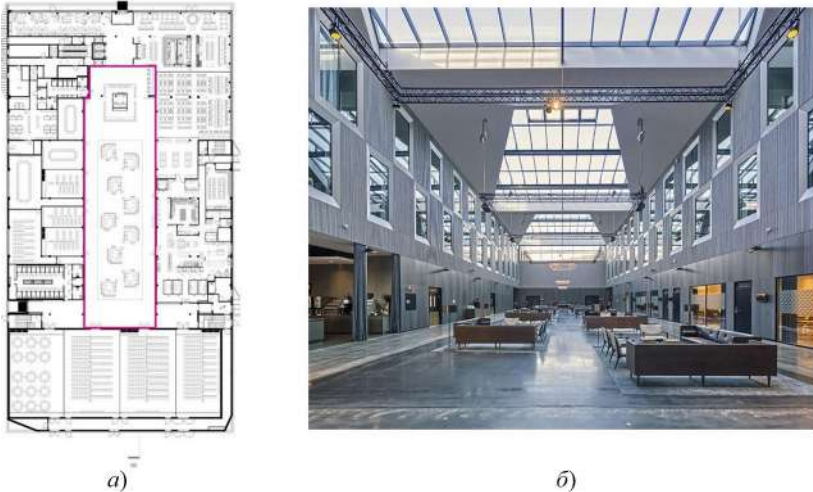


Рис. 3. Clarion Hotel Air (Сола, Норвегия):  
а – план; б – интерьер атриума

**Центр поколений, Норильск, Россия.** Проект предлагает создание культурно-рекреационной точки притяжения в центральном районе города. Планировочная схема общественного центра относится к ячейково-центрическому типу (рис. 4, а). Через атриумное пространство на первом этаже осуществляется доступ к целевым общественным пространствам. Атриум выполняет рекреационно-коммуникативную и событийную функции. В нем размещается амфитеатр с площадкой для проведения мероприятий, сад и кафе. По конструктивной схеме представляет собой двухсветное пространство с большепролетной конструктивной системой, освещаемое через световые фонари панорамные окна по периметру центра (рис. 4, б).



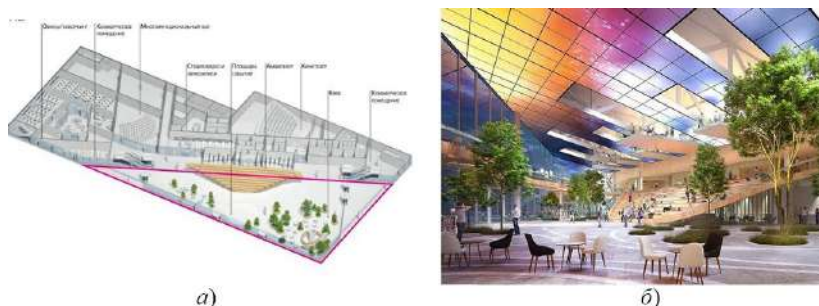


Рис. 4. Центр поколений (Сола, Норвегия): а – план; б – интерьер атриума

Таким образом, рассмотренные примеры северных общественных центров демонстрируют наличие следующих тенденций в формировании многофункциональных пространств:

формирование благоприятного внутреннего микроклимата: создание отдельной среды, так называемой «тёплой улицы» на контрасте с суровыми северными условиями для обеспечения функций прогулочных и рекреационных зон;

- коммуникативность: данные пространства, прежде всего, выполняют вспомогательную, посредническую роль перед целевыми общественными пространствами;

- открытость: данные пространства создаются просторными, с большой площадью остекления для создания благоприятной среды и связи интерьера с внешним окружением.

### Литература

1. Ненько А. Е. Социологические методы изучения общественных пространств: учебно-методическое пособие. СПб. : ун-т ИТМО, 2020. 55 с.
2. Зазуля В. С. Проблематика и тенденции развития общественных пространств: отечественный и зарубежный опыт // Урбанистика. 2021. № 1. С. 56–72.
3. Кузнецова В. А., Кузнецова Е. Н. Многофункциональные общественные пространства в культурных центрах. сценарии использования // Системные технологии. 2020. № 34. С. 122–132.
4. Лазарева М. В. Многофункциональные пространства крупных общественных комплексов: дис. ... канд. архитектуры. М. : МАРХИ, 2007. 285 с.
5. Синяевский И. А. Типология зданий: учебник для студ. учреждений среднего проф. образования. М. : Академия, 2014. 288 с.

**УДК 711:379.8**

*Олег Сергеевич Пчелинцев,*  
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: p4elik.oleg37@gmail.com*

*Oleg Sergeevich Pchelintsev,*  
postgraduate student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: p4elik.oleg37@gmail.com*

## **РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

### **THE ROLE OF DIGITALIZATION OF DESIGN AND ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION OF SPORTS FACILITIES IN THE ARCTIC ZONE**

Современные информационные технологии многократно ускорили и упростили процесс проектирования и строительства зданий. Искусственный интеллект переживает расцвет на современном этапе развития строительной индустрии. Сегодня информационные технологии позволяют применять системный подход в проектировании спортивных объектов. Применение ИТ-инструментов при разработке архитектурных и конструктивных решений объектов спорта позволяет принять правильные управленческие решения в создании безопасной и комфортной среды при устойчивом развитии территории. Особую актуальность приобретает применение современных цифровых технологий в проектировании и строительстве объектов горнолыжной и сопутствующей инфраструктуры.

*Ключевые слова:* цифровизация, проектирование, строительство, технологии, цифровая модель.

Modern information technologies have greatly accelerated and simplified the process of designing and construction. Artificial intelligence is flourishing at the present stage of development of the construction industry. Today, information technology makes it possible to apply a systematic approach to the design of sports facilities. The use of IT tools in the development of architectural and design solutions for sports facilities allows to make the right management decisions in creating a safe and comfortable environment with sustainable development of the territory. The use of modern digital technologies in the design and construction of ski facilities and related infrastructure is becoming particularly relevant.

*Keywords:* digitalization, design, construction, technology, digital model.

Олимпийские игры в Сочи и Чемпионат мира по футболу 2018 года выдвинули новые требования к проектированию и строительству спортивных объектов в России. Проектирование таких сооружений представляет собой сложную и ответственную задачу. Эти объекты отличаются яркой и запоминающейся архитектурой, а также включают в себя сложные инженерные системы. Поэтому проектировщики постоянно ищут новые эффективные решения для работы с такими проектами.

Цифровизация в области строительства представляет из себя процесс перевода всех строительных процессов в цифровой формат и использование современных возможностей технологий с целью сокращения сроков и повышения качества выполнения работ. Одними из самых успешных разработок, активно применяемых проектировщиками, являются BIM-технологии. Их использование при проектировании современных сложных объектов, включая спортивные сооружения, является одним из ключевых факторов успешных инвестиций со стороны заказчика, так как технология BIM-проектирования позволяет значительно сэкономить время и средства, необходимые для реализации проекта [1].

Данная технология предоставляет возможность улучшить качество проектирования и на раннем этапе предоставить полную картину того, как будет выглядеть и функционировать проектируемый объект [2].

Внедрение принципов BIM-проектирования в строительную сферу оказывается не таким простым, как может показаться. Среди главных препятствий на пути цифровизации следует выделить:

- высокие расходы на переоснащение и переквалификацию кадров;
- длительные сроки внедрения и непредсказуемый результат;
- отсутствие рентабельности для небольших компаний;
- недоверие к компании-поставщику BIM-технологий;
- высокая стоимость ошибок в проектировании.

Основные задачи и направления развития цифровизации в строительстве:

- ускорение процесса разработки и подготовки проектной документации;
- значительное сокращение времени проектирования;
- предоставление точной информации о расходах на строительство;

- демонстрация сроков и стоимости реализации различных концепций;

- расчет количества материалов и деталей.

Работа в суровых условиях Арктики чрезвычайно сложна и требует значительных финансовых средств, а также уникальных технологических решений. Арктика в наше время, как никогда, нуждается в особом внимании и тщательном обращении [3].

К этим факторам относятся:

- проектирование объекта с учетом специфики ветровых условий и снегопереноса зимой;

- максимальное блокирование зданий и сооружений от внешних негативных факторов;

- отказ от сложного формообразования и значительных перепадов высот;

- минимизация использования ограждений и прочих структурных элементов;

- минимизация стеклянных фасадов, окон и т.п.

Аддитивные технологии – это одно из стремительно развивающихся направлений науки, позволяющее создавать (печатать) на специализированных принтерах самые различные и при этом сложные трехмерные объекты. Эти технологии обеспечивают возможность работы непосредственно с геометрией изделия в формате 3D-модели.

Использование современных аддитивных решений позволяет значительно сократить время и стоимость строительства, что может стать настоящей революцией в Арктике, где существует вечная мерзлота и другие проблемы. Кроме того, быстрое прототипирование минимизирует логистические затраты и позволяет производить компоненты и конструкции в небольших масштабах прямо на месте.

Для широкого распространения аддитивных технологий, в частности, требуются перспективные материалы нового поколения, которые подойдут для использования в северных широтах.

Вторым важным аспектом является модульность конструкции, которая может быть эффективно реализована с помощью аддитивных технологий.

Предлагаемая цифровизация проектирования в Арктической зоне предполагает:

- создание цифровых моделей, включая имитацию погодных условий;
- цифровизация имеющегося опыта строительства в Арктике, включая экспериментальный;
- систематизацию информации от возведения и эксплуатации до реконструкции и сноса;
- формирование цифровых компетенций в строительстве и создании инфраструктуры, а также подготовку кадров.

Внедрение системы позволит создать единое информационное пространство для градостроительного процесса в Арктике, сделать его более эффективным, снизить затраты, развить современные возможности и помочь в подготовке специалистов для новых цифровых отраслей. Все это будет способствовать устойчивому развитию инфраструктуры и экономическому развитию Арктики.

Примером продуктивного использования ИТ-инструментов как в процессе проектирования, так и строительства служит завершённый в 2022 году уникальный туристический комплекс на вершинах Хибин: здание ресторана «Плато» несомненно станет одним из символов не только Мурманской области, но и всего горнолыжного туризма АЗ РФ. Использование информационных технологий – это будущее строительной отрасли и возможность сделать так, чтобы характеристики будущих объектов практически полностью соответствовали требованиям рынка [4].

Выводы:

1. Системный подход к проектированию и строительству арктических объектов может привести к действительно творческим, эффективным и инновационным решениям;
2. Методология анализа оценки жизненного цикла конструкций является надёжным инструментом для принятия обоснованных решений при выборе экологически чистых строительных материалов;
3. Проектирование и строительство арктических объектов с использованием системного подхода позволяет получать по-настоящему творческие, эффективные и инновационные решения.

### Литература

1. Цифровые технологии – спорту // Строительный еженедельник. 2019. № 31(891) // URL: <https://asninfo.ru/techmats/116-tsifrovyye-tekhnologii-sportu> (дата обращения 01.10.2024).
2. *Елистратов В. Н., Пастух О. А.* Разработка и внедрение энергоэффективных решений в условиях глобальной цифровизации городской среды // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: матер. V международ. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2022. С. 24.
3. *Пчелинцев О. С., Пастух О. А.* Особенности выбора территории для проектирования горнолыжного туристического комплекса в Арктической зоне // Системные технологии. 2024. № 1(50). С. 162–168.
4. *Пастух О. А., Кураков А. Ю.* Роль BIM-технологий в проектировании, строительстве и подготовке квалифицированных кадров // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: матер. III междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2020. С. 344–354.

**УДК 711**

*Тимур Ринатович Абдуллин,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: Tramvaie@yandex.ru*

*Timur Rinatovich Abdullin,*

Master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail Tramvaie@yandex.ru*

## **МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ**

### **INTERNATIONAL EXPERIENCE IN THE DESIGN OF ECOLOGICAL PARKS**

Проблема экологического загрязнения становится все более критичной в современном мире, особенно в условиях растущей антропогенной нагрузки и уменьшения биоразнообразия. Уничтожение мест обитания живых организмов негативно сказывается на экосистемах и здоровье населения. В этой связи создание экопарков представляет собой важный шаг к улучшению экологической ситуации. Экопарки не только восстанавливают природные местообитания, но и способствуют повышению осведомленности населения о необходимости защиты окружающей среды. Применение принципов устойчивого проектирования и рационального природопользования в международных проектах подчеркивает важность интеграции экологии в городское планирование.

*Ключевые слова:* экопарк, защита от подтоплений, биоразнообразие, естественные местообитания, экологическое загрязнение, устойчивое проектирование, природопользование.

The problem of environmental pollution is becoming more and more critical in the modern world, especially in the context of increasing anthropogenic pressure and decreasing biodiversity. The destruction of habitats of living organisms has a negative impact on ecosystems and public health. In this regard, the creation of ecoparks is an important step towards improving the environmental situation. Ecoparks not only restore natural habitats, but also contribute to raising public awareness of the need to protect the environment. The application of sustainable design and environmental management principles in international projects emphasises the importance of integrating ecology into urban planning.

*Keywords:* ecopark, flood defence, biodiversity, natural habitats, environmental pollution, sustainable design, environmental management.

В современном мире актуальна проблема экологического загрязнения городов, повышенной антропогенной нагрузки, уменьшения биоразнообразия, уничтожения мест обитания живых организмов [1]. Таким образом, учитывая актуальность проблемы экологического загрязнения и необходимость увеличения озелененных территорий, создание экопарков становится важным шагом в решении этих задач. Экопарки представляя собой обустроенные природные объекты с экологическими маршрутами, не только способствуют сохранению естественных местообитаний ценных видов, но и помогают восстанавливать биоразнообразие растений и животных [Примечание: Экопарк – природный объект, обустроенный экологическими маршрутами, целью создания которого является сохранение естественного местообитания ценных видов, сохранение биоразнообразия растений и животных и экологическое воспитание населения [2]]. Кроме того, они играют ключевую роль в экологическом воспитании населения, формируя осознание важности защиты окружающей среды и активного участия в её сохранении.

Для решения вышеперечисленных проблем используются такие принципы, как принцип устойчивого проектирования, рационального природопользования, принцип защиты от подтоплений, принцип санитарно-экологической эффективности, принцип повышения биоразнообразия, принцип повышения экологической грамотности [3].

### **Обзор аналогов**

Данные принципы стали основой для создания таких международных проектов, как Kirkkojarvi Flood Park (Финляндия), River Forest Island (Китай), Weiliu Wetland Park (Китай). Так, при разработке проекта Kirkkojarvi Flood Park в Финляндии команде ландшафтных архитекторов из LOCI Landscape Architects было важно решить проблему ежегодного затопления территории, не нарушив связь человека с водой, потерю биоразнообразия, вследствие осушения озера. Паводки стали средством визуального изменения ландшафта, а не только вызовом (рис. 1). Архитекторы повысили и укрепили участки парка, где вода могла бы нанести ущерб городским строениям, остальные же участки они сделали устойчивыми к затоплению, что



позволило ландшафту постоянно меняться в зависимости от времени года, одновременно с тем не разрывая связь человека и водной глади.



Рис. 1. Фото с обычным ландшафтом и симуляцией максимального уровня воды (автор: Pyry Kantonen)

Посадки вдоль вновь сформированного русла реки повысили биоразнообразие данного места, вследствие увеличения площади для обитания птиц, грызунов, выдр и многих других. Особую роль финские архитекторы отводят донным насекомым, которые не только измельчают ил, фильтруют воду, но и являются важной частью корма для рыб, например, форели [4]. Также на всей территории проекта установлены информационные стенды, повышающие осведомлённость посетителей о данных приёмах.

Подводя итог, парк стал нетривиальным примером использования возможностей воды, что позволило ему получить свою индивидуальность, одновременно следуя всем современным тенденциям повышения биоразнообразия и комфортности среды.

Ещё одним международным проектом, применяющим данные принципы на практике, стал River Forest Island разработанный командой SWA Group. Парк размещён на территории песчаной отмели на

изгибе большой реки Сянцзян, которая каждый год полностью затопляет его в период половодья. Для борьбы с затоплениями проектом предусмотрено укрепление террасированием и размещение буферных водно-болотных угодий (рис. 2). Дорожно-тропиночная система спроектирована таким образом, чтобы при полном затоплении большинство речного ила и принесённого мусора не задерживалось на острове, а проходило его насквозь. Осевший ил используется в качестве удобрения, а сухие деревья с территории парка применяются в качестве берегоукрепления.



Рис. 2. Дорожно-тропиночная сеть водно-болотных угодий в начале парка  
(автор фотографии: Том Фокс)

Проектом предусмотрена дорожно-тропиночная сеть, оставляющая большие не доступные, но частично просматриваемые посетителями участки, имитирующие природные условия, что способствует повышению чувства безопасности у животных.

Сделан ряд зон: водно-болотные угодья, загущённые лесные посадки, речные долины, что создаёт условия обитания для большого разнообразия животных [5].

Данный парк демонстрирует нам что даже в сложных природных условиях проектирование может вестись на основе принципов

повышения биоразнообразия, экологической эффективности и комфортности среды.

Последним аналогом, который стал ярким представителем применения всех сформулированных принципов, можно назвать спроектированный в Китае Yifang Ecoscape [6] – экологический парк, который построен с целью сохранить зеленый участок легендарной китайской реки Вей.

Описанная в стихах Сыма Сянжу ещё во втором веке до нашей эры, эта река стала серьёзно антропогенно нагружена в двадцатом веке, что привело, вкупе с растущей урбанизацией берегов, к экологической деградации прибрежных водно-болотных угодий, загрязнению воды, что привело к значительному уменьшению биоразнообразия. Архитекторы выявили задачу создать интегрированную зеленую инфраструктуру на объекте. Она включила в себя адаптивное ландшафтное зонирование на основе существующего рельефа, где первая зона отдаётся под естественные водно-болотные угодья затапливаемые раз в 3–5 лет, что восстанавливает аккумулирующую функцию данного участка, вторая зона представляет собой каскад прудов и искусственных болот, очищающих сточную воду за счет естественных природных фильтров и фиторемидиационных технологий, которые затапливает раз в 10 лет, и наиболее редко затапливаемая зона отдана под рекреационные и досуговое пространство (рис. 3).



Рис. 3. Используемые биоинженерные технологии: ивовые матрасы, каменная наброска, посадка злаковых (автор фотографии: Юэянь Джинь)

Были задействованы такие биоинженерные технологии, как ивовые матрасы, габионы, каменная наброска, посадка злаковых для укрепления берегов, фиторемидиационные посадки, что позволило защитить территорию от наводнений, защититься от эрозии, сохранить и воссоздать условия для обитания местных видов, повысить биоразнообразие (рис. 3) [6].

Вода, отфильтрованная через ряд этих зон, повторно используется для орошения, на водной площадке, а потом пополняет природные прибрежные водно-болотные угодья. Архитекторы оставили большинство деревьев и территории произрастания местных ценных биотопов, чтоб минимизировать воздействие человека на среду, а также добиться своего уникального стиля. Спустя год мониторинга, специалисты констатировали что вторично было использовано более 2,4 миллионов метров квадратных воды, улучшение качества воды в реке возле парка на несколько порядков, биоразнообразие по индексу Шеннона-Уайденера было улучшено до 1,57–1,91 для сообщества травянистых растений и 2,11–2,33 для сообщества деревьев.

Цена полной реализации данного парка составила лишь треть от аналогичных проектов.

Делая вывод, хочется отметить, что использование биотехнологий в купе с устойчивым проектированием позволяет создать функциональный, современный парк, способный отвечать всем последним тенденциям, при этом оставаться не дорогим и интересным посетителям.

В заключении можно констатировать, что создание экопарков представляет собой важный шаг в борьбе с экологическим загрязнением и утратой биоразнообразия в городах. Применение принципов устойчивого проектирования, рационального природопользования и повышения экологической грамотности позволяет не только восстанавливать естественные местообитания, но и формировать у населения осознание важности защиты окружающей среды. Примеры международных проектов, таких как Kirkkojarvi Flood Park и River Forest Island, показывают, как можно успешно интегрировать экологические решения в урбанистическое пространство, создавая гармоничные и функциональные природные объекты.

Эти инициативы не только улучшают качество жизни горожан, но и способствуют сохранению уникальных экосистем. Важно, чтобы такие проекты становились стандартом в городском планировании, вдохновляя другие страны и регионы на внедрение аналогичных решений. В конечном итоге, экопарки могут стать не только местом для отдыха и досуга, но и мощным инструментом для воспитания экологической ответственности и формирования культуры бережного отношения к природе.

### Литература

1. Дробот Г. А., Кочеткова Е. В. Экологические проблемы как глобальная угроза безопасности // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2009. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-problemy-kak-globalnaya-ugroza-bezopasnosti> (дата обращения: 04.11.2024).

2. Матыгина М. А., Мингазова Н. М., Шигапов И. С. Особенности применения термина «Экопарк» // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Матер. VI Всерос. конф. с междунар. участием (11–14 марта 2015 г., Йошкар-Ола). Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2016. С. 373–376. URL: <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/147292> (дата обращения: 01.11.2024).

3. Коновалова Е. С., Керимова Н. А. Роль природных биотопов в проектировании объектов ландшафтной архитектуры // Сборник научных трудов студентов магистратуры кафедры дизайна архитектурной среды: Сборник статей. СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. С. 86–92. EDN QDVUKF.

4. Kirkkojärvi Flood Park designed by Loci // Landezine. URL: <https://landezine.com/kirkkojarvi-flood-park-by-loci/> (accessed on: 03.10.2024).

5. Baxizhou – an island in the middle of the river, with flowers reflected in the water // CREDAWARD. URL: <https://www.credaward.com/project/%E5%B7%B4%E6%BA%AA%E6%B4%B2-%E6%B1%9F%E5%BF%83%E4%B9%8B%E6%B4%B2%E6%BC%8C%E6%B0%B4%E6%98%A0%E6%B1%9F%E8%8A%B1/> (accessed on: 04.10.2024).

6. Weiliu Wetland Park | Xianyang, China | Yifang Ecoscape // World Landscape Architecture. URL: <https://worldlandscapearchitect.com/weiliu-wetland-park-xianyang-china-yifang-ecospace/?v=b870c45f> (accessed on: 05.10.2024).

УДК 711

*Ярослав Игоревич Астафьев,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: astafev\_y@bk.ru*

*Yaroslav Igorevich Astafev,*  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: astafev\_y@bk.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В АЛЬМЕТЬЕВСКЕ**

### **PRINCIPLES OF DISTRIBUTION OF RECREATIONAL LOAD ON THE EXAMPLE OF A CITY RESERVOIR IN ALMETYEVS**

Важнейшими составляющими городских пространств выступают природные зоны, включенные в структуру водно-зеленого каркаса города. Понятие «водно-зеленый каркас города» подразумевает объединение связанных между собой участков города с растительностью и городскими акваториями, интегрированными в городское пространство. Главные цели этой основы – создание комфорта, формирование зон рекреации, регулировка микроклимата города, совершенствование экологической обстановки и показателей здоровья городских жителей.

В частности, можно выделить территории открытых водных пространств в черте городов такие, как реки, озёра и водохранилища, предназначенные для проведения досуга и отдыха местных жителей в отдалённости от городской суеты и шума. Вместе с этим, территории открытых водных пространств и их прибрежная часть выполняют важнейшие роли в формировании природных биотопов, биотопов, микроклимата, а также комфортабельной среды для жизни человека и множества видов животного мира.

На данный момент проблема состояния водных городских пространств и распределяемой на этих территориях рекреационной нагрузки является достаточно актуальной для того, чтобы в этом направлении велись множественные научные исследования и предлагалось большое количество проектов создания новых концепций с учётом потребностей местных жителей, флоры и фауны.

*Ключевые слова:* природные зоны, водно-зелёный каркас, комфортная среда, антропогенная нагрузка, рекреация.

The most important components of urban spaces are natural areas included in the structure of the water-green frame of the city. The concept of “water-green frame of

the city” implies the unification of interconnected areas of the city with vegetation and urban water areas integrated into the urban space. The main goals of this framework are to create comfort, form recreation areas, regulate the city’s microclimate, improve the environmental situation and health indicators of urban residents.

In particular, we can identify areas of open water spaces within cities, such as rivers, lakes and reservoirs, intended for leisure and recreation of local residents away from the bustle and noise of the city. At the same time, the territories of open water spaces and their coastal part play the most important roles in the formation of natural biocenoses, biotopes, microclimate, as well as a comfortable environment for human life and many species of the animal world.

At the moment, the problem of the state of urban water spaces and the anthropogenic load distributed in these territories is quite relevant for multiple scientific studies to be conducted in this direction and a large number of projects to create new concepts to be proposed, taking into account the needs of local residents, flora and fauna.

*Keywords:* natural areas, water-green frame, comfortable environment, anthropogenic load, recreation.

## **Введение**

Актуальность исследования по теме «Принципы распределения рекреационной нагрузки на примере городского водохранилища в Альметьевске» (рис. 1) обусловлена рядом важных факторов, связанных с сохранением и рациональным использованием водных и прибрежных ресурсов, формированием эффективного использования территории, а также обеспечением комфортного и безопасного отдыха горожан (рис. 2).





Рис. 1. Общий вид на территорию городского водохранилища в Альметьевске

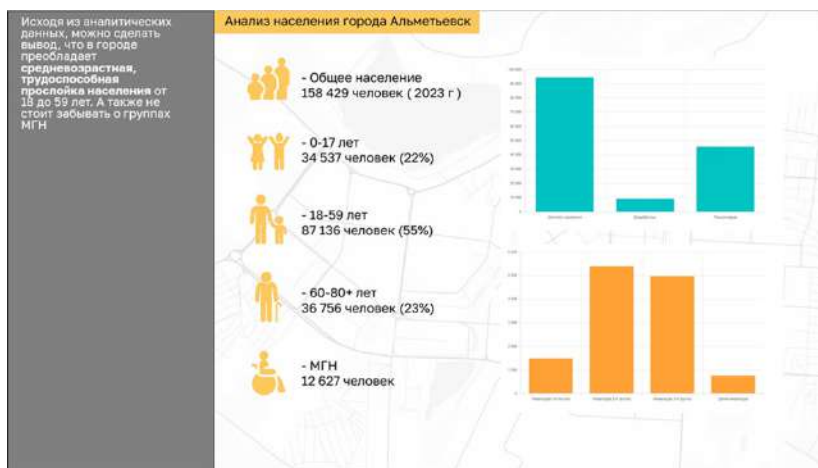


Рис. 2. Аналитическая схема населения Альметьевска

Во-первых, с учетом роли городских водохранилищ в обеспечении населения питьевой водой, экологическом балансе и качестве жизни города необходимо обозначить оптимальные принципы распределения



рекреационной активности [1] по территории водохранилища, чтобы оставить функциональность объекта и уменьшить негативные последствия, такие, как загрязнение, уход воды, утрата экосистемы и др.

Во-вторых, исследование темы актуально для разработки инфраструктуры отдыха и развлечений на территории водохранилища. Власти городов заинтересованы в создании необходимых условий для отдыха городского населения, привлечения туристов и инвесторов, что влечет за собой экономическое развитие и улучшение уровня жизни горожан.

В-третьих, принципы распределения рекреационной нагрузки могут быть использованы для разработки стратегий управления водохранилищем и повышения эффективности его использования. Это включает в себя планирование и зонирование территории, определение допустимых нагрузок на определенные участки, расчет пропускной способности и т. д. [2].

Таким образом, исследование принципов распределения рекреационной нагрузки на городском водохранилище в Альметьевске является актуальным и значимым для решения ряда важных задач, связанных с обеспечением экологической устойчивости и социально-экономического благополучия города.

На основании данных факторов появляется необходимость в создании концепции ландшафтной организации территории городского водохранилища в Альметьевске, с целью грамотного распределения нарастающего потока посетителей, позволяя сохранить природную составляющую территории, а также эффективно распределить людей по территории, с целью обеспечить более комфортный и безопасный отдых для горожан.

**Концепция проекта.** Концепция проектирования основывается на принципах устойчивого развития ведомственной территории городского водохранилища в Альметьевске и рационального использования водных и прибрежных ресурсов. Одним из ключевых направлений является «разработка принципов распределения рекреационной нагрузки на приоритетных участках водохранилища». Одними из таких принципов, являются:

1. Равномерное размещение зон отдыха по всей территории – это позволит избежать массовых скоплений человека на одном участке

территории водохранилища и обеспечит удовлетворение потребности посетителей в спокойном отдыхе;

2. Учет возрастных категорий – создание зон отдыха и мест развлечений, интересных и доступных для разного возраста посетителей;

3. Сезонность – проведение мероприятий и активностей в зависимости от погоды и времени года.

Важным аспектом является также развитие инфраструктуры отдыха и туризма в пределах территории водохранилища. Это включает зоны тихого отдыха, спорта и развлечений, а также развитие водных видов спорта, в том числе гребля, каноэ и каякинг и т. д. В настоящее время, так как осуществляется проект законодательных границ территории, работа важна в выборе проекта и определении приоритетов. Важным аспектом является и работа по благоустройству территории, предусмотрено создание зоны зеленых насаждений и прогулочных парков, пеших и велосипедных дорожек, улучшение доступа. Также стоит учесть вопросы экологической эффективности и сохранения экосистемы водохранилища. Предполагается, что будет проводиться очистка и восстановление водных объектов, создание условий для рыб и других водных животных.

**Описание проекта.** Объемно-пространственная концепция городского водоема на территории Альметьевска предполагает создание единого рекреационного пространства, где каждый житель и гость города сможет найти себе по душе как активные, так и пассивные занятия.

**Организация пешеходных и велосипедных маршрутов.** Вокруг водохранилища должны быть спроектированы пешеходные, кольцевые и прибрежные маршруты, велосипедные маршруты, различные зоны отдыха должны иметь удобные и безопасные связи. Сеть пешеходных дорожек будет построена из качественных, прочных материалов, удобных и безопасных для передвижения всех пользователей разного возраста. Велосипедные маршруты будут обозначены специальной разметкой и знаками, также должны быть предусмотрены велосипедные парковки. Пешеходные дорожки также будут иметь разные размеры и форму, они будут соответствовать требованиям каждой категории пользователей. По ним будут доступны связанные зоны отдыха, спортивные площадки, детские игровые зоны и другие

объекты инфраструктуры. Велосипедные дорожки примыкают к набережной, и велосипедисты могут наслаждаться потрясающим видом и дышать свежим воздухом.

Для обеспечения безопасности движения на пешеходных дорожках и велосипедных трассах будут установлены фонари освещения, а также камеры видеонаблюдения. Кроме того, на всей территории водохранилища будут работать профессиональные инструкторы и спасатели, готовые оказать помощь в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

**Обустройство зон отдыха.** Размещение зон отдыха с лавочками, беседками, навесами и площадками для пикников. Зоны отдыха должны быть распределены по всей территории, чтобы обеспечить равномерную рекреационную нагрузку. Зоны отдыха будут располагаться на берегу водохранилища, что позволит посетителям наслаждаться красивыми видами и свежим воздухом. Лавочки и беседки будут выполнены из натуральных материалов, таких как дерево и камень, что придаст им эстетичный вид и долговечность. Навесы будут защищать отдыхающих от солнца и дождя, а площадки для пикников будут оборудованы всем необходимым для приготовления пищи на открытом воздухе. Зоны отдыха будут распределены по всей территории таким образом, чтобы обеспечить равномерное распределение нагрузки на окружающую среду. Это поможет сохранить природу водохранилища и сделать отдых более комфортным для всех посетителей.

**Спортивные и детские площадки.** Установка спортивных площадок для волейбола, футбола, баскетбола и других игр. Также создание детских игровых зон с качелями, горками и песочницами. Спортивные площадки будут предназначены для различных видов спорта, таких как волейбол, футбол, баскетбол, настольный теннис и другие. Все площадки будут иметь качественное покрытие и соответствующее оборудование. Для детей будут созданы специальные игровые зоны с качелями, горками, песочницами и другими аттракционами. Все оборудование будет безопасным и соответствовать стандартам качества.

**Водные развлечения.** Организация проката лодок, катамаранов и водных велосипедов для активного отдыха на воде. На водохранилище

будет организован прокат лодок, катамаранов и водных велосипедов. Посетители смогут арендовать любое понравившееся плавсредство и наслаждаться прогулкой по водной глади. Также будет доступна услуга аренды SUP-досок для тех, кто хочет насладиться красивыми видами водохранилища с воды.

**Общественные пространства:** Создание зон для проведения мероприятий, выставок, ярмарок и мастер-классов. На территории водохранилища будут созданы специальные зоны для проведения различных мероприятий, таких как концерты, фестивали, выставки, ярмарки и мастер-классы. Эти зоны будут оборудованы всем необходимым для комфортного проведения мероприятий, включая сцену, звуковое и световое оборудование, места для зрителей и участников.

**Зеленые насаждения.** Озеленение территории водохранилища, создание ландшафтных композиций, уход за существующими деревьями и кустарниками. Зеленые насаждения будут играть важную роль в объемно-пространственной концепции территории городского водохранилища. Будет использованы такие виды растений, как деревья и кустарники, придающие атмосферу уюта и чистоты, а также превосходно влияющие на качество воздуха. Воспользуются ландшафтные композиции из цветов и травы, а также добавят камень, который подчеркнет особенность территории. Уход за зелеными насаждениями будет осуществляться для их здоровья и красоты [3].

**Заключение.** Таким образом, пространственная концепция территории городского водохранилища в Альметьевске представляет собой создание единого рекреационного пространства с учетом принципов распределения рекреационной нагрузки. Это пешеходные и велосипедные маршруты, зоны отдыха, спортивные и игровые площадки, водные развлечения, общественные пространства, зеленые зоны. Такой подход позволит реализовать равномерное распределение нагрузки по территории водохранилища, сохранить природную среду, а также обеспечить комфорт для различных категорий граждан и гостей города в часы досуга [4, 5].

### Литература

1. *Корнилов А. Г., Лопина Е. М., Гененко И. А., Стаценко Е. А.* Рекомендации по разработке карт рекреационной нагрузки // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2012. № 1. С. 145–148. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekomendatsii-po-razrabotke-kart-rekreatsionnoy-nagruzke/viewer> (дата обращения 26.12.2024).
2. *Чижова В. П.* Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. С. 69–138.
3. *Вергунов А. П.* Архитектурная композиция садов и парков [Электронный ресурс] // Стройиздат. Москва. 1980 г. С. 183–186. URL: [https://books.totalarch.com/architectural\\_composition\\_of\\_gardens\\_and\\_parks\\_vergunov?ysclid=lt0dd3t2lq472597055](https://books.totalarch.com/architectural_composition_of_gardens_and_parks_vergunov?ysclid=lt0dd3t2lq472597055) (дата обращения 27.12.2024).
4. *Исаченко Т. Е., Исаченко Г. А., Озерова С. Д.* Оценка рекреационной нарушенности и регулирование нагрузок на особо охраняемых природных территориях Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2020. Т. 65. Вып. 1. С. 16–32. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rekreatsionnoy-narushennosti-i-regulirovanie-nagruzok-na-osoboohranyaemyh-prirodnih-territoriyah-sankt-peterburga?ysclid=m8vsm4jyxr497909532> (дата обращения 27.12.2024).
5. *Слепнев М. А., Попов А. В.* Экологическая ёмкость городских природно-антропогенных территориальных комплексов [Электронный ресурс] // Жилищное строительство. 2019. № 3. С. 57–60. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-emkost-gorodskih-prirodno-antropogennyh-territorialnyh-kompleksov/viewer> (дата обращения 27.12.2024).

**УДК 711**

*Наталья Юрьевна Борисова,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: Barsnata2000@gmail.com*

*Natalya Yurievna Borisova,*  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: Barsnata2000@gmail.com*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН НА РЕКРЕАЦИОННЫХ ПОДТОПЛЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

### **ORGANIZATION OF RECREATIONAL AREAS IN FLOOD-PRONE TERRITORIES**

Наводнения – явление, считающееся одним из наиболее широко распространенных и разрушительных природных явлений, оказывающих значительные негативные последствия для экосистем, инфраструктуры, сельских поселений и обустройства жизни людей, имеющее глобальный характер и затрагивающее все регионы с разной погодой и рельефом, могут быть вызваны различными причинами – от сильных дождей и ливней, до штормов и подъема уровня моря; а в условиях стремительного изменения климата защита от затоплений становится критически важной составляющей.

Научные исследования показывают, что глобальные изменения климата приводят к увеличению частоты и силы экстремальных погодных явлений, включая наводнения, что требует разработки новых подходов к управлению рисками, комплексной защите от затоплений и адаптации существующих инженерных и экологических решений.

В данной статье рассматриваются современные методы и технические способы предотвращения и ликвидации последствий водных стихийных бедствий, перспективы и возможности будущего совершенствования систем защиты с учетом изменений климата.

*Ключевые слова:* наводнение, природные явления, экосистема, инфраструктура, климат, затопление, погодные явления, адаптация, тенденция развития систем, стихийные бедствия.

Flooding is considered one of the most widespread and destructive natural phenomena that have significant negative consequences for ecosystems, infrastructure, rural settlements and the life of people, which is global in nature and affects all regions with different weather and terrain. It can be caused by various reasons, from heavy

rains and downpours to storms and rising sea levels. In the context of rapid climate change, protection against flooding becomes a critically important.

Scientific research shows that global climate change is leading to an increase in the frequency and severity of extreme weather events, including floods, which requires the development of new approaches to risk management, integrated flood protection and adaptation of existing engineering and environmental solutions

This article discusses modern methods and technical methods for preventing and eliminating the consequences of water disasters, prospects and opportunities for future improvement of protection systems, considering climate changes.

*Keywords:* flood, natural phenomena, ecosystem, infrastructure, climate, flooding, weather phenomena, adaptation, trend of system development, natural disasters.

## **Введение**

Наводнения представляют собой одно из самых разрушительных природных явлений, имеющих значительное воздействие на экосистемы, инфраструктуру, экономику и жизнь людей. Защита от наводнений крайне важна в условиях экстремальной погоды, так как наводнения составляют до 40 % всех природных бедствий. Причиной этого являются как природные факторы, так и деятельность человека. Неправильное использование земель, интенсивная урбанизация и разрушение экосистем увеличивают риск возникновения наводнений. Кроме того, изменение климата также усугубляет ситуацию, приводя к потенциальному подъему уровня морской воды на 1 метр и более к концу XXI века.

Применение современных технологий для управления рисками наводнений повышает устойчивость системы к изменению климата. Важное значение имеют геоинформационные системы, дистанционное зондирование и численное моделирование при оценке рисков и разработке мер по смягчению последствий наводнений.

## **1. ПРИЧИНЫ ЗАТОПЛЕНИЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ**

### **1.1. Природные причины затоплений**

Затопления могут быть вызваны разными природными факторами, связанными с климатом и гидрологией: ливневые осадки в местах с плохой поглощаемостью почв опасны в районах без эффективной системы дренажа.

Паводки в весеннее таяние снега и ливни резко повышают уровень воды в реках, вызывая выход воды из русла. Штормовые нагоны и ветер могут поднимать уровень моря, приводя к затоплению берегов. Это особенно важно для стран с длинной береговой линией. Цунами, вызванные подводными землетрясениями, могут мгновенно затопить прибрежные зоны, что делает защиту таких территорий сложной.

### **1.2. Антропогенные факторы**

Изменение ландшафта и нерациональное использование ресурсов могут увеличивать риск затоплений:

1) урбанизация;

Рост городов увеличивает площадь застроенных поверхностей, уменьшая способность земли поглощать воду. В мегаполисах дренажные системы часто не справляются с сильными дождями.

2) изменение русел рек;

Строительство плотин и изменение русел рек может нарушить водный баланс, увеличивая риск наводнений.

3) вырубка лесов и деградация почв.

Леса играют роль в поглощении осадков. Вырубка и разрушение почв уменьшают способность экосистем удерживать воду, повышая скорость поверхностного стока.

### **1.3. Классификация затоплений**

Затопления делятся на типы по причине и характеру:

1) речные наводнения.

Возникают в результате переполнения рек во время паводков, таяния снега или интенсивных дождей.

2) прибрежные наводнения.

Связаны с подъемом уровня моря из-за штормов, ураганов или наводнений, вызванных штормовыми нагонами.

3) Городские наводнения.

Происходят из-за осадков в условиях плотной застройки и плохой системы ливневой канализации.

4) Внезапные наводнения (flash floods).

Кратковременные наводнения, вызванные сильными дождями или таянием снега в горах [1].



## **2. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЗАТОПЛЕНИЙ**

### **2.1. Инженерные методы**

Среди инженерных профилактических мер имеются конструкция искусственных барьеров и систем контроля за водными массами.

#### **1) Плотины и водохранилища.**

Плотины и водохранилища строятся для ограничения потока воды в низменные или прибрежные районы. Эти конструкции помогают контролировать уровень воды в реках и водоемах.

#### **2) Каналы контроля наводнений и водосливы.**

Наводненные каналы, созданные для экологических целей, помогают сдерживать резкое повышение уровня воды в реках и водохранилищах.

#### **3) Системы дренажа и ливневых сточных вод.**

В случае городских районов эффективные системы ливневых сточных вод служат для сокращения вероятности наводнения, направляя избыточную воду в нечувствительные районы.

#### **4) Барьерные системы.**

В прибрежных зонах используются возвышающиеся барьеры для защиты городов от наводнений из-за штормовых приливов. Такие системы включают проект MOSE в Венеции [2].

### **2.2. Природоориентированные решения**

Природоориентированные решения направлены на восстановление природных функций ландшафта, способных снизить риск затоплений:

#### **1) восстановление водно-болотных угодий.**

Водно-болотные угодья играют ключевую роль в поглощении воды и снижении риска наводнений. Их восстановление способствует улучшению управления водными ресурсами.

#### **2) создание разливных зон.**

В районах с высокой вероятностью паводков используются специальные разливные зоны, которые позволяют временно накапливать избыток воды, смягчая последствия паводков.

#### **3) лесонасаждения и восстановление растительности.**

Леса и растительность замедляют сток воды, тем самым уменьшая риск затоплений.

4) зеленая инфраструктура в городах.

Зеленые крыши, водопоглощающие покрытия и городские парки способствуют улучшению управления водными потоками, снижая нагрузку на дренажные системы [3].

### **2.3. Инновационные технологии**

Современные технологии позволяют не только предотвращать затопления, но и оперативно реагировать на них:

1) системы мониторинга и раннего оповещения.

Использование спутниковых систем, датчиков и метеорологических станций для мониторинга уровня воды и прогнозирования возможных затоплений.

2) автоматизированные барьеры и насосные системы.

В некоторых регионах используются автоматизированные насосные станции и барьеры, которые активируются при повышении уровня воды.

3) мобильные системы защиты.

Внедрение мобильных барьеров и водонепроницаемых конструкций, которые могут быть быстро развернуты в случае угрозы затопления [4].

## **3. ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРИМЕРЫ УСПЕШНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ**

### **3.1. Проект «Дельта», Нидерланды**

Нидерланды являются одной из наиболее уязвимых к затоплениям стран, так как значительная часть территории находится ниже уровня моря. В ответ на катастрофические наводнения 1953 года была создана программа «Дельта» (рис. 1), целью которой стало строительство системы дамб, водосбросов и барьеров, защищающих прибрежные территории от затоплений. Успешное применение инженерных решений позволило снизить риск наводнений и защитить миллионы жителей прибрежных районов [5].

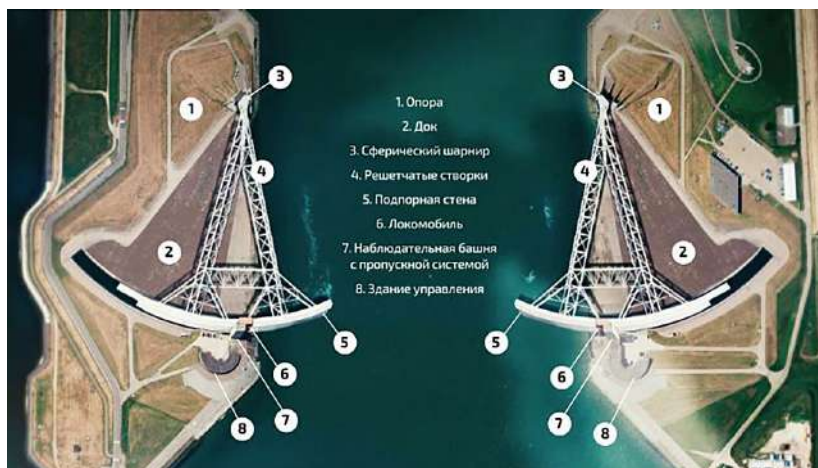


Рис. 1. Проект «Дельта», Нидерланды

### 3.2. Барьерная система MOSE, Венеция

Город Венеция сталкивается с частыми затоплениями из-за подъема уровня моря и штормов. Проект MOSE предусматривает создание подъемных барьеров, которые блокируют проникновение воды из Адриатического моря в лагуну Венеции при угрозе наводнения (рис. 2). Это решение уже позволило сократить количество затоплений в городе [6].



Рис. 2. Барьерная система MOSE

### 3.3. Гонконг

Гонконг, находящийся в зоне тропических циклонов и сильных дождей, внедрил масштабную систему подземных водосбросов (рис. 3), которая направляет избыточную воду из городских районов в резервуары. Это решение позволило минимизировать затопления и защитить городскую инфраструктуру [7].

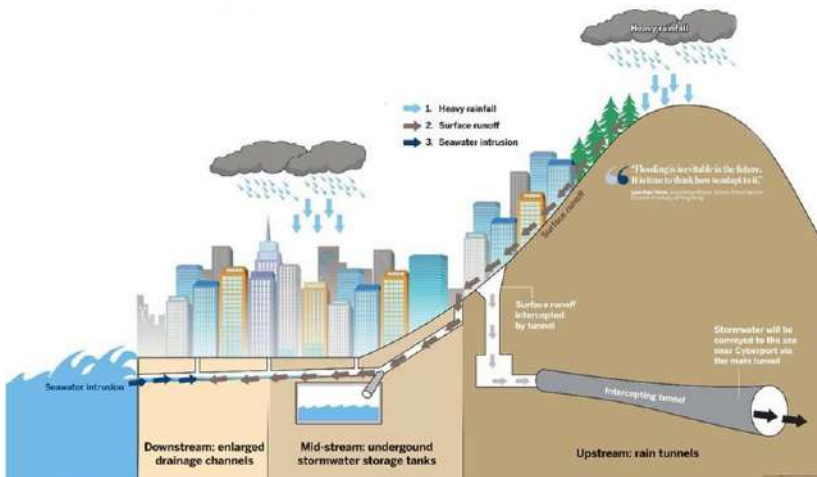


Рис. 3. Система подземных водосбросов

### Влияние изменения климата на защиту от затоплений

Изменение климата усиливает экстремальные погодные явления, в том числе наводнения. Повышение уровня моря, учащение сильных осадков и повышение температуры влияют на водный баланс в различных регионах мира. Это требует адаптации существующих методов защиты территорий.

## 4. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРИМЕРЫ УСПЕШНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ

### 4.1. Дамба в Санкт-Петербурге

Комплекс защитных сооружений (рис. 4) предназначен для защиты акватории Невской губы и дельты Невы от сгонно-нагонных



раннего оповещения населения, что позволяет существенно снизить последствия стихийных бедствий. Важным аспектом является также интеграция инновационных технологий, таких как цифровые модели рельефа и системы мониторинга, которые позволяют повысить точность прогнозов и своевременно принимать необходимые меры.

Таким образом, комплексный подход к защите территорий от затоплений, основанный на сочетании традиционных методов и современных технологий, является ключом к минимизации ущерба и повышению устойчивости территорий к наводнениям.

### Литература

1. *Илюшов Н. Я.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Прогнозирование последствий наводнений: учеб. пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. 178 с.
2. *Сологаев В. И.* Защита от подтопления в городском строительстве: учеб. пособие. Омск : Изд-во СибАДИ, 2020. 55 с.
3. Природные климатические решения [Электронный ресурс] / Департамент многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/4cc45c240a939c79ffd2ca08b0d57715/071122.pdf> (дата обращения: 04.11.2024).
4. Борьба с паводками – мировой опыт и инновационные решения [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Zhen5zk2HzJvsR71> (дата обращения: 04.11.2024).
5. Дельта (проект) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дельта\\_\(проект\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дельта_(проект)) (дата обращения 04.11.2024).
6. MOSE [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MOSE> (дата обращения: 04.11.2024).
7. Как в Гонконге умилили дождь, давнего врага мегаполиса [Электронный ресурс]. URL: <https://travelask.ru/blog/posts/24432-dozhd-samy-strashnyy-vrag-gonkonga> (дата обращения: 04.11.2024).
8. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Комплекс\\_защитных\\_сооружений\\_Санкт-Петербурга\\_от\\_наводнений](https://ru.wikipedia.org/wiki/Комплекс_защитных_сооружений_Санкт-Петербурга_от_наводнений) (дата обращения 04.11.2024).

**УДК 711**

*Даниил Алексеевич Игнатов,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: khlebok@gmail.com*

*Daniil Alekseevich Ignatov,*  
Master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: khlebok@gmail.com*

## **РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПОД ОБЩЕСТВЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО**

### **REVITALIZATION OF THE PIECES OF INDUSTRIAL ARCHITECTURE AS PUBLIC SPACES**

В данной статье анализируется процесс ревитализации промышленных территорий на примере зарубежного городского объекта. В нынешних реалиях актуальность данной темы, несомненно, растет, поскольку в наших городах происходит деградация бывших заводских зон. Анализ данного примера позволит выявить принципы, применяемые к процессу реновации промышленных территорий.

Целью ревитализации является создание новых возможностей для жителей города или территории, улучшение качества жизни и сохранение исторического наследия.

Важно отметить, что ревитализация требует комплексного подхода и участия различных сторон, включая местные власти, инвесторов, жителей и организации гражданского общества. Только при таком подходе можно достичь устойчивых результатов и долгосрочных изменений в жизни общества.

*Ключевые слова:* ревитализация, благоустройство территории, промышленная территория, газометр, реновация.

In this article, the process of revitalization of industrial territories is analyzed using the example of a foreign urban facility. In the current realities, the relevance of this topic is undoubtedly growing, since the degradation of former factory zones is taking place in our cities. The analysis of this example will reveal the principles applied to the process of renovation of industrial territories.

The purpose of revitalization is to create new opportunities for residents of a city or territory, improve the quality of life and preserve historical heritage.

It is important to note that revitalization requires an integrated approach and the participation of various stakeholders, including local authorities, investors, residents and civil society organizations. This is the only approach that can ensure sustainable results and long-term changes in the life of the society.

*Keywords:* revitalization, landscaping, industrial area, gasometer, renovation.

## **Введение**

В современном мире, где экономическая конкуренция требует более высокой степени ревитализации заброшенных промышленных зон, она становится еще более значимой. При этом процесс стимулирует экономическую активность, создает новые рабочие места, приводит нас к улучшенной инфраструктуре и качеству жизни людей. Работа улучшает доступ к историческому наследию, поскольку деятельность осуществляется с использованием старых зданий и прилегающих к ним территорий. Поэтому проблема ревитализации заброшенных промышленных зон сейчас актуальна как никогда.

Ревитализация борется с экологическими проблемами, связанными с загрязнением. Она включает в себя очистку опасных отходов и восстановление природных ресурсов. Другими словами, это было бы хорошо для города с общими проблемами, связанными с загрязнением воздуха и воды. Восстановление старых промышленных зон – очень сложный процесс; он требует больших денег и работы от местных властей и компаний. Но результат этой работы может иметь большое значение для города и его жителей [1].

Поэтому редевелопмент устаревших промышленных территорий является актуальным и необходимым шагом для многих городов. Он создаст там новые рабочие места, улучшит инфраструктуру и не будет лишним с точки зрения сохранения исторического наследия. Более того, это не будет лишним для улучшения экологической обстановки в городе и качества жизни его жителей.

## **Анализ зарубежного опыта**

Однако так как происходившее индустриализация охватила всю планету, на примере других стран можно определить и меру проблемности, и собрать основные принципы данного процесса.

Вена – столица Австрии и один из самых оригинальных городов континента, а предоставленные примеры стали важной составляющей в его истории. Газометры – огромные рамочные башенные цистерны для газа, возводились в первой половине прошлого века для его хранения и популярны все еще.



Газометры (рис. 1) – это промышленные сооружения, предназначенные для хранения и распределения газа в XIX и начале XX. В Вене такие постройки были воздвигнуты в 1896–1902 и использовались как хранилища газа для инфраструктуры и освещения города. С развитием технологий и переходом к другим видам энергии, газометры стали более не нужными и заброшенными.

Однако, в конце XX века в Вене началась ревитализация ранее используемых архитектурных объектов и газометры стали реконструироваться в жилые и коммерческие здания. Старые здания начали реконструироваться по новым проектам на новый лад и превращаться в общественные места.

Один из первых газометров, который был реконструирован (рис. 2) это район Gasometerdorf, который вокруг бывших газометров. Это здание было полностью реконструировано и оборудовано современными инженерными системами, а прилегающая территория была благоустроена и озеленена [2, 3].



Рис. 1. Газометры города Вена

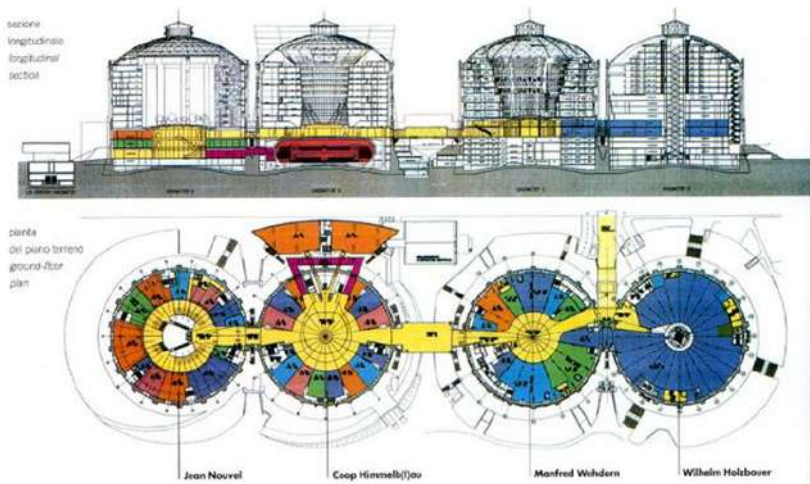


Рис. 2. Функциональная схема (<https://22sobaki.livejournal.com/55878.html>)

В итоге, Gasometerdorf стал одним из венских жилых районов с самым высоким спросом, там проживают тысячи человек. Еще одним успешным примером ревитализации был газометр № 3, который был преобразован в многофункциональный комплекс Gasometer City. Здесь сосредоточены офисные помещения, площади торговли, рестораны, кафе, кинотеатр и гостиница. Большой поток посетителей объясняется уникальным архитектурным стилем комплекса и высоким качеством представленных услуг.

Кроме того, бывшие газометры стали местом проведения различных культурных и общественных мероприятий. В здании бывшего газометра № 2 находится музей современного искусства Museumsquartier, который организует выставки, лекции и мастер-классы для посетителей всех возрастов [4].

Таким образом, на примере Вены можно увидеть, как бывшие промышленные территории могут быть преобразованы в современные и привлекательные для жизни и работы пространства. Ревитализация позволяет сохранить историческую ценность объектов и создает новые возможности для развития города и его жителей.

Исходя из анализа зарубежного опыта, можно выявить основные принципы ревитализации, которые в себя включают:

- сохранение архитектурного наследия;
- создание общественного пространства;
- развитие малого и среднего бизнеса;
- улучшение экологической ситуации;
- повышение качества жизни горожан [5].

### Литература

1. Кудряшова А. В. Ревитализация территории промышленных предприятий [Электронный ресурс] // XII Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2020». URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018020516> (дата обращения 25.02.2024).
2. Газометр-Сити, Вена [Электронный ресурс]. URL: <https://22sobaki.livejournal.com/55878.html> (дата обращения 25.02.2024).
3. Gasometr City [Электронный ресурс]. URL: <https://russos.livejournal.com/808527.html> (дата обращения 25.02.2024).
4. Венские газометры [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Венские\\_газометры](https://ru.wikipedia.org/wiki/Венские_газометры) (дата обращения 25.02.2024).
5. Крылова С. В. Реконструкция производственного здания в исторической застройке: метод. указания. СПб. : СПбГАСУ, 2015. 33 с.

**УДК 624.05**

*Екатерина Денисовна Злотникова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: donatru0@gmail.com*

*Ekaterina Denisovna Zlotnikova,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: donatru0@gmail.com*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ «ТРЕТЬЕГО МЕСТА» В СИСТЕМЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ГОРОДА**

### **FEATURES OF THE DESIGN OF “THIRD PLACE” OBJECTS IN THE SYSTEM OF EXISTING CITY**

В XXI веке такие технологии, как интернет, искусственный интеллект играют особенно важную роль в нашей жизни. Но, несмотря на возросший интерес к цифровизации, люди все равно стремятся общаться и обмениваться энергией друг с другом. И непосредственно «третьи места» становятся местом притяжения для людей разных возрастов и социальных положений. Поэтому концепция «третьего места» приобрела большую популярность в областях урбанистики, социологии и архитектуры. «Третье место» – это неформальное пространство для коммуникации с окружающими, которое не является домом (первое место) или местом работы (второе место). Это общественное пространство, где люди могут встречаться, общаться друг с другом и проводить время в неформальной обстановке. Примеры «третьих мест» включают кафе, парки, библиотеки, культурные центры и многие другие общественные пространства. В статье будут раскрыты понятие «третьего места», особенности и вызовы его проектирования, а также приведены примеры успешных объектов «третьих мест».

*Ключевые слова:* третье место, реконструкция, ревитализация, общественное пространство, социум.

In the 21<sup>st</sup> century, technologies such as the Internet and Artificial Intelligence play a particularly important role in our lives. But despite the increased interest in digitalization, people still tend to communicate and exchange energy with each other. And the “third places” themselves become a place of attraction for people of different ages and social positions. Therefore, the concept of the “third place” has become increasingly popular in the fields of urbanism, sociology and architecture. The “third place” is an informal space for communication with others, which is not a home (first place) or a place of work (second place). It is a public space where people can meet,

communicate with each other and spend time in an informal setting. Examples of “third places” include cafes, parks, libraries, cultural centers and many other public spaces. The article will reveal the concept of the “third place”, the features and challenges of its design, as well as examples of successful “third place” facilities.

*Keywords:* third place, reconstruction, revitalization, public space, sociality.

Понятие «третьего места» ввел американский социолог Рэй Олденберг в одноименном произведении в 1989 году. По словам читателей, его книга показала им, что содействовать социальной сплоченности можно путем создания мест, укрепляющих чувство общности. Она облекла в слова нечто важное, что они подсознательно понимали, но не знали, как выразить [1]. «Третьи места» играют крайне важную роль в социальном взаимодействии, способствуя зарождению общественных связей, объединению людей и установлению сообществ. Это площадка для обмена идеями, культурных практик и формирования идентичности. Здесь можно сбросить накопившийся стресс общением с окружающими и просто стать счастливее, ведь «третье место» – настоящее лекарство от одиночества и уныния. Понятие «третьего места» напоминает нам, что связи между людьми необходимо подпитывать. Именно создание таких пространств является особенно актуальным в условиях современного городского существования, где плотная застройка и активная жизнь становятся нормой.

Рассмотрим значение «третьих мест» в городском контексте:

- *Улучшение качества жизни*

Как уже было упомянуто ранее, «третьи места» способствуют улучшению качества жизни человека. Они предоставляют жителям место для отдыха, общения и досуга. В условиях растущей урбанизации наличие качественных общественных пространств минимизирует стресс и увеличивает индекс удовлетворенности жизнью. «Уличные кафе и рынки, как «третьи места», способствуют естественным общественным взаимодействиям, помогая формировать жизнеспособные города» [2].

- *Социальная инклюзия*

«Третьи места» располагают к взаимодействию различных социальных групп. Это площадка для выставок, лекций, открытых

дискуссий и других мероприятий, куда привлекаются люди с различным личным и профессиональным опытом. «Третьи места могут помочь в создании активных и вовлеченных сообществ, где люди делятся своими переживаниями и идеями» [3].

- *Экономическое развитие*

За возведением «третьих мест» следует экономический рост окружающего района. Ведь общественные пространства тесно связаны с развитием малого и среднего бизнеса, что привлекает людей в район, создает новые рабочие места и повышает общий уровень жизни местных.

Рассмотрим проблемы проектирования «третьих мест»:

- *Учет контекста*

«Третьи места» чаще возникают в исторических зданиях: особняках или заброшенных промышленных комплексах. Это заставляет учитывать окружающий контекст района и города, анализировать среду, историю и будущее развитие территории.

- *Доступность*

«Третье место» должно быть физически и социально доступно. Оно находится близко к дому или работе, доступно транспортно. Также оно открыто как в рабочее, так и нерабочее время, барьеров на входе нет, а атмосфера располагает остаться.

- *Гибкость и многофункциональность*

Одно пространство должно иметь широкий спектр применения. Сегодня в нем проходит лекция о значимости древнекитайского искусства, а завтра состоится мастер-класс по лепке из глины. Таким образом, в «третье место» привлекаются люди разных социальных групп.

- *Создание комфортной атмосферы*

Комфортная и приятная атмосфера – одно из ключевых составляющих успешного «третьего места». Это то, ради чего посетители будут возвращаться вновь и вновь. Пространства создают понятную ассоциацию с домашним уютом, не стремясь к пафосу, а наоборот пытаются достичь состояние архитектурной неприметности. Располагающая среда может достигаться за счёт ландшафтного дизайна, правильного использования освещения, материалов и цветов.



Обратим внимание на примеры «третьих мест» в России:

- «Пакгаузы» в Нижнем Новгороде (архитектурное бюро «СПИЧ») (рис. 1). Пакгаузы – металлические конструкции, оставшиеся после XVI Всероссийской промышленно-художественной выставки. После обнаружения в 2015 году конструкций, в 2020 году прошли работы по их ревитализации. Теперь здесь размещается конференц-зал, выставочный павильон. Вокруг благоустроена территория набережной на слиянии Оки и Волги. Теперь культурный центр «Пакгаузы» – один из главных символов Нижнего Новгорода.



Рис. 1. «Пакгаузы» в Нижнем Новгороде

- Набережная реки Кабан в Казани (консорциум Turenscape + MAP). В 2015 году в конкурсе по благоустройству набережной победила концепция Turenscape + MAP «Эластичная лента» (рис. 2). Идея заключалась в том, чтобы связать озера Нижний, Средний и Верхний Кабан в единую рекреационную систему, создав «зелено-голубой пояс». Сейчас здесь есть променады, пешеходный мост, зона для барбекю, спортивная площадка, школа гребных видов спорта. Нужно

отметить, что воду из озера очищают специализированные растения, что повышает качество жизни людей.



Рис. 2. Набережная реки Кабан в Казани

- Парк «Изумрудный» в Барнауле (архитектурное бюро «Творческая мастерская архитектора А. Ф. Деринга «Классика») является реконструкцией исторического парка (рис. 3). Теперь здесь есть аллеи, дорожки и пруд, тихая мемориальная зона и шумная зона с зеленым пляжем для пикников и игр с мячом. Весь парк наполнен беседками и павильонами для концертов, развлекательных программ и торговых точек.





Рис. 3. Парк «Изумрудный» в Барнауле

● «Новая Голландия» в Санкт-Петербурге (архитектурное бюро «Millhouse LLC»); образована на месте бывших складов Адмиралтейства, в 2016 году стала площадкой для различных проектов и проведения культурных мероприятий (рис. 4). Здесь размещаются культурно-образовательные центры, выставочные павильоны и детские площадки.



Рис. 4. «Новая Голландия» в Санкт-Петербурге

● Центр «ЗОТОВ» в Москве (архитектурное бюро «СПИЧ») является реновацией кольцевого хлебозавода-автомата системы инженера Георгия Марсакова (рис. 5). Здание получило новую функцию культурно-образовательного центра, сейчас здесь проходят выставки и лекции, концерты экспериментальной и авангардной музыки. Сюда приходят читать в книжном клубе и смотреть фильмы в кинотеатре.



Рис. 5. «Зотов» в Москве

Таким образом, проектирование и внедрение в жизнь современного человека «третьих мест» в существующих городах – это крайне важная задача, требующая тщательного подхода и учета большого количества факторов. Качественное «третье место» может значительно повысить уровень жизни горожан, способствовать развитию общности и экономики. Применяя принципы доступности, гибкости, создания комфортной атмосферы и учета контекста, архитекторы могут создать пространства, которые не только отвечают потребностям местных жителей, но и служат катализатором для насыщенного городского взаимодействия, создавая новые жизненные сценарии и маршруты. «Наиболее успешные города – это те, которые могут создать атмосферу, благоприятную для встреч и сотрудничества в «третьих местах» [4].

#### **Литература**

1. Третье место: общественное пространство в полном смысле слова // Курьер Юнеско. 2023. 3 апреля. URL: <https://courier.unesco.org/ru/articles/trete-mesto-obschestvennoe-prostranstvo-v-polnom-smysle-slova> (дата обращения: 20.10.2025).
2. *Jacobs J.* The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House, 1961. 458 p.
3. *Jemisin N. K.* The City We Became. New York: Orbit Books, 2020. 488 p.
4. *Porter M. E.* The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press, 1999. 855 p.

**УДК 624.05**

*София Сергеевна Левченко,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: sofya.levchenko.04@mail.ru*

*Sofiya Sergeevna Levchenko,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: sofya.levchenko.04@mail.ru*

## **ТРИУМФАЛЬНЫЕ АРКИ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

### **TRIUMPHAL ARCHES OF SAINT PETERSBURG**

Статья посвящена триумфальным аркам г. Санкт-Петербурга и их роли в создании улично-пространственной композиции. Значение триумфальных ворот в создании архитектурных ансамблей города раскрывается на примере Нарвских и Московских триумфальных ворот, которые являются важными архитектурными и символическими элементами городской среды. Нарвские ворота, возведённые в честь победы в Отечественной войне 1812 года, и Московские ворота, символизирующие победу в русско-турецкой войне 1828–1829 годов, выполняют функции композиционных доминант и визуальных осей, а также фиксируют входы в город. Описывается роль арок в формировании архитектурных ансамблей и связности городской структуры, их мемориальная и функциональная значимость. Также рассматривается символика декоративных элементов ворот, подчёркивающих идею имперского величия и исторической памяти. В статье подчеркивается важность расположения триумфальных арок в структуре города и их способности организовывать пространственные и визуальные связи, формируя уникальный облик Санкт-Петербурга как имперского центра.

*Ключевые слова:* триумфальные арки, архитектурные ансамбли, композиционные доминанты, композиционные оси, улично-пространственная композиция.

The article is devoted to the triumphal arches of Saint Petersburg and their role in creating a street-spatial composition. The importance of the triumphal gates in the creation of architectural ensembles of the city is revealed by the example of the Narva and Moscow Triumphal Gates, which are important architectural and symbolic elements of the urban environment. The Narva Gate, erected in honor of the victory in the Patriotic War of 1812, and the Moscow Gate, symbolizing the victory in the Russian-Turkish war of 1828–1829, serve as compositional dominants and visual axes, as well as fix the entrances to the city. The role of arches in the formation of architectural ensembles and the coherence of the urban structure, their memorial and functional significance is described. The symbolism of the decorative elements of the gate, emphasizing the idea of imperial greatness and historical memory, is also considered. The article

emphasizes the importance of the location of triumphal arches in the structure of the city and their ability to organize spatial and visual connections, forming the unique appearance of Saint Petersburg as an imperial center.

*Keywords:* triumphal arches, architectural ensembles, compositional dominants, compositional axes, street-spatial composition.

Архитектурные ансамбли городов обладают набором постоянных величин: оси, доминанты, акценты и фон, а также определенным видом композиции, задача которого гармоничное объединение и соподчинение объемов и пространств в целостную архитектурную структуру [1].

Особое место в архитектуре города, являясь важными композиционными элементами городской среды, занимают триумфальные арки. Эти сооружения символизируют военные победы, исторические события, олицетворяют мощь и величие государства. В архитектурном плане триумфальные арки г. Санкт-Петербурга не только впечатляют своими масштабами и декором, но и играют ключевую роль в создании улично-пространственной композиции. Они выполняют мемориальные функции и участвуют в формировании архитектурных ансамблей и служат конечными точками визуальных осей, которые простираются на значительные расстояния, что подчёркивает масштаб и величие городских пространств. Благодаря своему монументальному характеру арки формируют точки притяжения взглядов, создавая композиционные доминанты.

Триумфальные арки г. Санкт-Петербурга находятся на ключевых магистралях и въездах в город, что подчёркивает их значение как важных узлов в композиционной структуре городской застройки. Они выполняют роль своеобразных маркеров, фиксирующих входы в городские пространства, и обеспечивают связность между различными частями Санкт-Петербурга.

Важно отметить, что арки располагаются не случайно, а на пересечении значимых магистралей, что усиливает их пространственную значимость и обеспечивает их интеграцию в общую градостроительную концепцию города.

Одной из доминант в композиционном плане юго-западной части города являются Нарвские триумфальные ворота, созданные по

проекту архитектора В. П. Стасова и расположенные на Нарвском проспекте (рис. 1).



Рис. 1. Нарвские ворота. Акварель В. П. Стасова [2]

Величественная однопролетная арка оформлена двенадцатью колоннами нарядного коринфского ордера. Между ними на невысоких постаментах установлены фигуры воинов в древнерусских доспехах, над колоннами – фигуры гениев Славы и Мира с венками в руках. Завершает арку колесница, в которую впряжена шестерка коней, управляемая крылатой богиней Славы. По сторонам арки расположены барельефные изображения летящих гениев Славы. Колесница с богиней Славы была выполнена скульпторами В. И. Демут-Малиновским и С. С. Пименовым, кони, впряженные в колесницу, созданы П. К. Клодтом (рис. 2). Фигуры воинов, стоящие между колоннами, также были созданы С. С. Пименовым и В. И. Демут-Малиновским. Н. А. Токарев и И. А. Крылов исполнили фигуры гениев над колоннами, а барельефы летящих Слав по сторонам арки создал И. И. Леппе [3].

Все скульптурное оформление Нарвских триумфальных ворот звучит в едином ансамбле как гимн, прославляющий русское оружие.



На темном фоне выделяются позолоченные надписи – наименования полков, проходивших здесь в 1814 году, и значительных сражений, в которых принимала участие гвардия [4].



Рис. 2. Нарвские ворота. Колесница Победы [4]

Эта триумфальная арка, возведённая в честь победы в Отечественной войне 1812 года, выполняет функцию главного въезда в город со стороны Нарвы и западных территорий. Архитектурная доминанта ворот формирует основную ось Нарвского проспекта и служит визуальным акцентом для всей прилегающей территории. Их положение на пересечении важной транспортной магистрали подчёркивает стратегическую роль ворот как элемента, обеспечивающего организацию потока как транспорта, так и пешеходов.

Помимо своей мемориальной функции, Нарвские ворота играют роль своеобразной городской сцены. Они формируют важную визуальную ось вдоль Нарвского проспекта. Их композиция и монументальность

тальность усиливают восприятие пространства и задают его структурные характеристики. Вокруг ворот формируется архитектурный ансамбль, который подчёркивает центральную роль арки в организации пространства. Это создаёт визуальную ось, которая продолжается вдоль всего проспекта, обеспечивая единство городской композиции.

Память о замечательной победе России, одержанной в русско-турецкой войне 1828–1829 годов, хранят Московские триумфальные ворота. Триумф и мощь победившей страны – вот та идея, которая получила образное воплощение в них. Расположенные на Московском проспекте и фиксирующие въезд в город со стороны Москвы, они становятся важным композиционным элементом, задающим ритм и структуру южной части города. Московские ворота выполняют функцию своего рода «парадного входа», символизируя связь между Санкт-Петербургом и Москвой [5].

В противоположность Нарвским, Московские ворота отличаются большей простотой и сдержанностью решения. Они также были выполнены по проекту архитектора В. П. Стасова. Двенадцать чугунных колонн строгого дорического ордера несут тяжелое чугунное перекрытие – антаблемент, увенчанный скульптурной декорацией, состоящей из воинских доспехов и трофеев. На антаблементе изображения гениев с гербами российских губерний в руках. Скульптурное убранство было выполнено Б. И. Орловским [6].

Их массивная архитектурная форма и тяжёлые пропорции подчёркивают значение южного въезда в город и создают визуальный контраст с более лёгкими архитектурными элементами окружающей застройки (рис. 3). Важно отметить, что Московские ворота формируют градостроительный узел, от которого расходятся основные транспортные и пешеходные маршруты. Это придаёт воротам не только символическую, но и функциональную значимость, превращая их в своеобразный центр притяжения движения.

Кроме того, Московские триумфальные ворота, благодаря своему расположению на пересечении Московского и Лиговского проспектов, формируют важную ось, обеспечивая визуальное соединение между различными частями города и создавая ощущение целостности городской структуры (рис. 4).





Рис. 3. Проект восстановления Московских триумфальных ворот.  
Вариант 1952 г. [2]



Рис. 4. Московские ворота. 1963 г. [2]

Итак, композиционное расположение триумфальных арок в г. Санкт-Петербурге и их роль в градостроительной структуре города представляют собой многослойный феномен, в котором переплетаются архитектурные, символические и функциональные аспекты [7]. Триумфальные ворота, их изображения и пояснительные тексты, неоднократно привлекали внимание специалистов из различных областей науки. Например, в описании г. Санкт-Петербурга, составленном в 1749–1751 годах А. И. Богдановым целая глава посвящена триумфальным сооружениям [8].

Нарвские и Московские ворота, интегрируются в окружающую застройку и формируют ансамбли, подчёркивающие их значение как композиционных центров. Эти ансамбли включают не только саму арку, но и прилегающие здания, которые ориентируются на неё как на центральный элемент. В результате арки становятся центрами структурных узлов, вокруг которых формируются площади, транспортные развязки и общественные пространства. Каждая из триумфальных арок, находясь на въезде в город, формирует символическое восприятие пространства – это не просто транспортные узлы, а символы имперской мощи и военных побед. Они задают тон всему пространству вокруг и создают атмосферу торжественности и величия, что особенно важно для столицы Российской империи. Таким образом, арки не только формируют городские пространства, но и оказывают влияние на восприятие города как имперского центра.

### Литература

1. *Савкова Н. В.* Доминанты на завершении транспортных коммуникации в г. Хабаровске // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2018. Т. 2. С. 284–289.
2. Вдоль Фонтанки-реки: гвардия в Петербурге [Электронный ресурс]. URL: <http://polki.mirpeterburga.ru/places/new3785/new3808> (дата обращения: 20.10.2024).
3. Нарвские и Московские Триумфальные ворота [Электронный ресурс]. URL: <http://sculpture.artyx.ru/books/item/f00/s00/z00000004/st012.shtml> (дата обращения: 20.10.2024).
4. *Андроников Т. А.* Нарвские ворота. М. : Московский рабочий, 1971. 199 с.
5. *Раскин А. Г.* Триумфальные арки Ленинграда. Л. : Лениздат, 1977. 231 с.
6. *Лисевич И. И., Бетхер-Остренко И. Ю.* Скульптура Ленинграда. Л. : Изд-во «Искусство», 1963. 104 с.

7. *Лопатин Н. Е.* Архитектурная доминанта: обобщение знаний и формирование теории проектирования // Архитектон: известия вузов: электронный научный журнал. 2009. № 2(26). URL: [https://archvuz.ru/2009\\_2/5](https://archvuz.ru/2009_2/5) (дата обращения: 20.10.2024).

8. *Потаев Г. А.* Градостроительное искусство: традиции и инновации. Минск : БНТУ, 2016. 220 с.

**УДК 741**

*Дарья Дмитриевна Пахомова, студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: dariapakhomovattt@gmail.com*

*Daria Dmitrievna Pakhomova, student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: dariapakhomovattt@gmail.com*

## **РИСУНОК КАК ОСНОВА ТВОРЧЕСКОГО ПРОЦЕССА АРХИТЕКТОРА**

### **DRAWING AS THE FOUNDATION OF THE ARCHITECT'S CREATIVE PROCESS**

Творческий процесс архитектора, несмотря на развитие технологий и современные запросы, по-прежнему основывается на рисунке. Архитектурный эскиз сохраняет актуальность как в профессиональной деятельности, так и в процессе обучения студентов-архитекторов. В этой статье исследуются основные принципы архитектурного эскизирования, психологическая модель творческого процесса, современная методика выявления индивидуального изобразительного языка архитекторов – клаузура. Особое внимание уделяется значению эскиза как инструмента для проработки концепций, а также его роли в формировании уникального стиля каждого архитектора. В статье исследуются психологические аспекты творчества, влияющие на проектирование. Обсуждается историческая и современная значимость архитектурных набросков, которые порой приобретают статус самостоятельных произведений искусства. Рассматривается роль эскиза как ключевого инструмента, способствующего осознанному подходу к творческому процессу и анализу идей.

*Ключевые слова:* архитектура, рисунок, обучение, творчество, объемно-планировочные решения, плоскость и объем.

The creative process of an architect, despite the advancement of technology and modern demands, still relies on drawing by hand. Architectural sketching remains relevant both in professional practice and in the education of architecture students. This article explores the fundamental principles of architectural sketching, the psychological model of the creative process, and the modern methodology for identifying the individual artistic language of architects, i.e. clausura. The attention is paid to the significance of sketches as a tool for developing concepts and their role in shaping each architect's unique style. The article explores the psychological aspects of creativity that influence design. It discusses the historical and contemporary importance of architectural sketches, which sometimes gain the status of independent works of art. The role of sketches as a key instrument in fostering a conscious approach to the architect's creative process and idea analysis is explored.

*Keywords:* architecture, drawing, education, creativity, spatial-planning solutions, plane and volume.

Архитектурный рисунок оказывает значительное влияние на процесс проектирования и продолжает быть важным визуальным инструментом в любой области проектной деятельности. На практике этот метод помогает более осознанно подходить к творческому процессу, анализировать собственные идеи и наблюдать за их развитием, а также ощущать неразрывную связь между профессиональной работой и реальной жизнью.

Эскизы занимают ключевое место в творческом процессе профессиональных архитекторов. В истории архитектуры немало примеров, когда наброски и концептуальные модели становились не менее значимыми, чем завершённые здания тех же творцов, а иногда и обретали статус самостоятельных произведений искусства. На персональных выставках архитекторов наряду с финальными проектами часто можно увидеть эти первичные наброски, которые воплощают суть концепции и становятся отправной точкой для будущего архитектурного решения (рис. 1, 2) [1].

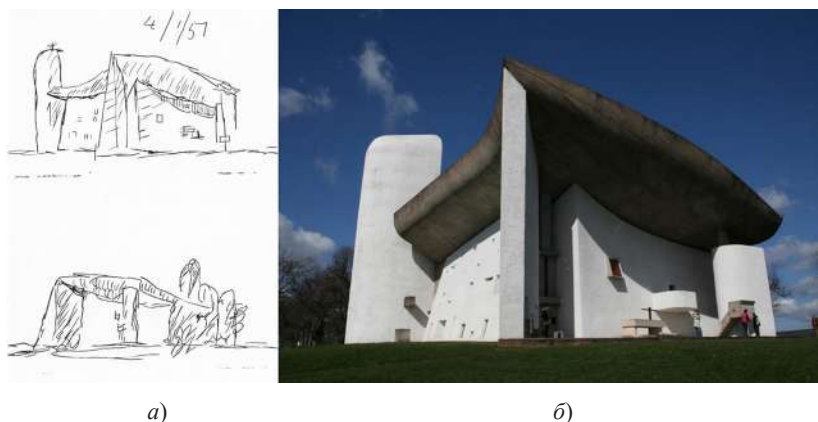


Рис. 1. Капелла Notre Dame du Haut, Роншан (Ronchamp), Франция.  
1950–1955, архитектор Ле Корбюзье:  
а – эскиз; б – реализованный объект

Сопоставление первоначального эскиза с готовым проектом позволяет лучше понять этапы творческого процесса проектирования, проследить ход мысли автора. Сам процесс эскизирования многосложен и все еще требует тщательного изучения. Интерес представляют психологические аспекты творчества человека, на которое влияют не только рациональные, но и иррациональные факторы.

Методы психоанализа, существующие сегодня, часто представляют лишь упрощенные модели творческих процессов, происходящих в сознании человека. Поэтому исследование механизмов творчества остается актуальным, особенно в контексте образовательных программ направленных на развитие «креативных» процессов. Например, простейшие элементы любого архитектурного эскиза – квадраты, круги, овалы, кресты – это архетипические формы, рассматриваемые Карлом Густавом Юнгом в работе «История и психология естественного символа». Он считал, что эти символы присутствуют в нашем подсознательном, показываются во снах, и в процессе творчества человек реализует неосознанное желание воплотить эти архетипы в физическом мире [2].

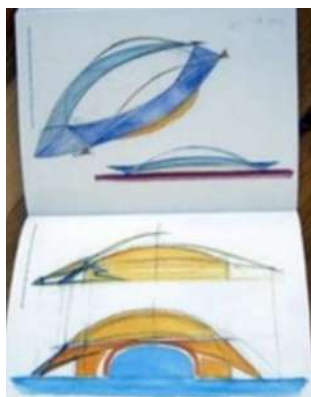
Творческая работа архитектора заключается в нахождении уникальных решений, которые отвечают конкретным условиям, задачам и обстоятельствам.

Эскизирование помогает в этом поиске, предоставляя возможность исследовать связи между объектом и окружающей средой, а также анализировать функциональное распределение и организацию процессов, что в свою очередь влияет на выбор архитектурных форм, конструктивных решений и планировочных характеристик. О. Г. Максимов говорит: «Архитектурный эскиз – это изображение, выполненное в процессе творческого поиска возможных архитектурно-планировочных решений в виде рисунков, чертежей» [3].

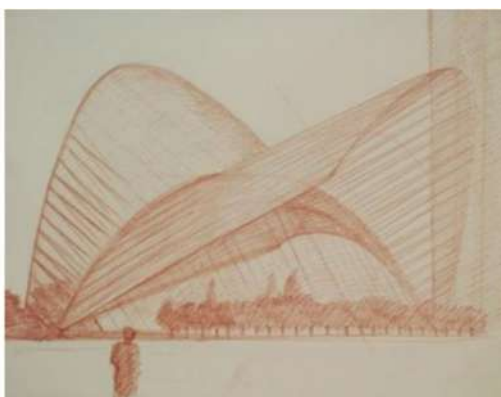
Эскиз позволяют в короткое время создать и опробовать множество вариантов образно-пластического решения будущего объекта – прежде всего это касается композиционного решения. Поиск композиции – одна из важнейших функций рисунка в проектной деятельности. Эскизы помогают найти самое удачное композиционное решение.



а)



б)



в)

Рис. 2. Комплекс «Город искусств и наук», Валенсия, Испания. 1996–2011, архитектор Сантьяго Калатрава: а – реализованный объект; б, в – эскизы

Первоначальные зарисовки в рамках одной задачи должны существенно отличаться друг от друга – такой подход позволяет охватывать больший спектр возможных решений, не привязываясь к одной

идее (рис. 3). Однако эскизы, не приводящие к итоговому предложению, также важны: они готовят почву для финального представления замысла, помогают в художественном выражении концепции проекта. В процессе эскизирования замысел уточняется, одни элементы включаются, другие решения отбрасываются [4].

Эскизирование – первая ступень создания архитектурного проекта, но особенностью применения данного метода в творчестве является представление первоначальной идеи на плоскости. Архитектор, мыслящий объемами и пространствами, на первом этапе проектирования оперирует исключительно плоскостными инструментами. Рисунок позволяет архитектору визуализировать и передать свои идеи в двухмерном пространстве, учитывая различные факторы, такие как пропорции, масштаб, текстура и цвет. Появляется возможность экспериментировать с комбинациями элементов, создавая различные варианты, которые могут быть затем оценены и отрефлексированы. Следующим этапом проектирования является переход из плоскости в объем, и без первоначального рисунка этот этап неосуществим.

Архитектурный эскиз играет ключевую роль в классическом архитектурном образовании, поскольку освоение навыков эскизирования позволяет будущим архитекторам ясно и точно формулировать свои идеи и эффективно передавать их преподавателям и коллегам. В современной архитектурной практике компьютерные технологии и программное обеспечение играют значительную роль. Однако, рисунок по-прежнему остается важнейшим инструментом для архитекторов, поскольку он позволяет быстро и эффективно передавать свои идеи и концепции, и сохранять творческий контроль над проектом.

В условиях, когда ручная подача архитектурных проектов становится редкостью, важность сохранения и выявления уникального авторского художественного языка в архитектурных университетах выходит на первый план. В этом контексте особую значимость приобретает метод клаузуры – интенсивных творческих заданий с ограничением по времени. Основной особенностью клаузуры является акцент на развитии образной составляющей архитектуры через четко определённые компоненты, которые могут быть как одиночными, так и множественными. На начальных этапах это включает в себя работу



над взаимосвязью между функцией и образом, переход от абстракции к конкретным архитектурным формам и материализация функции сооружения в выбранных материалах [5]. Клаузура, как и регулярное эскизирование, представляет собой эффективный инструмент общения мастера и ученика, способствующий развитию творческого мышления, улучшению памяти и навыков ручной графики.

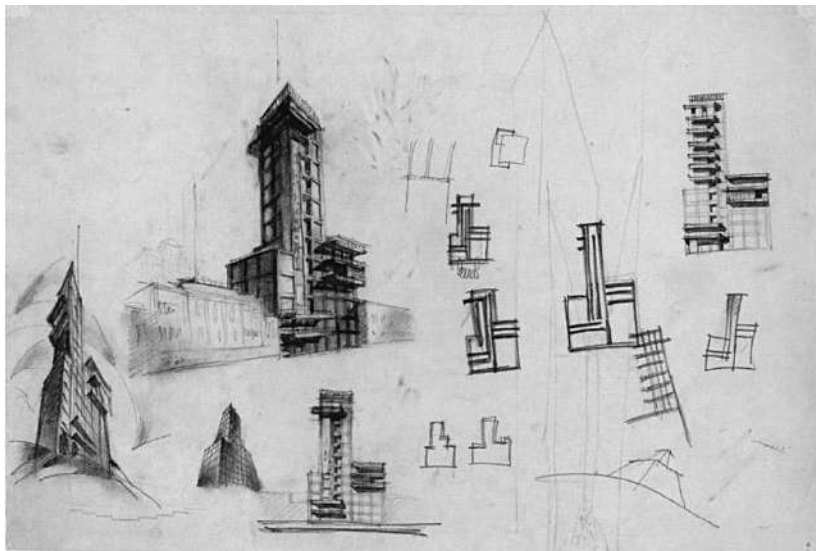


Рис. 3. Эскизы 1-го варианта проекта дома «Известий» в Москве, 1925, Г. Б. Бархин

Рисунок остается важнейшим инструментом для архитекторов, даже в век технологий, и он продолжает играть решающую роль в творческом процессе архитектора.

#### Литература

1. Скетчи великих архитекторов // The Architect [Электронный ресурс]. URL: [https://thearchitect.pro/ru/news/4359-Sketchi\\_velikih\\_arhitektorov](https://thearchitect.pro/ru/news/4359-Sketchi_velikih_arhitektorov) (дата обращения: 10.10.2024).
2. Юнг К. Г. Архетип и символ. М. : Ренессанс, 1991. С. 173.
3. Максимов О. Г. Рисунок в профессии архитектора М. : Стройиздат, 1999. С. 389.

4. *Кожевников А. М.* Графические техники архитектурного эскиза на примерах советских архитекторов 30–50 годов XX века // *Architecture and Modern Information Technologies* 2013. № 1(22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/graficheskie-tehniki-arhitekturnogo-eskiza-na-primerah-sovetskih-arhitektorov-30-50-godov-hh-veka/viewer> (дата обращения: 10.10.2024).

5. *Охлопкова О. А., Медведева Е. Н.* Короткие клаузуры, как важная составляющая учебного процесса // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2015. № 1(30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korotkie-klauzury-kak-vazhnaya-sostavlyayuschaya-uchebnogo-protssessa/viewer> (дата обращения: 10.10.2024).

# СТРОИТЕЛЬСТВО

---

**УДК 691**

*Зарина Хайдаровна Имангулова,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: 22001239@edu.spbgasu.ru*

*Zarina Khaidarovna Imangulova,*

student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: 22001239@edu.spbgasu.ru*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **MODERN TRENDS IN THE STRUCTURAL NEW BUILDING MATERIALS**

Современные тенденции в разработке конструкционных материалов направлены на улучшение качества, повышения устойчивости и эффективности использования ресурсов. Бетон является одним из ключевых материалов, без которого невозможно представить современное строительство. Его универсальность позволяет использовать его как для возведения зданий, так и для создания инфраструктурных объектов, которые служат основой для жизни целых городов. Ученые изобрели уникальные виды бетонов, которые не только обеспечивают прочность и надежность зданий, но и решают актуальные проблемы такие, как нехватка естественного света в домах, большой расход электроэнергии на ночное освещение и небольшой срок эксплуатации бетонного строения.

*Ключевые слова:* прозрачный бетон, микрофибра, светящийся бетон, самовосстанавливающийся бетон, гибкий бетон, декоративный бетон.

The modern trends in the development of construction materials are aimed at improving quality, sustainability and resource efficiency. Concrete is one of the key materials without which it is impossible to imagine modern construction. Its versatility allows it to be used both for the erection of buildings and for the creation of infrastructure facilities that serve as the basis for the life of entire cities. The scientists have invented unique types of concrete, which not only ensure the strength and reliability of buildings, but also solve actual problems such as lack of a natural light in houses, high energy consumption for night lighting and short service life of a concrete structure.

*Keywords:* transparent concrete, microfiber, luminous concrete, self-healing concrete, bendable concrete, decorative concrete.

Бетон применяют для изготовления оригинальных предметов интерьера и для ландшафтного дизайна. Прогресс не стоит на месте, и в строительном мире постоянно возникают новые потребности, что делает строительную индустрию динамичной и открытой для новых идей. В этой статье мы рассмотрим четыре ключевых тенденции в развитии конструкционных бетонов: прозрачный, светящийся, самовосстанавливающийся и гибкий бетон.

**Прозрачный бетон – «LiTraCon».** При плотной застройке зданий одной из главных проблем является недостаточное количество естественного света в доме. Вследствие этого венгерскому архитектору Арону Лосконши пришла идея разработать прозрачный бетон или по-другому литракон [1]. Название LiTraCon образовано от английского «light transmitting concrete», что буквально переводится «светопропускающий бетон». Прозрачный бетон – это инновационный материал, напоминающий сэндвич, где между слоями бетона находятся тонкие волокна из прозрачного материала (рис. 1). Если сделать стену толщиной 20 метров, то светопроводящие свойства не ухудшатся [2]. Благодаря этому, сквозь стены отчетливо видны движущиеся объекты, создавая ощущение расширенного пространства. Бетон воспринимается как легкий и эфемерный, а перегородки из него смотрятся эффектно. Полированные лицевые поверхности панелей и блоков придают бетону зеркальный блеск, усиливая его визуальную привлекательность.



Рис. 1. Прозрачный бетон [3]

В составе прозрачного бетона ключевым компонентом является вяжущее вещество. В отличие от традиционных бетонов, здесь отсутствуют крупные заполнители, их заменяет песок мелкой фракции (размер частиц не превышает 2–3 мм). Стекловолокно (4–5 %) обеспечивает дополнительную прочность и защищает материал от щелочной среды, может быть разной толщины и формы, что позволяет создавать уникальные рисунки, логотипы или даже тематическую символику. Для достижения прозрачности используется специальная пластиковая смола, которая заменяет традиционные заполнители. В состав также могут входить пластификаторы и другие добавки.

Прозрачный бетон привлекает не только своим внешним видом, но он и имеет ряд других преимуществ, таких как теплоизоляция, водостойкость, морозостойчивость, высокие прочностные характеристики на изгиб и сжатие, возможность собственноручного производства и шумоизоляция. Из недостатков у такого бетона уровень влагопоглощения достигает 6 %, высокая стоимость и нет возможности изготовления прямо на стройплощадке из-за особенностей технологического процесса.

Прозрачный бетон, впервые примененный для создания 10-килограммового светильника-куба, сегодня активно используется в строительстве по всему миру. Архитектор Заха Хадид использовала его при проектировании центрального здания завода BMW в Лейпциге, которое получило Немецкую архитектурную премию. В США этот материал, известный как литракон, часто используют для ограждений правительственных зданий. Япония и страны Европы также применяют его для декорирования фасадов. В России прозрачный бетон, называемый ПТИ (прозрачная теплоизоляция), прежде всего рассматривается как теплоизоляционный материал. В Москве его используют для оформления дорогих ресторанов и клубов, а в Красногорске прозрачный бетон будет украшать фасады новых детских учреждений в целях повышения инсоляции.

**Светящийся бетон.** В целях обеспечения безопасности в общественных местах и создания эстетически привлекательной городской инфраструктуры доктор наук Хосе Карлос Рубио из мексиканского университета UMSNH изобрёл светящийся цемент (рис. 2), на разработ-

ку которого ушло более 9 лет. Данный вид бетона значительно уменьшит затраты электроэнергии на ночное освещение дорог и зданий.

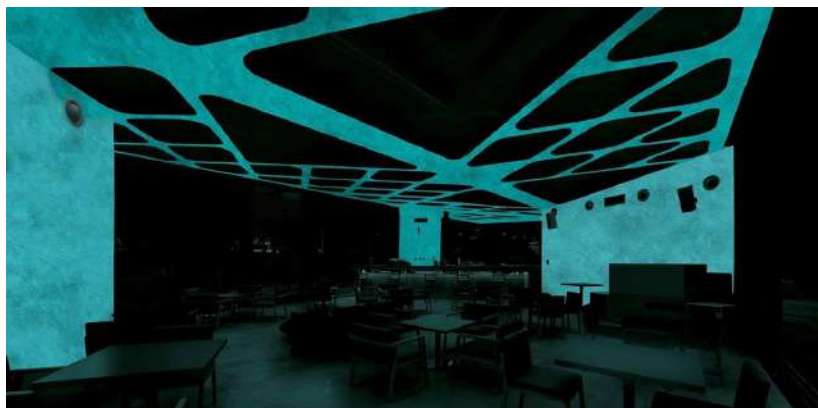


Рис. 2. Светящийся бетон [4]

В роли вяжущего светящегося бетона для внутренних работ используют гипс, а для наружных – цемент. В качестве заполнителя добавляют кварцевый песок. Главным компонентом является люминесцентный пигмент ТАТ–33, который способен поглощать солнечный свет и затем излучать его в виде мягкого свечения. Такой бетон может светиться до 12 часов после захода солнца, в зависимости от условий освещения. Яркость и цвет свечения можно регулировать количеством пигмента [5]. В состав можно добавить титановые белила или краски в зависимости от желаемого результата. Чтобы люобетон был действительно долговечным и не терял свою форму и цвет под воздействием погоды, к стандартным компонентам нужно добавить специальные добавки: пластификаторы, гидрофобизаторы, комплексные присадки.

Свойства люобетона могут быть различными, поскольку зависят от конкретного состава и пропорций используемых компонентов. Однако, в целом, качественный люобетон обладает рядом преимуществ: выдерживает значительные нагрузки, способен противостоять ударам и другим механическим воздействиям средней интенсивности,

устойчив к воздействию солнечных лучей, низких и высоких температур, температурных перепадов, высокой влажности, отличается высокими огнестойкими свойствами, что позволяет отнести его к категории НГ (негорючие). Благодаря своим свойствам люмобетон можно использовать для создания разнообразных форм и конструкций, превосходящих по практичности натуральный камень. Ожидаемый срок службы светящегося бетона составляет до 100 лет. Однако люминесцентный пигмент имеет высокую стоимость, поэтому и сам бетон получается дорогим.

Светящийся бетон несёт в себе двойную функцию: декоративную и практичную. Он прекрасно подходит для создания различных элементов дизайна: тротуарная и фасадная плитка, декоративный камень, садовые скульптуры, цветочные горшки, скамейки; оформление садовых дорожек, клумб и искусственных водоемов; декорирование каминов, стен, потолков, изготовление столешниц. При этом люмобетон абсолютно безопасен и экологичен, что позволяет использовать его как для наружного, так и для внутреннего оформления.

**Самовосстанавливающийся бетон.** В условиях растущих требований к долговечности строительных материалов необходимость в самовосстанавливающемся бетоне стала очевидной. Идея самовосстанавливающегося бетона возникла давно, и её развитие связано с несколькими исследователями. Американский инженер-химик Джон Йонг был одним из первых, кто уделил серьёзное внимание изучению применения бактерий для заделывания трещин в бетоне, опубликовав в 1988 году статью на эту тему. В 1990-х годах в Нидерландах профессор Хэнк Йонкерс из университета в Делфте сделал большой вклад в развитие самовосстанавливающего бетона, возглавив команду, которая исследовала использование бактерий для автоматического восстановления бетона.

Самовосстанавливающийся бетон работает благодаря добавлению в состав редких алкалофильных бактерий вида *Bacillus Subtilis*, которые могут выживать в щелочной среде. В качестве питательного вещества для бактерий был выбран лактат кальция. Это белый порошок, представляющий собой кальциевую соль молочной кислоты, легко растворимый в теплой воде. Бактерии и лактат кальция помещаются

в капсулы из биоразлагаемого пластика диаметром 2–4 мм, которые затем добавляются в бетонную смесь [6]. В обычных условиях капсулы остаются целыми, а бактерии находятся в спячке. Разрушение капсулы, вызванное трещинами, открывает доступ влаги к бактериям, активируя их. В результате активированные бактерии активно размножаются, питаются лактатом кальция и выделяют известняк (рис. 3). Этот известняк заполняет трещины, восстанавливая целостность бетона. Дополнительно добавляют дрожжевой экстракт и мочевины, так как они являются ключевыми компонентами для их развития.



Рис. 3. Процесс восстановления трещины [6]

Этот бетон обладает уникальной способностью к самовосстановлению, что делает его более долговечным, сокращает расходы на обслуживание и повышает экологичность. Кроме того, он обладает высокой гибкостью, сравнимой с металлом, и демонстрирует устойчивость к растрескиванию. Из недостатков бетон может иметь меньшую прочность на сжатие, чем обычный бетон и имеет высокую себестоимость.

Самовосстанавливающийся бетон демонстрирует свою универсальность, применяясь в различных проектах по всему миру. Первоначально испытанный в Нидерландах для спасательной станции, он затем использовался для строительства моста Zeelandbrug, обеспечивая долговечность и снижая затраты на обслуживание. В Японии этот



метод нашел применение в строительстве многоэтажного офисного здания, позволив сократить сроки возведения и обеспечить безупречное качество отделки. В Германии самовосстанавливающийся бетон был использован для строительства метрополитена в Мюнхене, сокращая время строительства и повышая безопасность. Швеция применяет его для экологических проектов, восстанавливая реки и водоемы с помощью биологически активных и устойчивых бетонных конструкций. Все эти проекты доказывают эффективность самовосстанавливающегося бетона, который успешно работает во всех этих сооружениях.

**Гибкий бетон.** Распространенной проблемой бетона является маленькая прочность на изгиб. В начале 1990-х Виктор Ли, профессор гражданского строительства и экологии в Мичиганском университете, разработал новый тип композитных материалов на основе цемента, которые стали известны как пластичный или сгибаемый бетон (рис. 4).



Рис. 4. Гибкий бетон [7]

В качестве вяжущего используют цемент, наполнителя – песок мелкой фракции, а в качестве пластификаторов – лигнин, поликарбок-

силатный эфир и меламиновый формальдегид. Для достижения гибкости в бетоне заменяют крупный заполнитель на волокна, подобные тем, что используются в армированном волокном бетоне [8]. К таким волокнам относятся кремнеземные, стекловолокна, стальные, асбестовые, волокна из поливинилового спирта и другие. Эти микроволокна придают бетону гибкость и выступают в роли армирующего материала. Поверхность бетона покрывается сликом – антифрикционным покрытием, препятствующим трению между волокнами.

Гибкий бетон, сочетающий в себе высокую прочность, пластичность, экологическую безопасность, устойчивость к трещинам, отсутствие коррозии, сниженный вес и способность к самовосстановлению, является идеальным материалом для строительства, способным выдерживать как статические, так и динамические нагрузки, исключая необходимость ремонта и обеспечивая долговечность. Из недостатков гибкий бетон имеет высокую цену, сложное производство, более низкую прочность на сжатие, чем у железобетонных конструкций, что ограничивает сферу использования.

Гибкий бетон, первоначально предназначенный для дорожных покрытий, нашел широкое применение в строительстве сейсмоустойчивых домов и автомобильных мостов, особенно в Японии и США. Российские ученые активно занимаются разработкой гибкого бетона и уже создали добавку «Эластобетон», сертифицированную по международному стандарту ГОСТ ISO 9001–2011. Эта добавка не только повышает эластичность бетона, но и улучшает его прочностные характеристики, морозостойкость и износостойкость. Благодаря «Эластобетону» можно сократить толщину бетонной стяжки, ускорить ее затвердевание и, как следствие, уменьшить расход бетонной смеси, что позволяет снизить расходы на бетонную смесь.

## **Вывод**

Современные тенденции в производстве конструкционных строительных материалов показывают, что инновации могут значительно повысить функциональность и устойчивость зданий. Прозрачный, светящийся, самовосстанавливающийся и гибкий бетон открывают новые горизонты для архитектурного проектирования и строительства,

удовлетворяя новые требования такие как более безопасные, устойчивые и эстетически привлекательные пространства. В будущем можно ожидать развития технологий и появления новых, еще более продвинутых строительных материалов, которые будут отвечать вызовам времени и потребностям человечества.

### Литература

1. Кодзоев М. Х., Исаченко С. Л. Светопроводящий бетон // Бюллетень науки и практики: научный журнал. 2018. Т. 4. № 6. С. 287–290.
2. Югов А. М., Мусорина Т. А., Соколов Б. В., Агишев К. Н. Прозрачный бетон в строительстве зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 11(38). URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/11\(38\)/1\\_musorigina\\_38.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/11(38)/1_musorigina_38.pdf) (дата обращения: 12.09.2024).
3. Бикбаева Н. А., Лустина О. В., Купчеков А. М. Прозрачный бетон // Молодой ученый. 2016. № 17 (121). С. 19–21.
4. Козлов С. Д., Коридзе В. Г., Бондарь А. В., Чайковский А. О. Светоизлучающий цемент. Нововведение в строительной индустрии // Бюллетень науки и практики: научный журнал. 2017. № 5. С. 116–119.
5. Сулейманова Л. А., Малюкова М. В., Рябчевский И. С., Корякина А. А., Левшина Д. Э. Светящиеся декоративные бетоны с использованием отходов камнедробления горных пород // Вестник БГТТУ им. В. Г. Шухова. 2020. № 12. С. 8–16.
6. Жукова Г. Г., Сайфулла А. И. Исследование применения самовосстанавливающегося бетона // Construction and Geotechnics. 2020. Т. 11. № 4. С. 58–68.
7. Гибкий или изгибаемый бетон – состав и применение. URL: <https://centrselstroy.ru/gibkiy-ili-izgibaemyy-beton-sostav-i-primenenie> (дата обращения: 23.10.2024).
8. Бабаев А. Р., Мухаммадиев Н. Р., Алимухамедов Ж. М. Композитный гибкий бетон // Modern Scientific Research International Scientific Journal. 2023. Т. 1. № 4. С. 66–74.

**УДК 624.01**

*Владислав Олегович Ли,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: 22001133@edu.spbgasu.ru*

*Vladislav Olegovich Li,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: 22001133@edu.spbgasu.ru*

## **ИННОВАЦИИ В ТРАДИЦИОННЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ И ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛАХ**

### **INNOVATIONS IN TRADITIONAL FACING AND WALLING ENCLOSING MATERIALS**

В современном мире непрерывно совершенствуются материалы и появляются новые. На данный момент наблюдается сокращение финансирования разработки инновационных материалов. Такая тенденция продвигает некий консерватизм в строительстве, что может негативно сказаться на частной отрасли и индустрии в целом. Поэтому для благоприятного развития необходимо внедрять и разрабатывать новые материалы.

Автор статьи рассматривает вопрос важности интеграции новых материалов, а также акцентирует внимание на актуальных примерах, которые могут найти широкое применение в перспективе уменьшения затрат на производство. Проведено сравнение с альтернативными материалами.

Данная статья может быть полезна специалистам и мастерам в области отделки и ограждающих конструкций.

*Ключевые слова:* гибкая плитка, антибактериальная плитка, прозрачный алюминий, азобрик, инновационные материалы.

There are a lot of new building materials being developed these days. And most of them appear to be unusable for the reasons of cost and better alternatives. Due to this trend, construction tends to be more conservative, that may lead to stagnation of private construction and industry as a whole. Therefore, for ensuring positive development of the building industry, it is important to develop and introduce new materials.

The author examines the issue of importance of introduction of innovative materials and focuses on specific examples, which could become common as manufacturing prices go down with time, and also provides comparison between traditional and new materials.

This paper may be useful for experts and specialists in the field of facing and walling materials.

*Keywords:* bendable tile, antibacterial tile, transparent aluminum, aerobrick, innovative materials.

По данным НИУ ВШЭ в 2021 году публиковалось в 3 раза больше исследований и статей, чем в 2010 году, что подтверждает увеличение темпов развития науки [1]. Любые инновации влияют на развитие промышленности, инженерного дела и строительства, в частности. Совершенствуются методики расчета и материалы, а также создаются абсолютно новые. Инновации находят применение в различных уже сформировавшихся отраслях строительства и делают их более прогрессивными и совершенными.

Изготовление новых строительных материалов целенаправленно на выявление и достижение ранее неизвестных свойств и качеств, для расширения области применения и внедрения в разные сферы строительной деятельности.

Попадая в строительную отрасль, они становятся альтернативой для существующих материалов, часто предлагая новые решения ранее невозможных задач. К сожалению, создание инновационных материалов тормозится различными факторами, как отсутствие унифицированной системы апробации и сертификации новых продуктов, слабая поддержка инновационной деятельности со стороны государства и другие [2].

Эта ситуация замедляет развитие строительной отрасли, а значит она отстает от других и не так привлекательна в финансовом плане и привлечения студентов (будущих работников). В этой статье рассматриваются отделочные и ограждающие стеновые материалы.

## **1. Отделочные материалы**

**1.1. Гибкая плитка (гибкая керамика, modified clay materials, МСМ)** появилась еще в 2008 году и сразу начала набирать популярность. Название говорящее и полностью отражает суть. Преимущества гибкой плитки очевидны и понятны – возможность огибать различные формы. Гибкая керамика состоит из разных видов глины, каменного порошка и полимера, нанесенных на щелочестойкую сетку. Глина измельчается в мелкий порошок, затем он покрывается

поверхностно-активным веществом (полимером) таким образом, чтобы оно обволакивало каждую частицу, что создает сетчатую структуру. Основной материал и добавки соединяются вместе с использованием низкотемпературного процесса (около 250 °С, что отличается от обычного обжига плитки – 1000 °С) [3].



Рис. 1. Свойства гибкой керамики [3]

Глина – это дышащий, влагосодержащий, прочный, огнестойкий и долговечный материал. Все эти свойства сохраняются в гибкой керамике (рис. 1), поэтому она не стареет в отличие от широко-применяемых пластиков и полимеров, разрушающихся под воздействием ультрафиолетовых лучей и не подвергается плесневению и гниению. Также является ударопрочной и имеет небольшой вес (3–4 кг/м<sup>2</sup>) относительно обычной керамической плитки. Поставляется в листах различных размеров и рулонах (длина до 25 м ширина до 0,7 м) [4]. По заказу возможно изменить некоторые характеристики материала (гибкость, толщину и другие).

За счет своих свойств гибкую плитку можно использовать для отделки различных поверхностей: фасадов, стен, полов, влажных помещений, бассейнов, фонтанов. Гибкая керамика может имитировать поверхность всевозможных материалов (например, различный камень, кирпич). Со всеми плюсами конструкция плитки предполагает и ряд минусов. Например, наклеиваться плитка должна только на идеально ровную поверхность, иначе возможно образование пузырей, что может привести к нарушению прочности поверхности. Это особо важно при внешней отделке, так как необходим металлический каркас или укрепляющая сетка с несколькими слоями клея для выравнивания поверхности и достаточной адгезии. При необходимости трудно провести реставрацию участка покрытия без следов работы (необходимо будет заменить лист полностью). Сам монтаж тоже может доставить неудобства, при работе с большими рулонами или листами по причине значительного веса (при максимальном размере рулона, его масса может достигать 70 кг).

Учитывая характеристики плитки и гибкой керамики, на рынке создалась среда, при которой они могут сосуществовать и конкурировать. Плитка имеет меньшую среднюю стоимость, в то время как гибкая керамика – большую область применения и разнообразие размеров.

**1.2. Антибактериальная плитка** (покрытие, которое наносится поверх плитки) появилась в период пандемии и получила название A-protect, а первая серия антибактериального керамогранита (рис. 2) была представлена на выставке Mosbuild 2019 компанией Estima.

Современная технология основана на введении ионов серебра на этапе производства, что придает антибактериальные свойства материалу, а также на нанесении диоксида титана одновременно с нанесением глазури и последующего обжига. За счет этого принципа также происходит очищение воздуха (происходят сильные окислительные реакции при контакте диоксида титана с ультрафиолетом, что разлагает вредные вещества до безопасных кислорода и углекислого газа). Таким образом плитка обладает антибактериальными свойствами даже при отсутствии света и очищает воздух днем.



Рис. 2. Пример отделки ванной комнаты антибактериальным керамогранитом [5]

Покрытие обеспечивает постоянную защиту от бактерий, грибов, вирусов и простейших, уничтожая их. Например, при вступлении бактерий в контакт с обработанной поверхностью, технология нарушает их биологическое функционирование, вызывая прекращение жизненного цикла клеток и гибель бактерий. Антибактериальное действие постоянно и долговечно, оно не исчезает в результате чистки поверхности или с течением времени, не подвергается износу и воздействию климатических факторов. При этом никак не влияет на эстетические характеристики (покрытие абсолютно прозрачное) [6].

Такая плитка часто применяется в отделке помещений с высокими требованиями стерильности (бассейны, больницы и клиники), и реже в частном строительстве по причине стоимости.

## **2. Стеновые материалы**

**2.1. Аэробрик** – это особый тёплый кирпич, пустоты в котором заполнены аэрогелем.



Скелет такого кирпича – это керамический блок, который используется как альтернативный стеновой материал (рис. 3). Керамические блоки имеют низкую теплопроводность, малый вес, хорошую звукоизоляцию, обладают огнеупорностью, а также достаточно долговечны. Требуют дополнительной защиты от внешних воздействий (таких как влага и перепады температур) в лице штукатурки или другого отделочного материала.

Теплоизоляционные характеристики блока сильно улучшаются при добавлении аэрогеля. Он представляет собой полимерную трехмерную сетку, пустоты которой заполнены газом, а следовательно, имеет минимальную плотность и исключительные теплоизоляционные свойства. Он превосходит традиционные утеплители по теплоизоляции в несколько раз, при этом не плесневеет и не гниет, полностью не горюч и не выделяет дыма [7].

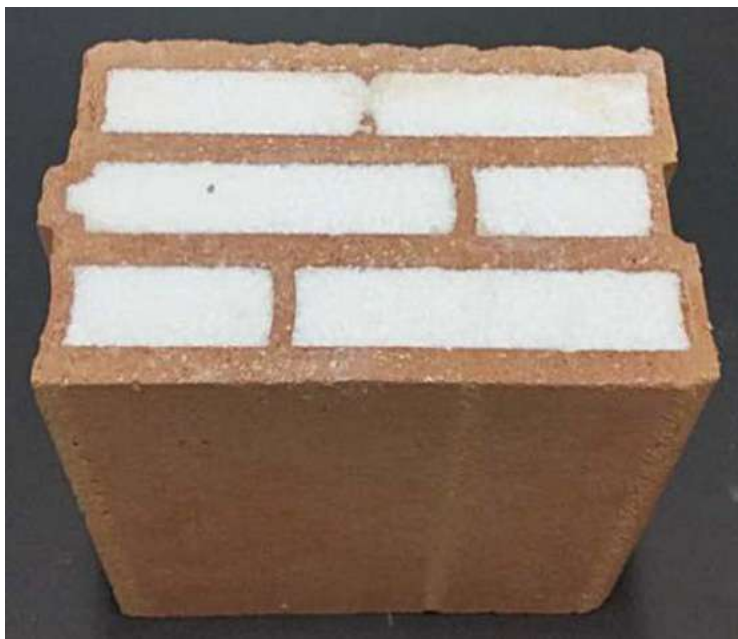


Рис. 3. Аэробрик [7]

При соединении двух компонентов получаем прочный, легкий стеновой материал, в который изначально заложен утеплитель, превосходящий другие, при этом не горит и плесневеет. На данный момент один квадратный метр стены из аэробрика стоит более 50 тысяч рублей [8], что обуславливается сложностью изготовления аэрогеля. Он достаточно сложен в монтаже, так как структуру блока легко нарушить работой электроинструментами. Например, при сверлении такой стены нельзя использовать обычный перфоратор, так как можно нарушить структуру блока. Необходимо делать отверстия вручную, что требует большего времени и точности.

**2.2. Прозрачный алюминий** (онокситрид алюминия, алюминиевая керамика, ALON) – это прозрачный материал (прозрачность 80 % в ультрафиолетовом и видимом диапазонах), который получают при спекании порошка алюминия с азотом и кислородом (рис. 4). Он является самым твердым из известных прозрачных материалов (9 баллов по шкале Мооса).



Рис. 4. Онокситрид алюминия [9]

На сегодняшний день применяется несколько способов производства прозрачного алюминия:

- воспламенение и прессование под давлением до 10 Мпа (порошковая масса помещается в тугоплавкие формы и нагревается до воспламенения в азотной среде);

- с помощью технологии плазменного спекания, при которой через пресс-форму пропускается электрический ток, быстро нагревающий заготовку;
- в результате реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: при соприкосновении с разогретой спиралью порошок воспламеняется и горение распространяется по всему объему заготовки.



Рис. 5. Сравнение характеристик бронестекла и прозрачного алюминия [9]

Этот материал в два раза легче, чем бронированное стекло (рис. 5). Алюминиевая керамика способна выдерживать сверхвысокие температуры – более 2000 °С, устойчива к радиации, действию химически агрессивных веществ, атмосферных осадков, абразивных материалов. Также материал обладает высокой ударной прочностью. При этом пластичность керамической массы позволяет производить изделия любых форм.

Применение прозрачный алюминий может найти там же, где прозрачный металл и закаленное стекло (то есть любой прозрачный мате-

риал высокой прочности). ALON применяется в конструкциях, где необходим прозрачный материал высокой прочности и минимальной массы, то есть он заменяет бронестекло в особо ответственных конструкциях. Заменить же его полностью не получится по причине высокой стоимости, обусловленной сложным процессом изготовления [9]. В процессе оптимизации изготовления прозрачный алюминий может заменить большинство высокопрочных прозрачных материалов.

В заключении можно сказать, что инновации являются обязательной частью развития строительной промышленности. Они предоставляют возможность создания новых конструкций, а также предлагают альтернативные решения для старых задач. На примере отделочных и стеновых материалов мы поняли, что инновации делают технологические процессы экономичней, монтаж удобнее и улучшают индустрию в целом, поэтому так важно разрабатывать и внедрять инновационные материалы.

### Литература

1. Российская наука в цифрах.: 2023 / В. В. Власова [и др.]; нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : НИУ ВШЭ, 2023. С. 10.
2. *Артеменко А. А.* Актуальные вопросы инновационного развития строительства // Молодой ученый. 2015. № 11(91). С. 742–744.
3. Что такое гибкая керамика PHOMI? [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZG9CP6fLSmtYNoQE> (дата обращения: 07.10.2024).
4. *Старцева А. С., Еронов Л. А.* Гибкая керамика // Науч. конф. «Дни науки студентов ИАСЭ» [Владимир, 15–20 апреля 2020]. Владимир: ИАСЭ, 2020. С 12–16.
5. Estima: первое производство антибактериального керамогранита в России [Электронный ресурс] // ARTCER [сайт] URL: <https://www.artcer.ru/estima-pervoe-proizvodstvo-antibakterialnogo-keramogranita-v-rossii> (дата обращения: 07.10.2024).
6. Современные технологии против бактерий, вирусов и загрязнений [Электронный ресурс] // ARTCER [сайт] URL: <https://www.artcer.ru/sovremennyye-tehnologii-protiv-bakteriy-virusov-i-zagryazneniy> (дата обращения: 09.10.2024).
7. *Wernery J., Ben-Ishai A., Binder B., Brunner S.* Aerobrick – an Aerogel-Filled Insulating Brick // Energy Procedia. 2017. Vol. 134. P. 490–498.
8. *Аранова А. Д., Тарасова К. Г.* Материал «тёплый кирпич» (аэробрик) [Электронный ресурс] // Научный аспект [сайт]. URL: <https://na-journal.ru/2-2024-stroitelstvo-arhitektura/9118-material-tyoplyi-kirpich-aerobrik> (дата обращения: 09.10.2024).
9. Прозрачный алюминий – чудо современной науки [Электронный ресурс] // Integral [сайт]. URL: <https://integral-russia.ru/2016/06/07/prozrachnyj-alyuminij-chudo-sovremennoj-nauki/> (дата обращения: 14.10.2024).

**УДК 624.07**

*Даниил Андреевич Башлыков,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: bashlykovda@yandex.ru*

*Daniil Andreevich Bashlykov,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: bashlykovda@yandex.ru*

**АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НОРМ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
ПЕРЕКРЫТИЙ ПО ПРОФИЛИРОВАННОМУ  
НАСТИЛУ**

**ANALYSIS OF FOREIGN AND NATIONAL DESIGN  
STANDARDS FOR STEEL REINFORCED CONCRETE  
SLABS ON PROFILED DECKING**

В настоящее время в строительстве сформировались две основные задачи: сокращение продолжительности строительства и экономичность строительства. С данными задачами отлично справляется сталежелезобетонное перекрытие по профилированному листу. За счёт того, что профилированный лист выступает несъёмной опалубкой, это значительно сокращает трудозатраты на возведение перекрытия и обеспечивает экономию материалов (не требуется докупать и устанавливать опалубку), в сравнении с традиционными монолитными железобетонными плитами. Также, за счёт большей несущей способности (профилированный настил работает как внешняя арматура и воспринимает растягивающие усилия), можно уменьшить толщину перекрытия, что позволит увеличить высоту помещения и сэкономить строительные материалы.

Для определения оптимального метода проектирования сталежелезобетонного перекрытия были проанализированы отечественные нормы проектирования (СП 266.1325800) и европейские нормы проектирования (EN 1994-1-1).

*Ключевые слова:* сталежелезобетонные перекрытия, нормы проектирования, профилированный настил, анализ, промышленное строительство.

Nowadays, two main tasks have emerged in the construction industry: shortening construction time and economical construction. The steel reinforced concrete slab on profiled sheet copes with these tasks perfectly. Due to the fact that the profiled sheet is a fixed formwork, it significantly reduces labor costs for the construction of the slab and saves materials (no need to buy and install formwork), compared to traditional monolithic reinforced concrete slabs. Also, due to the greater load-bearing ca-

capacity (profiled decking works as an external reinforcement and takes tensile forces), the thickness of the floor can be reduced, which will increase the height of the room and save building materials.

To determine the optimal design method for steel reinforced concrete slab, the domestic design standards (SP 266.1325800) and European design standards (EN 1994-1-1) were analyzed.

*Keywords:* steel reinforced concrete slabs, design standards, profiled decking, analysis, industrial construction.

Согласно СП 266.1325800 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования», расчёт сталежелезобетонного перекрытия по профилированному настилу производится в два этапа:

Первый этап: когда начинается стадия заливки бетона и требуется выполнить проверку несущей способности профилированного настила как тонкостенного изгибаемого элемента, до того момента, как бетон набрал прочность.

Второй этап: когда плита рассчитывается как единое целое, после застывания бетонной смеси.

Соответственно, настил на первом этапе воспринимает нагрузки от собственного веса, от свежесложенной бетонной смеси и нагрузки при заливке бетона непосредственно на профилированный настил. Не стоит забывать о том, что профилированный настил имеет сложную геометрию и для простоты расчётов, требуется учитывать следующие допущения:

- гофры не меняются от воздействия нагрузок;
- гофры настила можно рассчитывать как тонкостенные балки;
- «нормальные напряжения по высоте поперечного сечения стенок гофров распределяются линейно – нормальные напряжения по ширине продольно сжатых полок до местной потери устойчивости, а также по ширине растянутых полок распределяются равномерно» [1].

На втором этапе проектирования, профилированный настил и железобетон рассчитываются как железобетонная плита перекрытия с внешней арматурой. При отсутствии гибкой рабочей арматуры над гофраами, конструкция рассчитывается как однопролётная конструкция, однако при установке арматуры усилия распределяются как в неразрезной железобетонной конструкции, в которой моменты

распределяются с требованиями трещиностойкости. «Расчет по первой группе предельных состояний включает проверку по трем критериям прочности:

- по нормальным сечениям (при условии обеспечения сцепления настила с бетоном);

- по наклонным сечениям;

- по условию обеспечения сцепления настила с бетоном.

Расчет по второй группе предельных состояний включает:

- расчет на образование и раскрытие нормальных и наклонных трещин;

- определение прогиба плиты» [1].

Стоит отметить, что в европейских нормах EN 1994-1-1 [2] целая глава посвящена детальному описанию моделированию шарнирных, жёстких и полужёстких узлов, чего нет в российских нормах. При проверке несущей способности в европейских нормах учитываются коэффициенты безопасности и предел текучести стали, тогда как в российских нормах прочность вычисляется исходя из изгибающего момента, действующего на настил.

На первом этапе (стадии заливки бетона) в обеих нормах требуется учесть прогиб настила в середине пролёта. В европейских нормах это значение составляет  $1/180$  от пролёта, а в российских нормах  $1/200$  от пролёта. Различие в прогибах отличается из-за разного учёта нагрузок в первом этапе проектирования. По российским нормам учитывается собственный вес профнастила, собственный вес бетонной смеси и нагрузка от заливки бетонной смеси. В европейских нормах учитывается только собственный вес бетона и профилированного настила.

При расчёте продольного и поперечного сдвига по европейским нормам используется метод m-k. Метод m-k для расчёта сталежелезобетонных конструкций, в частности, перекрытий, основывается на использовании модульного подхода и применяется в соответствии с EN 1992-1-1 [3] для бетонных конструкций и EN 1992-2 [4] для дорожных и мостовых конструкций. Метод m-k предполагает учёт следующих параметров: определение расчетных нагрузок, определение геометрических параметров, расчет напряжений.

Проанализировав отечественные и зарубежные нормы проектирования сталежелезобетонных перекрытий по профилированному настилу, можно сделать следующие выводы:

- назначение материалов конструкций имеют схожий принцип назначения, но различаются численно;
- в европейских нормах присутствует метод m-k для расчёта продольного и поперечного сдвига. Данный критерии расчёта отсутствует в российских нормах;
- расчёты по прочности в российских и европейских нормах схожи между собой, имеют лишь различие в дополнительных коэффициентах.

### **Литература**

1. СП 266.1325800.2016. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования. М. : ФГБУ «Российский институт стандартизации», 2017. 124 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044285> (дата обращения: 29.03.2025).
2. EN 1994-1-1. Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. CEN, 2004. 118 p. URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1994.1.1.2004.pdf> (accessed on: 15.11.2024).
3. EN 1992-1-1 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1 : General rules and rules for buildings. CEN, 2004. 225 p. URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1992.1.1.2004.pdf> (accessed on: 29.03.2025).
4. EN 1992-2 Eurocode 2: Design of concrete structures – Concrete bridges – Design and detailing rules. CEN, 2004. 95 p. URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1992.2.2005.pdf> (accessed on: 29.03.2025).



**УДК 624.04**

*Елена Игоревна Лапшина,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: lena\_laps\_17@mail.ru*

*Elena Igorevna Lapshina,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: lena\_laps\_17@mail.ru*

## **РАБОТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ПОДАТЛИВОСТИ**

### **WORK OF ECENTRIC-COMPRESSED STEEL-REINFORCED CONCRETE ELEMENTS TAKING INTO ACCOUNT FLEXIBILITY**

Во всем мире уже давно известны конструкции из сталежелезобетона. В настоящее время применение сталежелезобетонных конструкций в нашей стране остается очень ограниченным в связи с их недостаточной изученностью с точки зрения расчетов и проектирования. Данные конструкции более эффективно сочетают в себе свойства двух разных материалов – стали и железобетона, а также имеют более высокую жесткость при небольшом размере поперечного сечения. Одним из важных вопросов в проектировании данных конструкций остается сложность расчета при внутренней статической неопределенности сечения и обеспечение совместной работы стальной и железобетонной составляющей сечения.

*Ключевые слова:* сталежелезобетон, внецентренное сжатие, жесткая арматура, совместная работа, стальной сердечник.

Steel-reinforced concrete structures have long been known throughout the world. At present, the use of steel-reinforced concrete structures in our country remains very limited due to their insufficient study in terms of calculations and design. These structures combine the properties of two different materials – steel and reinforced concrete – more effectively, and also have higher rigidity with a small cross-section size. One of the important issues in the design of these structures remains the complexity of the calculation with internal static uncertainty of the section, as well as ensuring the joint operation of the steel and reinforced concrete components of the section.

*Keywords:* steel-reinforced concrete, eccentric compression, rigid reinforcement, joint work, steel core.

В СССР испытания по внецентренному сжатию колонн проводил профессор А. П. Васильев в 1930-х годах. Сечение колонны представляло собой два швеллера № 16 (рис. 1), соединенных планками, и железобетон, армированный 4-мя стержнями, соединенными хомутами. Также были рассмотрены стальные сердечники из швеллеров, выполненных из полосовой стали  $t = 5$  мм и из швеллеров с усилением приваренными к полкам полосами  $63 \times 11$  мм. К данным образцам прикладывались нагрузки с эксцентриситетами 25–250 мм [1].

Были сделаны следующие выводы:

- совместная работа бетона и жесткой арматуры обеспечивается;
- в сжатой зоне бетон достигает временного сопротивления сжатию при изгибе, арматура достигает предела текучести в сжатой и растянутой зоне.

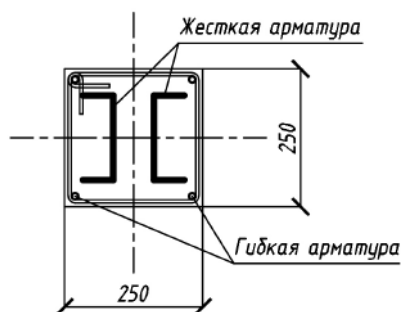


Рис. 1. Сечение колонны в эксперименте А. П. Васильева

В 70-х годах XX века Н. А. Егоров выполнил испытание колонн, сечение которых представляло собой жесткую арматуру из широкополочных двутавров, железобетон, армированный 4-мя стержнями, соединенными хомутами (рис. 2). Эксцентриситет составил 4–46 см [2].

Были сделаны следующие выводы:

- в данных моделях колонн обеспечивается совместная работа бетона и жесткой арматуры;
- деформации бетона и жесткой арматуры развивались линейно в процессе эксперимента.

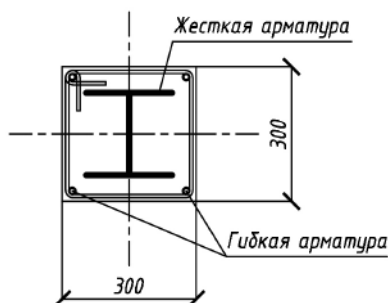


Рис. 2. Сечение колонны в эксперименте Н. А. Егорова

В 2014–2015 гг. сотрудниками ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко проведено исследование работы колонн на внецентренное сжатие. Были испытаны модели сталежелезобетонных колонн с двутавровым сердечником из фасонной и листовой стали (рис. 3). Эксцентриситет составил  $\frac{1}{5}-\frac{1}{3}$  размера поперечного сечения [3].

Результаты испытаний соответствуют ранее проведенным исследованиям.

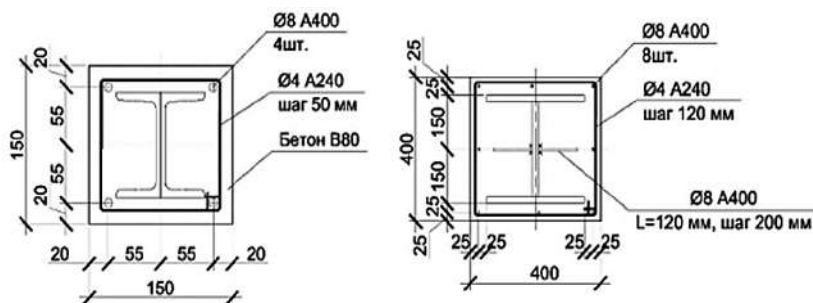


Рис. 3. Сечения колонны  
в эксперименте ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко

В работе А. Н. Мартиросян 2017 года были рассмотрены следующие варианты сталежелезобетонных колонн: жесткая арматура в виде накрестлегающих двутавров, одного двутавра и квадратного сечения с одинаковой площадью поперечного сечения (рис. 4).

Исследование показало, что на характер распределения напряжений и процесс сцепления большое влияние оказывает форма жесткой арматуры [4].

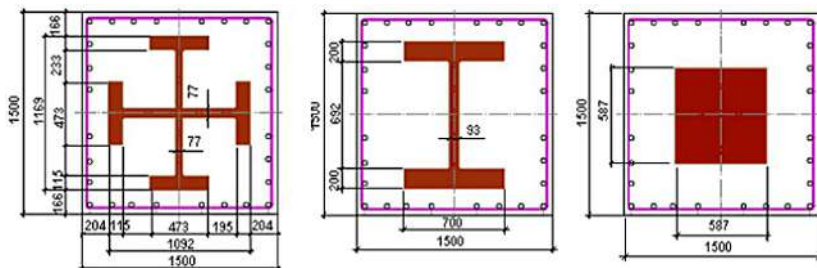


Рис. 4. Сечения колонны  
в эксперименте А. Н. Мартироян

СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» [5] предлагает следующие варианты сечений сталежелезобетонных колонн (рис. 5):

- а) жесткая арматура в форме двутавра;
- б) жесткая арматура в форме крестообразного сечения;
- в) жесткая арматура коробчатого сечения, образованного швеллерами, объединенными планками;
- г) жесткая арматура в виде «сердечника», «сляба» сплошного сечения;
- д) сечение с частичным обетонированием жесткой арматуры.

В дальнейшем исследовании будут рассмотрены следующие варианты сечений сталежелезобетонных колонн (рис. 6):

- жесткая арматура в виде двух сварных швеллеров и соединительных пластин;
- жесткая арматура в виде сварного двутавра;
- жесткая арматура в виде сварной квадратной трубы.

Эксцентриситет приложения нагрузки составит 250–750 мм.

Данные варианты необходимо рассмотреть в программных комплексах, чтобы оценить распределение усилий между стальной и железобетонной составляющей сечения, а также оценить, какой из пред-

ложенных вариантов оптимальнее с точки зрения несущей способности и обеспечения совместной работы элементов сечения.

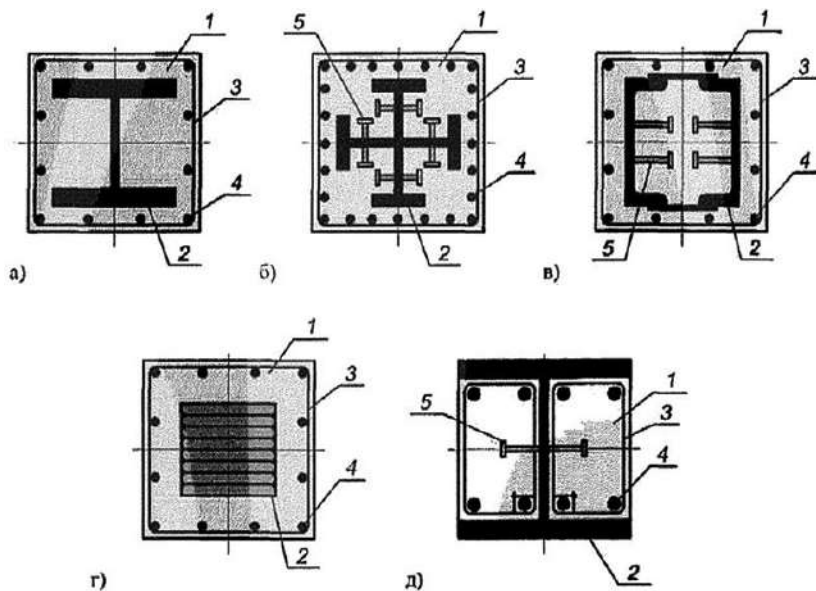


Рис. 5. Сечения колонн по СП 266.1325800.2016:  
 1 – бетон; 2 – жесткая арматура; 3 – поперечная гибкая арматура;  
 4 – продольная гибкая арматура; 5 – анкерный упор

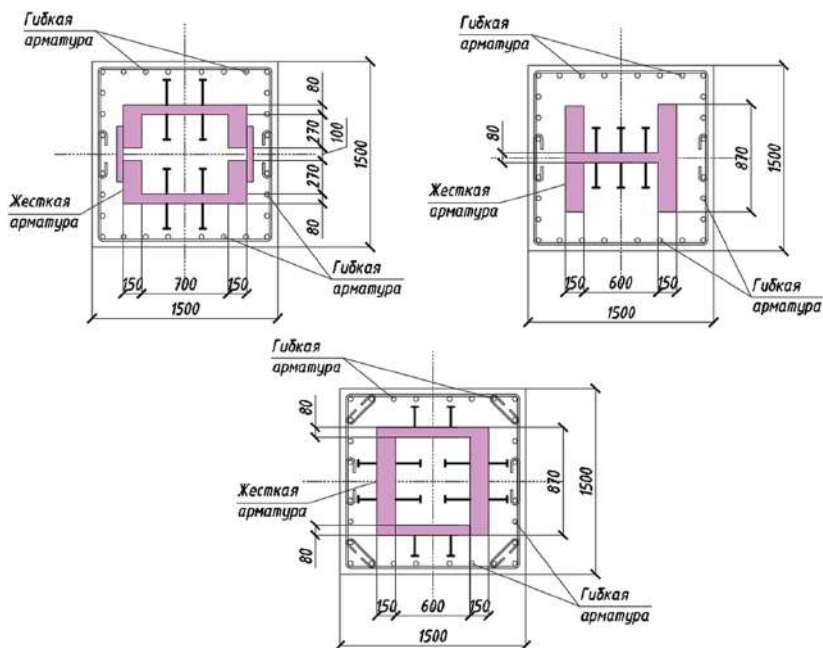


Рис. 6. Сечения колонн

### Литература

1. Васильев А. П. Железобетон с жесткой арматурой. М. : Государственное издательство строительной литературы, 1941. 123 с.
2. Егоров Н. А. Исследование прочности и деформативности железобетонных колонн с жесткой арматурой из низколегированной стали: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. М., 1974. 142 с.
3. Научно-технический отчет по теме: «Проведение испытаний моделей сталежелезобетонных колонн, анализ полученных результатов и разработка методики расчета сталежелезобетонных колонн для проектирования и строительства многофункционального комплекса «Лахта центр» по адресу: г. Санкт-Петербург, Лахтинский пр., д. 2, корп. 3, литера А». Книга 1. Результаты испытаний. Разработан ЦНИ-ИСК им. В. А. Кучеренко (институт АО «НИЦ «Строительство»). М., 2015. 135 с.
4. Мартыросян А. С. Экспериментальные исследования и эффективные методы расчета несущей способности высокопрочных сталежелезобетонных колонн с жесткой арматурой: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. М., 2017. 164 с.
5. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования. М. : Стандартинформ, 2016. 132 с.

**УДК 624.07**

*Камила Рамилевна Мингазова,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: ka.mingazova @yandex.ru*

*Kamila Ramilevna Mingazova,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: ka.mingazova@yandex.ru*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КУЛЬТУРНО- ВЫСТАВОЧНОГО ЦЕНТРА «ЛОТОС»**

### **MODELING, CALCULATION AND DESIGN OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES FOR “LOTUS” CULTURAL AND EXHIBITION CENTER**

С развитием различных отраслей в России возникает необходимость создания площадок для демонстрации технологий и инновационных решений. В связи с этим в рамках выпускной квалификационной работы был разработан проект культурно-выставочного центра с полезной площадью для выставок 1600 м<sup>2</sup>. Концепция инновационного центра требовала большие площади в уникальном исполнении. Поэтому за основу были взяты объемно-планировочные решения Храма Лотос в г. Нью-Дели.

В рамках работы было выполнено моделирование и расчет аналитической схемы здания, подобрано и законструировано армирование 3 типов оболочек, стилобатной плиты перекрытия, колонн и криволинейных балок каркаса.

*Ключевые слова:* железобетонные оболочки, армирование оболочек, моделирование в SCAD Office, экспортирование моделей оболочек, Храм Лотоса.

With the development of various industries in Russia, a need to create places for demonstrating technologies and innovative solutions emerges. In this regard, as part of the final qualification work, a project for a cultural and exhibition center with a useful area for exhibitions of 1600 m<sup>2</sup> was developed. The concept of the innovation center required large areas in a unique design. Therefore, the volumetric planning solutions of the Lotus Temple in New Delhi were taken as a basis.

As part of the work, modeling and calculation of the analytical scheme of the building were made, reinforcement of 3 types of shells, a stylobate floor slab, columns and curved beams of the frame was designed.

*Keywords:* reinforced concrete shells, shells reinforcement, modeling in SCAD Office, shell models exporting, Lotus Temple.

Проектируемое здание представляет собой составную пространственную конструкцию в форме цветка лотоса. За основу были взяты объемно-планировочные решения Храма Лотос в г. Нью-Дели [1, 2]. Конструкция состоит из (рис. 1):

- 1) пространственных тороидальных оболочек 3 групп: оболочки входной группы, внешние и внутренние. Форма поверхности оболочек входных и наружных лепестков сформированы сферами разного радиуса. Толщина оболочек 170 мм с утолщением у опор до 250 мм;
- 2) горизонтальных балок и колец против продавливания в конструкции внутренних оболочек;
- 3) пространственного каркаса из криволинейных радиальных балок с железобетонной распалубкой между ними. Габариты сечения балок 400×400 мм;
- 4) 9 несущих арок;
- 5) стилобата с 9-палой формой перекрытия толщиной 600 мм;
- 6) колонн под стилобатной плитой сечением 1000×600 мм;
- 7) несущих стен технического этажа толщиной 250 мм.



Рис. 1. Конструктивные элементы здания

Пространственный каркас и внутренние оболочки полностью опираются на несущие арки, внешние оболочки имеют 3 точки опирания – 1 на перекрытии и 2 на арках. Оболочки входной группы имеют 3 точки опирания на перекрытие.



Конструктивная схема здания – пространственная каркасная. Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость здания обеспечивается каркасом из радиальных ребер и горизонтальными балками, жестко защемленными во внутренние оболочки.

Материалом несущих элементов принят бетон класса В40, продольная арматура А500, поперечная – А240.

Одной из конструкторских задач, решенных в рамках работы, являлось моделирование пространственного каркаса и оболочек с корректной триангуляцией в ПК SCAD Office. Решением послужил перевод модели здания из Autodesk Revit в Autodesk AutoCAD 3D (рис. 2), где с помощью отрезков была создана «подложка» и далее переведена в SCAD Office. Далее по направляющим стержням были созданы вручную пластины оболочек.

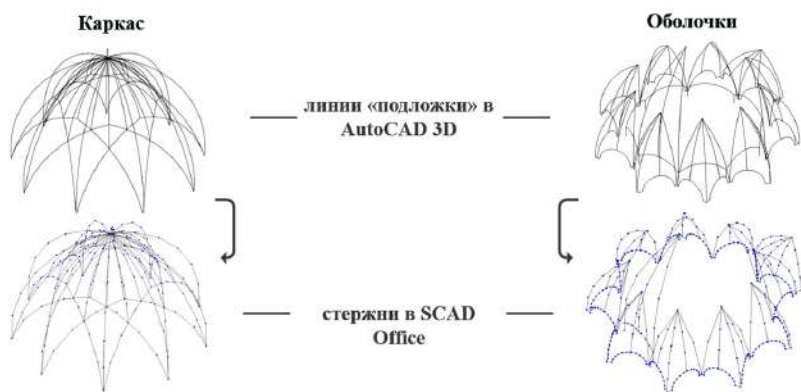


Рис. 2. Перевод модели из Autodesk Revit в SCAD Office

К схеме были приложены постоянные нагрузки от веса отделки, кратковременные полезные нагрузки для выставочных залов и фойе. В проекте также было учтено действие снеговых и ветровых нагрузок на сложную конструкцию покрытия оболочек без помощи аэродинамической трубы. Для этого форма покрытия зонировалась на более мелкие участки, имеющие представление в СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [3].

Согласно результатам расчета плиты перекрытия, наибольшие изгибающие моменты возникают в центре плиты и в зонах опирания колонн и стен (рис. 3). А максимальное вертикальное перемещение в плите составляет 27 мм в консоли, что не превышает предельно допустимого значения 60 мм.

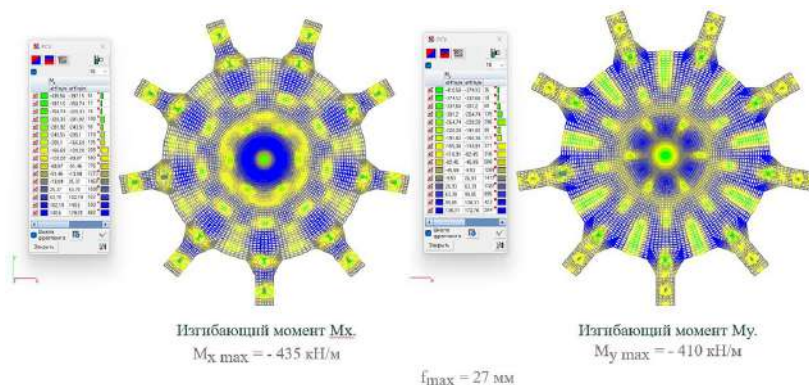


Рис. 3. Изгибающие моменты плиты перекрытия

По результатам расчета было принято следующее армирование плиты перекрытия: армирование нижней зоны – сетками 14  $\emptyset$  с шагом 200 мм с дополнительным устройством арматурных сеток усиления 14  $\emptyset$  между стержнями основного армирования; верхней зоны – сетками 16  $\emptyset$  с шагом 200 мм с дополнительным устройством арматурных сеток усиления сетками 28  $\emptyset$  и 25  $\emptyset$  с шагом 150 мм.

Согласно результатам расчета 3 типов оболочек, изгибающий момент у оболочек входной группы увеличивается к местам опирания (рис. 4). Изгибающий момент внешних оболочек максимален по оси X в опорной зоне и по оси Y в ребре.

Схема армирования оболочек принята по схеме армирования складчатых оболочек [4], где помимо основной сетки армирования, в ребре устраиваются конструктивные или рабочие (по надобности) стержни (рис. 5).

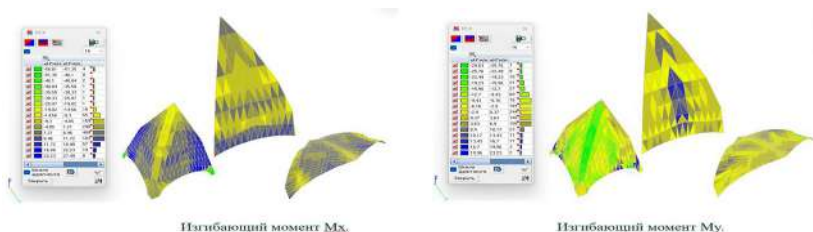


Рис. 4. Изгибающие моменты оболочек

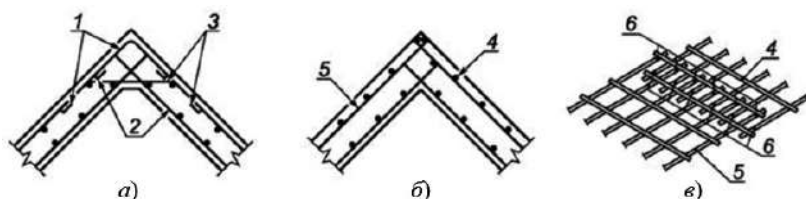


Рис. 5. Схема армирования складчатых оболочек:

- a* – отдельными стержнями; *б* – сварными сетками;  
*в* – положение сеток при сварке; 1 – верхние стержни;  
 2 – то же, ниже; 3 – армирование в вутах;  
 4 – поперечные стрежни пересекающихся сеток;  
 5 – то же, продольные; 6 – места точечной сварки

Для внутренних оболочек в верхней и нижней зоне принято армирование сетками 10  $\emptyset$  с шагом 200 мм. В ребре оболочки, опорной зоне и зоне примыкания кольца против продавливания принята сетка усиления 10  $\emptyset$  с шагом 200 мм.

Для внешних оболочек в верхней и нижней зоне принято армирование сетками 12  $\emptyset$  с шагом 200 мм с дополнительным устройством арматурных стержней усиления в зоне проема сетками 18  $\emptyset$  с шагом 200 мм, в ребре сетками 14  $\emptyset$  с шагом 200 мм.

Для оболочек входной группы в нижней зоне принято армирование сетками 10  $\emptyset$  с шагом 200 мм (рис. 6). В верхней зоне принято армирование сетками 12  $\emptyset$  с шагом 200 мм с дополнительным устройством арматурных сеток усиления в зоне проема сетками 18  $\emptyset$  с шагом 200 мм.

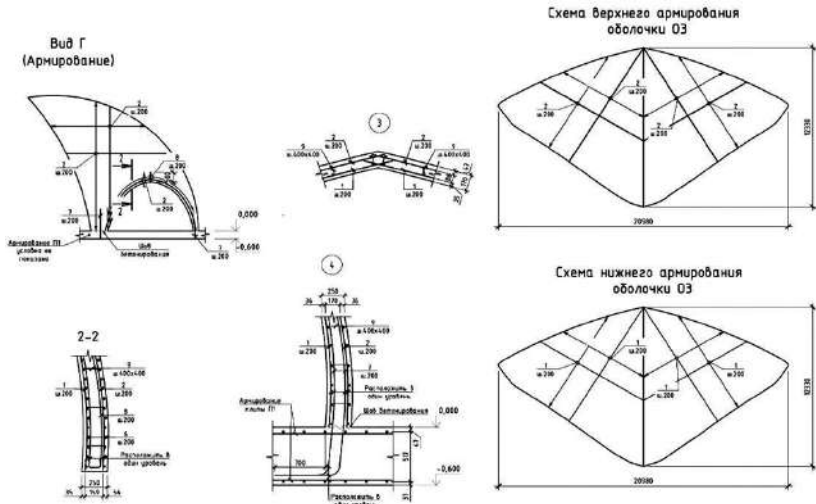


Рис. 6. Армирование оболочек входной группы

По результатам расчета колонн получено распределение усилий, согласно которому усилие сжатие колонн составляет 400 т (рис. 7).

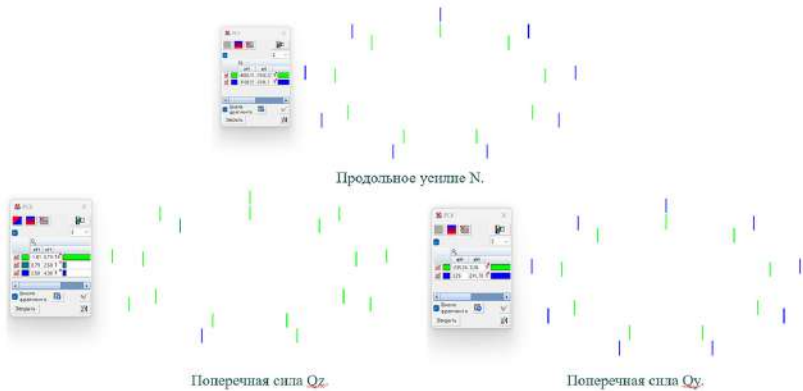


Рис. 7. Внутренние усилия колонн

Для колонн принято армирование продольной арматурой стержнями 22 Ø по углам и 16 Ø по торцам колонны. В качестве поперечной арматуры принимаем хомуты минимального диаметра Ø6A240 с шагом 400 мм и шпильки Ø6A240 с шагом 400 мм.

Пространственный каркас поделен на 5 марок. Согласно результатам расчета 5 типов балок, изгибающий момент увеличивается к местам опирания балок (рис. 8).

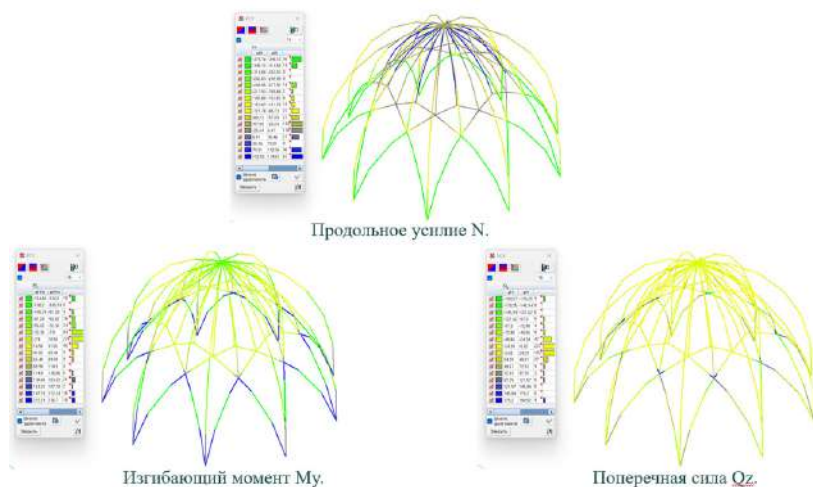


Рис. 8. Внутренние усилия криволинейных балок

Для каждой балки принято переменное несимметричное армирование продольными стержнями арматуры класса A500 и поперечной арматурой в виде хомутов Ø8A240 с шагом 200 мм (таблица).

Принятое продольное армирование балок

Мар- ка	Общая длина, м	1 участок		2 участок		3 участок		4 участок		5 участок	
		Верх. арм-е	Ниж. арм-е	Верх. арм-е	Ниж. арм-е	Верх. арм-е	Ниж. арм-е	Верх. арм-е	Ниж. арм-е	Верх. арм-е	Верх. арм-е
Б1	33,64	2Ø14	2Ø25	2Ø14	2Ø14	2Ø18	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø25	2Ø14
Б2	24,29	2Ø14	2Ø32	2Ø32	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø32	2Ø14	2Ø14
Б3	17,11	2Ø12	2Ø16	2Ø12	2Ø12	2Ø16	2Ø12	–	–	–	–
Б4	12,25	2Ø12	2Ø12	2Ø22	2Ø12	–	–	–	–	–	–
Б5	13,32	2Ø12	2Ø12	2Ø22	2Ø12	–	–	–	–	–	–

### Литература

1. Er Mohammed Sahil, Prafull Kothari Case Study on Architecture of Lotus Temple // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2020. Vol. 9. Issue 05. P. 1355–1360. URL: <https://www.ijert.org/research/case-study-on-architecture-of-lotus-temple-IJERTV9IS050907.pdf> (accessed on: 17.10.2024).
2. Naharoy S. Architectural Blossoming of the Lotus. URL: [https://bahai-library.com/naharoy\\_architectural\\_blossoming\\_lotus](https://bahai-library.com/naharoy_architectural_blossoming_lotus) (accessed on: 17.10.2024).
3. СП20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. М., 2011. 80 с. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d42/СП20.13330.2011%20Нагрузки%20и%20воздействия.pdf> (дата обращения: 17.10.2024).
4. СП387.1325800.2018. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Правила проектирования. М., 2018. 172 с. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/9ea/SP-387.pdf> (дата обращения: 17.10.2024).

**УДК 624.012.45**

*Олег Александрович Яцковец,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: yaczkovecz@bk.ru*

*Oleg Alexandrovich Yatskovets,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: yaczkovecz@bk.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИЗГИБАЕМЫХ СТАЛЕФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО НОРМАЛЬНЫМ СЕЧЕНИЯМ**

### **FEATURES OF CALCULATION BASED ON A NONLINEAR DEFORMATION MODEL OF BENT STEELFIBROREINFORCED CONCRETE ELEMENTS IN NORMAL SECTIONS**

В современных условиях в строительстве все чаще применяют крайне перспективный строительный материал – сталефиброжелезобетон. Применение фибрового армирования в железобетонных элементах конструкций позволяет компенсировать один из главных недостатков бетона – его низкую прочность на растяжение. Это делает целесообразным учет в расчётах растянутой зоны фибробетона при прямом изгибе, что позволяет уменьшать объемы требуемого армирования стальной арматурой этих элементов, уменьшает стоимость конструкций. Одним из способов расчёта элементов из данного материала по нормальным сечениям при прямом изгибе является нелинейная деформационная модель. Именно поэтому предметом данного исследования была выбрана методика расчета по нелинейной деформационной модели изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов по нормальным сечениям.

*Ключевые слова:* изгиб, сталефиброжелезобетонные конструкции, нелинейная деформационная модель, расчёт конструкций, нормальное сечение.

In modern conditions, an extremely promising building material, steel fiber reinforced concrete, is increasingly used in construction. The use of fiber reinforcement in reinforced concrete structural elements makes it possible to compensate for one of the main disadvantages of concrete – its low tensile strength. This makes it advisable to take into account the stretched zone of fiber concrete in calculations with elbow bend, which allows to reduce the volume of required reinforcement with steel reinforcement of these elements, reduces the cost of structures. One of the ways to calculate elements



from this material using normal cross sections in elbow bend is a nonlinear deformation model. That is why a calculation method based on a nonlinear deformation model of bent steel fiber reinforced concrete elements with normal cross sections was chosen as the subject of this study.

*Keywords:* bending, steel fiber reinforced concrete structures, nonlinear deformation model, calculation of structures, normal cross section.

С увеличением объёмов использования сталефиброжелезобетона при строительстве зданий и сооружений расчётчикам при проектировании всё чаще необходимо решать задачи изгиба элементов конструкций из данного материала, что делает тему исследования исключительно актуальной. Это подтверждается наличием множества работ по данному вопросу [1, 2, 3].

Использование нелинейной деформационной модели при проектировании подобных конструкций позволяет рассчитывать сложное напряжённо–деформированное состояние сечений любого очертания с произвольным армированием. Применение в данном методе диаграмм  $\sigma - \epsilon$  даёт возможность рассматривать материалы с различными характеристиками, в том числе полученными экспериментальным способом. Однако, для реализации данного метода необходимо заранее знать прикладываемую нагрузку, т.е. невозможно точно определить несущую способность элемента. Также недостатком является то, что напряжения и деформации определяются для центров элементов разбиения, из-за чего невозможно определить напряжение на боковых поверхностях. Однако, при достаточно небольшом шаге разбиения это становится не так существенно. Также не учитывается деформация формы элементов разбиения после приложения нагрузок.

Алгоритм работы программы при изгибе следующий:

1. Задание исходных данных:

- геометрических характеристик сечения:
  - форма и линейные размеры сечения;
  - площадь сечения;
  - габариты сечения по направлению координатных осей;
- требуемая точность расчёта, % (отношение разницы внешнего и внутреннего изгибающих моментов к внешнему изгибающему моменту);

- допускаемое количество итераций;
- характеристика арматурных стержней:
  - количество арматурных стержней;
  - площадь арматурных стержней;
  - координаты центров тяжести арматурных стержней в сечении;
- нагрузка на сечение (изгибающий момент  $M_x$ );
- характеристика используемых материалов (класс бетона, класс арматуры, диаграммы состояния бетона и арматуры);

2. Определение центра системы координат (для удобства, лучше принять центр тяжести сечения), разбиение сечения на элементарные площадки, вычисление площади и координат центров тяжести элементарных площадок. Определение координат центров тяжести арматурных стержней в заданной системе координат;

3. Предварительное назначение коэффициентов упругости фибробетона  $v_{fb}$  каждой элементарной площадки, каждого арматурного стержня  $v_{sj}$  и значений кривизн продольной оси в рассматриваемом поперечном сечении элемента в плоскости действия изгибающего

момента  $M_x \rho_x = \frac{1}{r_x}$ , относительной деформации волокна, располо-

женного на пересечении выбранных осей заведомо большими предполагаемых значений этих величин на первой итерации (принимаются равными 1);

4. Алгоритм итерационного вычисления представлен на рис. 1:

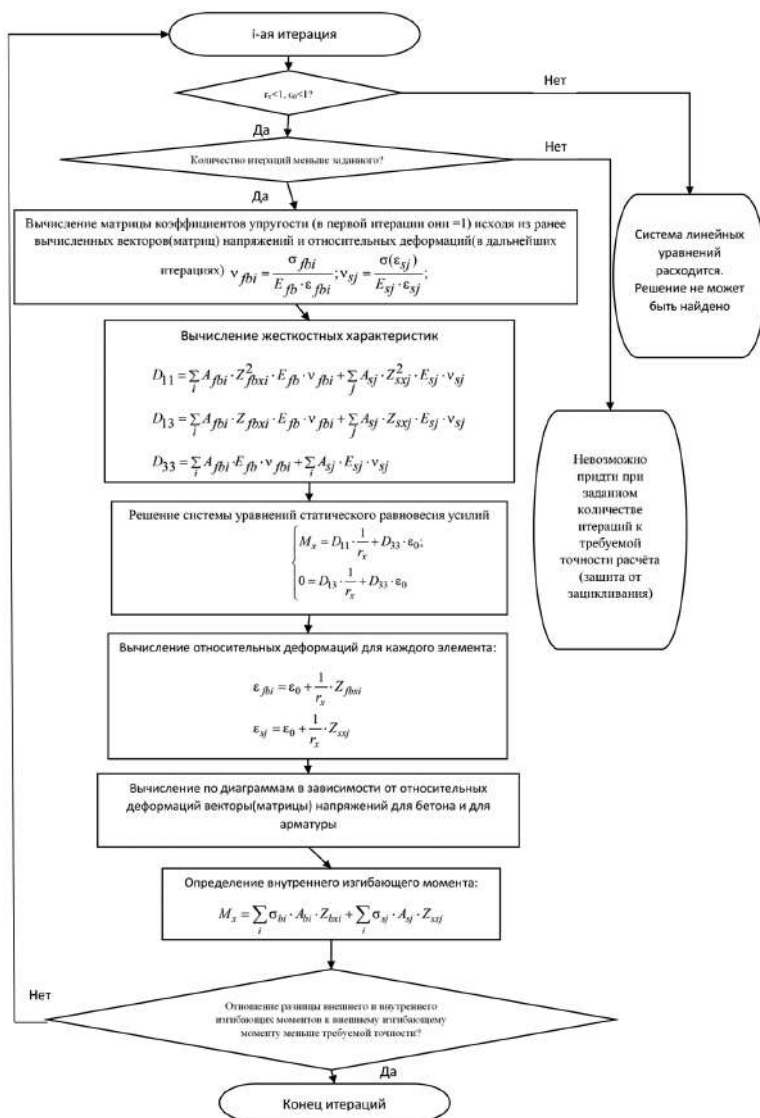


Рис. 1. Алгоритм итерационного вычисления

## 5. Проверка условия прочности нормального сечения:

$$\begin{aligned} |\varepsilon_{fb,max}| &\leq \varepsilon_{fb,ult} \\ |\varepsilon_{s,max}| &\leq \varepsilon_{s,ult} \end{aligned},$$

где,  $\varepsilon_{fb,max}$  – относительная деформация наиболее сжатого/растянутого волокна бетона в нормальном сечении элемента от действия внешней нагрузки;  $\varepsilon_{s,max}$  – относительная деформация наиболее растянутого стержня арматуры в нормальном сечении элемента от действия внешней нагрузки;  $\varepsilon_{fb,ult}$  – предельное значение относительной деформации бетона при сжатии/растяжении;  $\varepsilon_{s,ult}$  – предельное значение относительной деформации удлинения арматуры;

## 6. Вывод результатов расчёта $\varepsilon_{fb}$ , МПа.

На сегодняшний день написана модификация для программы «Расчет произвольных ж/б нормальных сечений по нелинейной деформационной модели» в среде MS Excel, позволяющая рассчитывать сталефибробетонные элементы с комбинированным армированием по нормальным сечениям. Рассмотрим пример её работы, представленный на рис. 2 и рис. 3, для сталефибробетонного сечения 200×400 мм, с арматурой 2d12.

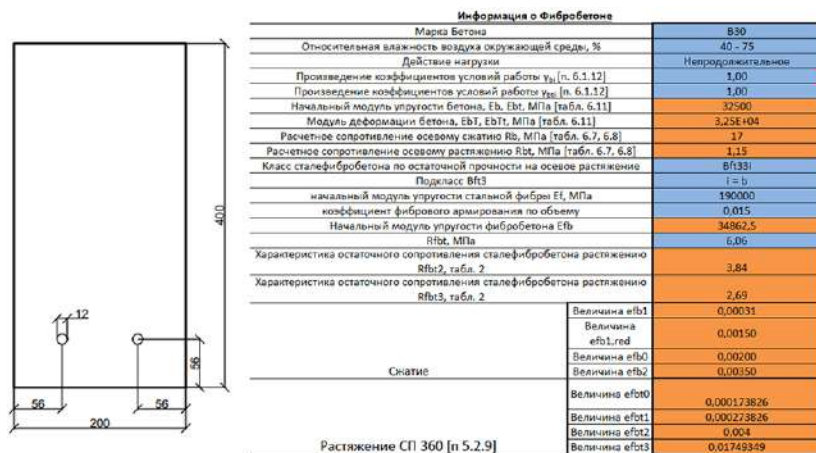


Рис. 2. Задание исходных данных в модификации программы

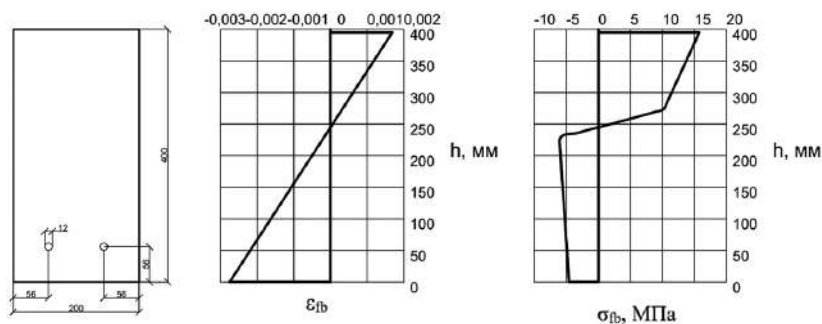


Рис. 3. Результаты работы программы

Для сравнения, на рис. 4 представлены результаты, полученные другим методом – они полностью совпадают с работой программы.

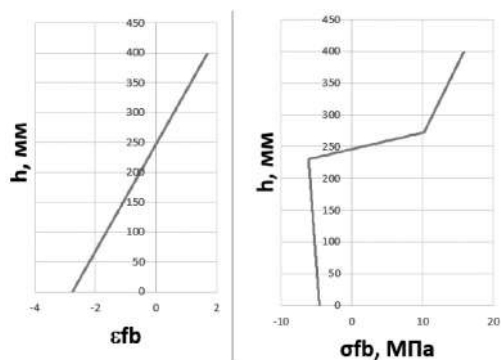


Рис. 4. Результаты для сравнения

Таким образом, на базе MS Excel был разработан алгоритм, который позволяет рассчитывать напряженно-деформированное состояние сечений сталефиброжелезобетонных элементов по нормальным сечениям.

### Литература

1. Дудина И. В., Меньщикова Н. С. Основные положения нелинейно-деформационной модели напряженно-деформированного состояния железобетонных балок со смешанным армированием // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 1(1). С. 90–94.
2. Шевченко А. В., Давидюк А. А., Баглаев Н. Н. Метод итераций для расчета железобетонных элементов на основе нелинейной деформационной // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 3. С. 13–18.
3. Манаенков И. К. К расчету железобетонных элементов по нелинейной деформационной модели // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 5(383). С. 238–242.

**УДК 004.9**

*Ксения Александровна Карен,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: kseniakaren@yandex.ru*

*Ksenia Alexandrovna Karen,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: kseniakaren@yandex.ru*

**МЕТОДИКА ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕСТАВРАЦИИ ОБЪЕКТОВ  
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ**

**THE TECHNIQUE OF LASER SCANNING  
IN THE ORGANIZATION OF RESTORATION  
OF CULTURAL HERITAGE SITES**

Работы по лазерному сканированию являются неотъемлемой частью научных исследований, предшествующих проектным работам по сохранению и реставрации объектов культурного наследия. Объекты исторического наследия являются уникальными, поэтому применение стандартной методики трехмерного сканирования без учета особенностей ОКН снижает производительность исследовательских работ и влияет на степень точности и надежности полученных результатов. В данной статье рассмотрен детальный процесс планирования работ по лазерному сканированию объектов культурного наследия. Определен общий порядок организации работ и выделены основные этапы. Для каждого этапа приведена подробная характеристика и определен перечень мероприятий, учитывающих специфику работы на памятниках истории и культуры.

*Ключевые слова:* сохранение объектов культурного наследия, лазерное сканирование, реставрация, организация выполнения работ, архитектурное обследование.

Laser scanning works are an integral part of scientific research preceding design work on the preservation and restoration of cultural heritage sites. Objects of historical heritage are unique, therefore, the use of a standard 3D scanning technique without taking into account the peculiarities of OKH reduces the productivity of research work and affects the degree of accuracy and reliability of the results obtained. This article discusses the detailed planning process for laser scanning of cultural heritage sites. A general procedure for organizing work has been determined and the main stages have been outlined. For each stage, a detailed description is given and a list of measures is determined that take into account the specifics of work on historical and cultural monuments.

*Keywords:* preservation of cultural heritage sites, laser scanning, restoration, organization of work, architectural survey.

Работы по сохранению и реставрации объектов культурного наследия (ОКН) на этапе исследований включают в себя документирование существующего состояния и решений с помощью высокоточной технологии лазерного сканирования. Применение 3D-сканирования при изучении памятников истории и культуры получило широкое распространение благодаря высокой скорости проведения архитектурного обследования и достоверности результатов, однако в современной практике отмечается снижение потенциала трехмерной съемки из-за недостаточного учета особенностей организации работ [1]. Определение оптимальной стратегии и организации работ по лазерному сканированию позволяет снизить риск возникновения ошибок и пропусков, снижает трудовые и временные затраты на проведение исследования, повышает качество получаемых данных и упрощает процесс взаимодействия между различными специалистами.

Целью данной работы является формирование структурированного плана, описывающего этапы работ по лазерному сканированию объектов культурного наследия и учитывающего особенности их организации.

Этапы лазерного сканирования объектов культурного наследия включают в себя:

### **1. Предварительные работы**

Первоначальным этапом работ по лазерному сканированию является определение целей и задач документирования объекта. В соответствии с Федеральным законом от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» любой метод сохранения ОКН (консервация, ремонт, реставрация, приспособление для современного использования) включает в себя работы по фиксации текущего состояния и облика объекта, изучение ключевых характеристик объекта, составляющих его историческую и культурную значимость. В зависимости от предполагаемых мероприятий по сохранению ОКН определяет-



ся область применения полученных данных. В случае консервации ОКН результат сканирования представляет архивную документацию, устанавливающую состояние объекта на определенный момент времени и служащую основой для проведения мониторинга состояния в будущем. При реставрации, ремонте и приспособлении облако точек используется в качестве основы для проектирования, планирования и визуализации реализации работ.

На этапе предварительных работ производят сбор информации об объекте, включающий анализ архивных и исторических материалов, обмерных чертежей, особенностей объекта, составляющих предмет охраны, и определяют объемы сканирования. В рамках предварительного этапа формируют техническое задание, содержащее требования к результату сканирования, включая требования к точности, цветовым характеристикам. Особое внимание уделяют требованиям фиксации предметов охраны, которыми могут служить как объемно – планировочные решения, конструктивные решения, архитектурные особенности объектов, что определяет объем и бюджет выполняемых работ.

## **2. Планирование**

На этапе планирования производится выбор необходимого оборудования и уточняются условия проведения лазерного сканирования.

Перед началом сканирования исходя из требований, определённых на первом этапе и указанных в техническом задании, определяются характеристики сканирующего устройства: точность измерений, дальность действия, угол обзора по вертикали и горизонтали, скорость сканирования, возможности визуализации. Эффективность сканирования также зависит от соблюдения температурного режима работы, указанного производителем, поэтому на этапе планирования необходимо учитывать погодные и климатические условия проведения работ и определять необходимость дополнительных мероприятий, в том числе использования дополнительного оборудования, для обеспечения исправной работы сканера. Большинство сканирующих устройств работают при положительных температурах, но для получения высокоточных данных при сканировании в условиях отрицательных температур требуется:

- уменьшать время работы сканера и производить своевременную смену аккумулятора;
- контролировать внутреннюю температуру прибора;
- не допускать резкого перепада температур;
- использовать дополнительное оборудование, например, чехлы с подогревом.

На основании характеристик выбранного устройства составляется план или схема сканирования, определяющая количество и расположение точек установки сканера. Критерием выбора местоположения позиций сканирования внутри и снаружи здания выступает полнота охвата постройки с различных ракурсов, определяемая визуально или опытным путем [2], а также возможные области перекрытия и дальность сканирования.

После или во время разработки схемы определяются параметры разрешения, качества и цвета сканирования для каждой отдельной зоны, при этом для зон, характеризующимся наличием ценных и охраняемых элементов, архитектурного декора, выбираются повышенные показатели качества и разрешения, увеличивающие общее время проведения съемки [3]. Схема сканирования с определенными зонами разной детализации и качества позволяет точнее рассчитать общий срок проведения съемки.

### **3. Подготовка объекта**

Подготовка объекта к сканированию начинается с визуального осмотра с целью оценки состояния и определения возможности доступа ко всем необходимым зонам. Одновременно устанавливаются области, где необходимо использовать дополнительные устройства – выносные опоры и триподы, для повышения полноты и точности трехмерной модели объекта. На данном этапе также предусматривается устранение перекрывающих артефактов, таких как обвалов, мусора, изделий мебели и устройство необходимого уровня освещения. При оценке условий освещенности также необходимо учитывать наличие отражающих поверхностей, вызывающих пробелы и искажения в облаках точек, и принимать меры предосторожности, например, использовать антибликовые и матирующие спреи [4].

Дополнительно для обеспечения безопасности специалиста по сканированию производят ограждение участков, где расположены разрушенные и неустойчивые конструкции.

Завершающим этапом подготовки объекта является установка мишеней и создание геодезической опорной сети для привязки будущих сканов к системе координат. Мишени представляют собой небольшие круглые наклейки или магниты со светоотражающим центром и черным краем.

#### **4. Проведение сканирования**

Процесс сканирования начинается установки штатива в первую точку согласно разработанной схеме сканирования, при этом в ветреную погоду для обеспечения устойчивости штатива дополнительно используют груз или жестко заземляют ножки штатива. Сканер закрепляется на штативе, затем в него устанавливают карту памяти с емкостью, соответствующей объему предстоящего сканирования, и выполняют настройку начальных параметров – выбирают язык, устанавливают единицы измерения длины и температуры и вводят сведения о сканере.

Сканирование в первой точке начинают с настройки параметров и диапазона сканирования для данной области. В качестве настроек назначают разрешение и качество изображения, размер сканируемой области в виде количества точек по вертикали и горизонтали, расстояние между точками. Диапазон сканирования задается углами области по вертикали и горизонтали. После запуска сканирующего устройства важно следить за устойчивостью штатива, а также отсутствием преград прямого обзора. После завершения сканирования на данной точке проверяют целостность записанных данных, а затем перемещают сканер на следующую позицию и повторяют процесс сканирования.

В процессе сканирования объектов культурного наследия также рекомендуется проведение дополнительной фотофиксации или ручных обмеров архитектурно-выразительных деталей и элементов, требующих большой точности обмерных работ.

## **5. Обработка данных и анализ модели**

Данный этап включает выравнивание и сшивку сканов, удаление шумов и создание окончательной трехмерной модели. Сшивка может производиться по характерным точкам объекта, специальным маркам-мишеням, а также по координатам соответствующих марок, полученным в ходе тахеометрической съемки [5]. Сведение сканов производится в специальном программном обеспечении, многие ведущие производители оборудования – Leica, FARO, Riegel, Trimble – предоставляют специальные программные комплексы совместно с лазерными сканерами, чем заметно ускоряют камеральные работы. Автоматическая сшивка данных в таком ПО позволяет не только оперативно производить объединение данных, но строить поверхности и сечения, автоматически удалять шумы и распознавать формы и объекты.

Важной задачей при изучении объектов культурного наследия является определение цветовых решений элементов, деталей, фасадов и интерьеров, поэтому при необходимости на данном этапе также производят наложение на облако точек фотографических текстур.

Работы по выявлению коллизий и устранению ошибок также включают в себя прореживание облака точек – исключение избыточных точек без потери ключевой информации. Метод и характеристики прореживания определяются исходя из сложности сканируемого объекта, в том числе наличия выразительных архитектурных элементов, а также настроек и параметров, выбранных на полевом этапе работ [3].

## **6. Архивирование**

Результатом работ по лазерному сканированию является модель изучаемого объекта, которая состоит из большого количества точек, распределенных в трехмерном пространстве. Поскольку каждое облако точек содержит координаты нескольких миллиардов точек, размеры файлов довольно велики [6], например, суммарный размер трехмерных моделей корпусов Николаевского кавалерийского училища до обработки составляет 188 гигабайт, Дачи принца П. Г. Ольденбургского – 35 гигабайт.

Большие объемы файлов затрудняют их передачу и долгосрочное хранение, в связи с чем на завершающем этапе необходимо проводить оптимизацию окончательной модели. Алгоритмы сжатия облаков точек используются для уменьшения размера файла, сохраняя при этом максимально возможное количество информации, но в программном обеспечении они еще не реализованы. Оптимальным решением для объектов культурного наследия является архивирование отдельных облаков точек с элементами или участками, к которым предъявляются повышенные требования точности, и отдельного общего прореженного облака точек для реализации общих проектных решений.

Таким образом, общую последовательность работ по лазерному сканированию объектов культурного наследия можно представить схемой на рисунке внизу, при этом каждый этап работ имеет свои цели и результат, описанные далее в таблице.



Последовательность лазерного сканирования ОКН

Работа выполнена в рамках темы научно-исследовательской работы номер 20С24 при финансовой поддержке гранта СПбГАСУ.

Характеристика этапов работ по лазерному сканированию ОКН

Наименование этапа	Содержание	Результат
Предварительные работы	<p>Определение целей и задач</p> <p>Определение особенностей объекта</p> <p>Определение объема работ</p>	Формирование технического задания и бюджета
Планирование	<p>Выбор лазерного сканера</p> <p>Определение условий проведения работ</p> <p>Формирование схемы сканирования</p> <p>Определение срока производства работ по сканированию</p>	Формирование схемы сканирования, определение продолжительности работ по сканированию
Подготовка объекта	<p>Обеспечение доступа</p> <p>Обеспечение условий сканирования</p> <p>Установка координационных мишеней</p> <p>Создание геодезической основы</p>	Формирование площадки проведения работ
Проведение сканирования	<p>Настройка сканирующего устройства</p> <p>Сканирование объекта</p>	Получение первичных данных лазерного сканирования
Обработка данных и анализ модели	<p>Объединение сканов в единое облако</p> <p>Удаление шумов</p> <p>Определение оптимальной плотности точек</p>	Формирование трехмерной модели объекта
Архивирование	<p>Определение количества облаков точек</p> <p>Сохранение необходимого количества файлов</p>	Формирование системы хранения файлов

### Литература

1. *Бовтеев С. В., Карен К. А.* Оценка эффективности применения лазерного сканирования при организации реставрационных работ на объектах культурного наследия // *Инновации и инвестиции*. 2024. № 9. С. 590–593.
2. *Майничева А. Ю., Груздева Е. А., Орлова Е. Ю.* Методика обмеров зданий методом лазерного сканирования (на примере двух объектов культурного наследия Новосибирской области) // *Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение*. 2023. № 51. С. 258–269. DOI: 10.17223/22220836/51/22.
3. *Гиля Л. В., Трофимов Г. П.* Обследование памятников архитектуры с использованием современных технологий трёхмерного сканирования // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2022. Т. 24. № 6. С. 35–43. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-6-35-43.
4. Подготовка объекта к 3D-сканированию. URL: <https://3dproscan.ru/podgotovka-obekta-k-3d-skanirovaniyu/> (дата обращения: 07.10.2024).
5. *Солтагиреев Т. Б.* Цифровые технологии в сфере сохранения объекта культурного наследия «Башенные комплексы Чечни». Практика и перспективы // *Сборник тезисов, посвященный итогам конференции в рамках Всероссийского съезда реставраторов, состоявшейся 22.11.2022 г. КГИОП. СПб. : Папирус, 2023. С. 53–55.*
6. *Лапыгин А. А.* Современные технологии захвата реальности для сохранения объектов культурного наследия. Лазерное сканирование, фотограмметрия, трехмерное цифровое информационное моделирование // *Сборник тезисов, посвященный итогам конференции в рамках Всероссийского съезда реставраторов, состоявшейся 22.11.2022 г. КГИОП. СПб. : Папирус, 2023. С. 36–39.*

**УДК 693**

*Ольга Анатольевна Попова,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: ol.popova@yandex.ru*

*Olga Anatolyevna Popova,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: ol.popova@yandex.ru*

**ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ  
СРОКОВ ЖИЛОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ  
СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**EVALUATION OF THE APPLICATION OF RESIDENTIAL  
CONSTRUCTION TIME CONTROL METHODS BASED  
ON MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES**

В данной статье исследуются современные методы контроля сроков строительства жилой недвижимости на основе цифровых технологий, а именно календарного планирования. Обосновывается актуальность применения цифровых технологий в контроле строительства и приводится оценка основных методов контроля сроков, таких как метод «0-100», «50/50» и метода «контроль по шагам» с применением календарного планирования. Вследствие делается вывод о наилучшем, более гибком методе контроля сроков строительных работ. Также в статье говорится о критериях по контролю хода строительства и об основных методах календарного планирования, методе PERT и методе критического пути (CPM).

*Ключевые слова:* контроль сроков, методы контроля, строительство, календарное планирование, цифровые технологии.

This article examines modern methods of monitoring the timing of residential real estate construction based on digital technologies, namely, scheduling. It substantiates the relevance of using digital technologies in construction control and provides an assessment of the main methods of monitoring the timing, such as the “0-100” method, “50/50” and the “step-by-step” method using scheduling. As a result, a conclusion is made about the best, more flexible method of monitoring the timing of construction work. The article also discusses the criteria for monitoring the progress of construction and the main methods of scheduling, the PERT method and the critical path method (CPM).

*Keywords:* time control, control methods, construction, scheduling, digital technologies.



Современное строительство становится более сложным и масштабным, поэтому контроль сроков строительства имеет важную роль в процессе строительства. Увеличение объемов строительства, возрастающие требования к качеству и срокам реализации проектов, а также непредсказуемые внешние факторы создают необходимость в эффективных методах управления проектами. Для более эффективного управления строительством необходимы инструменты, позволяющие регулировать все нюансы строительных работ, а именно вовремя устранять присущие строительству проблемы, чтобы не было срывов сроков строительства или перерасхода бюджета, что плохо повлияет на репутацию застройщика.

Цифровые технологии также не стоят на месте и с начала 2000-х годов стремительно развиваются в тематике управления сроками строительства. В связи с этим имеет значение внедрение цифровых технологий в современные методы контроля сроков строительства [1].

Методы контроля сроков строительства – это совокупность инструментов, техник и процессов, направленных на обеспечение своевременного завершения строительного проекта в соответствии с установленным графиком [2].

Основные методы контроля сроков строительства представлены на рис. 1.



Рис. 1. Основные методы контроля сроков строительства  
(Источник: составлено автором)

Метод простого контроля или так называемый метод «0/100» позволяет оценить прогресс контроля проекта в процентах либо 0 %, либо 100 %. Если задача начата или близится к завершению она будет 0 % до тех пор, пока она не завершится, на момент завершения задаче присваивается 100 % выполнение (см. рис. 2). Данный метод очень прост в применении, но для объективной оценки данный метод лучше использовать в совокупности с другими методами, например с методом «50/50».

Метод «процент завершения» или метод «50/50» имеет две ключевые точки «начало» и «окончание», таким образом деля каждую задачу на два этапа. Когда приходит дата начала задачи то ей присваивается 50 % выполнения и только после окончания добавляются оставшиеся 50 % (см. рис. 3). Метод «50/50» простой в понимании и управлении.

Однако для более эффективного контроля строительства необходимо данный метод использовать вместе с другими методами, поскольку «50/50» работает до тех пор, пока у нас не будет просрочен срок строительной работы, в этом случае будет мало времени на реагирование на возникшие проблемы со строительными работами [3].

Заключительным методом контроля сроков строительства является «контроль по шагам». Он более регулятивный в сравнении со своими предшественниками, так как у него процент завершения в интервале от 0 до 100 для каждой работы (см. рис. 4).

Строительство жилой недвижимости – это трудоемкий процесс, поэтому наиболее выигрышным вариантом будет использование метода контроля по шагам, потому что он позволяет своевременно выявить проблемы, связанные с задержками строительства и расставить приоритеты по дальнейшим работам, чтобы минимизировать задержки по срокам строительства или вовсе их предотвратить.

№ п/п	ВРЭС	Наименование работы	Начало	Окончание	Продолжительность	Оставшаяся длительность	% завершения по продолжительности	Сроки сдачи объектов в эксплуатацию					
								по плану до 01.04.2023 г.	по факту до 01.04.2023 г.	по плану до 01.04.2024 г.	по факту до 01.04.2024 г.	по плану до 01.04.2025 г.	по факту до 01.04.2025 г.
9	0	Метод «б-100» на примере строительства жилого дома	01.04.24	25.09.24	122 дней	72,66 дней	40%						
1	1	Подготовительные работы	01.04.24	07.06.24	45 дней	3,05 дней	93%						
2	1,1	Устройство временного ограждения	01.04.24	02.04.24	2 дней	0 дней	100%						
3	1,2	Вырубка деревьев и кустарников	03.04.24	08.04.24	4 дней	0 дней	100%						
4	1,3	Создание растительного слоя	09.04.24	15.04.24	5 дней	0 дней	100%						
5	1,4	Планировка территории	16.04.24	19.04.24	4 дней	0 дней	100%						
6	1,5	Испытания скважин	22.04.24	07.06.24	30 дней	0 дней	100%						
7	1,6	Устройство временных коммуникаций	22.04.24	26.04.24	5 дней	0 дней	100%						
8	1,7	Устройство временных дорог	02.05.24	08.05.24	5 дней	0 дней	100%						
9	1,8	Устройство ВНС	13.05.24	16.05.24	4 дней	4 дней	0%						
10	2	Нулевой цикл	10.06.24	25.09.24	77 дней	77 дней	0%						
11	2,1	Устройство шумового ограждения	10.06.24	13.06.24	3 дней	3 дней	0%						
12	2,2	Разработка котлована	14.06.24	01.08.24	35 дней	35 дней	0%						
13	2,3	Устройство сайтового фундамента	02.08.24	15.08.24	10 дней	10 дней	0%						
14	2,4	Устройство монолитных конструкций подвальной части	16.08.24	05.09.24	15 дней	15 дней	0%						
15	2,5	Гидроизоляция	06.09.24	12.09.24	5 дней	5 дней	0%						
16	2,6	Выдвигание шпунта	13.09.24	16.09.24	2 дней	2 дней	0%						
17	2,7	Обратная засыпка	17.09.24	20.09.24	4 дня	4 дня	0%						
18	2,8	Устройство башенного крана	23.09.24	25.09.24	3 дня	3 дня	0%						

Рис. 2. Метод простого контроля сроков строительства (*Источник: составлено автором*)

Ид.	WBS	Наименование работы	Начало	Окончание	Продолжительность	Осваиваемая длительность	% завершения по порядку деятельности	2022	Период 1 2023	Период 2 2023	Период 3 2024	Период 4 2024
0	0	Метод «50/50» на примере строительства жилого дома	01.04.24	25.09.24	122 дней	59,31 дней	52%	Метод «50/50» на примере строительства жилого дома				
1	1	Подготовительные работы	01.04.24	07.06.24	45 дней	16,78 дней	63%	Подготовительные работы				
2	1.1	Устройство временного ограждения	01.04.24	02.04.24	2 дней	0 дней	100%	Устройство временного ограждения				
3	1.2	Вырубка деревьев и кустарников	03.04.24	08.04.24	4 дней	0 дней	100%	Вырубка деревьев и кустарников				
4	1.3	Срезка растительного слоя	09.04.24	15.04.24	5 дней	0 дней	100%	Срезка растительного слоя				
5	1.4	Планировка территории	16.04.24	19.04.24	4 дней	0 дней	100%	Планировка территории				
6	1.5	Испытания свай	22.04.24	07.06.24	30 дней	15 дней	50%	Испытания свай				
7	1.6	Устройство временных коммуникаций	22.04.24	26.04.24	5 дней	2,5 дней	50%	Устройство временных коммуникаций				
8	1.7	Устройство временных дорог	02.05.24	08.05.24	5 дней	2,5 дней	50%	Устройство временных дорог				
9	1.8	Устройство ВЗС	13.05.24	16.05.24	4 дней	2 дней	50%	Устройство ВЗС				
10	2	Нулевой цикл	10.06.24	25.09.24	77 дней	43 дней	44%	Нулевой цикл				
11	2.1	Устройство шпунтового ограждения	10.06.24	13.06.24	3 дней	1,5 дней	50%	Устройство шпунтового ограждения				
12	2.2	Разработка котлована	14.06.24	01.08.24	35 дней	17,5 дней	50%	Разработка котлована				
13	2.3	Устройство свайного фундамента	02.08.24	15.08.24	10 дней	5 дней	50%	Устройство свайного фундамента				
14	2.4	Устройство монолитных конструкций подвальной части	16.08.24	05.09.24	15 дней	7,5 дней	50%	Устройство монолитных конструкций подвальной части				
15	2.5	Гидроизоляция	06.09.24	12.09.24	5 дней	2,5 дней	50%	Гидроизоляция				
16	2.6	Выдерживание шпунта	13.09.24	16.09.24	2 дней	2 дней	0%	Выдерживание шпунта				
17	2.7	Обратная засыпка	17.09.24	20.09.24	4 дней	4 дней	0%	Обратная засыпка				
18	2.8	Устройство башенного крана	23.09.24	25.09.24	3 дней	3 дней	0%	Устройство башенного крана				

Рис. 3. Метод процентного завершения «50/50» контроля сроков строительства (Источник: составлено автором)

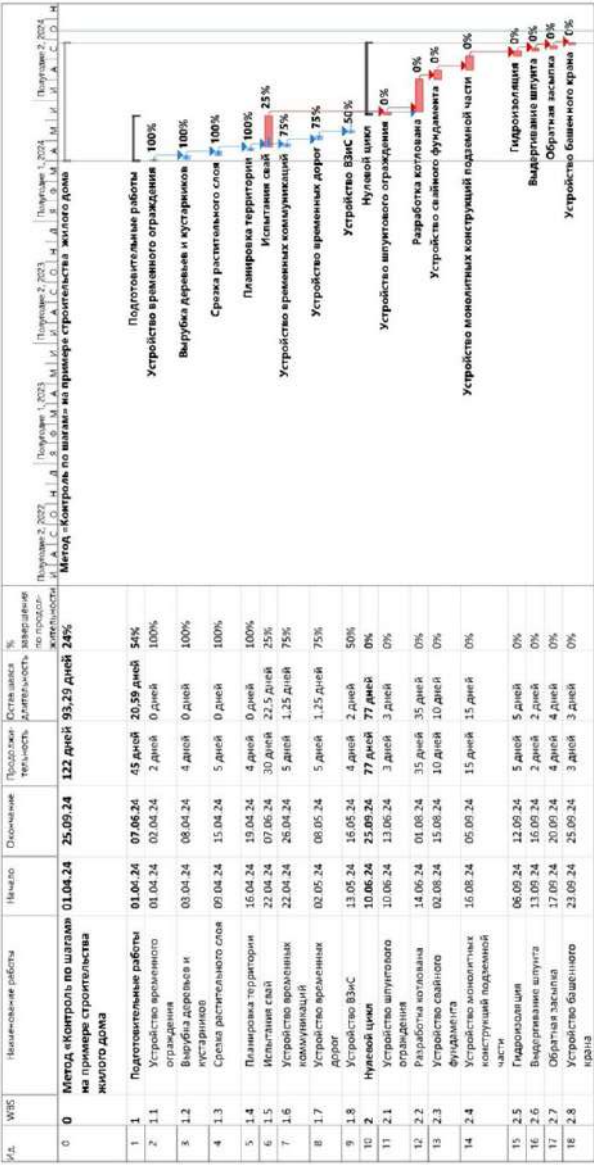


Рис. 4. Метод «контроль по шагам» контроля сроков строительства (Источник: составлено автором)

Все исследуемые методы можно применять как порознь, так и в совокупности. Наиболее результативным методом является «контроль по шагам» поскольку он показывает проценты завершения от 0 до 100, содержа в себе два предыдущих метода «0/100» и «50/50», только с более точными процентными показателями.

Ход выполнения строительства можно осуществлять с помощью трех критериев, указанных на рис. 5.



Рис. 5. Критерии выполнения строительных работ  
(Источник: составлено автором)

Все представленные критерии – это комплексный процесс, включающий в себя планирование календарного плана, мониторинг, управление им и его анализ [4].

Термины «календарное планирование» и «методы контроля сроков» тесно связаны, это обосновывается развитием технологий по управлению проектами. Отличие понятий только в выполняемой функции, календарное планирование – создание графика выполнения работ, а контроль сроков – его реализация и управление [5].

В строительстве используются следующие методы календарного планирования [6] (рис. 6):

#### Метод PERT

- Используется при высокой степени неопределенности, менее наглядный метод, дает возможность прогнозировать сроки выполнения задач.

#### Метод критического пути

- Визуально удобный метод календарного планирования, позволяет оперативно опередить задержку проекта, которая оказывает влияние на срок строительства всего объекта.

Рис. 6. Методы календарного планирования в строительстве

(Источник: составлено автором)

Календарное планирование является ценным инструментом для контроля сроков строительства жилых объектов. Однако, важно помнить, что оно не может гарантировать полное отсутствие непредвиденных обстоятельств и требует гибкости и способности адаптироваться к изменениям. Комбинирование календарного планирования с другими методами контроля сроков, такими как СРМ, PERT позволят достичь максимальной эффективности в управлении проектом и обеспечить его своевременное завершение [7].

В заключение, можно утверждать, что применение методов контроля сроков строительства является ключевым фактором успеха в современной строительной отрасли. Реализация строительного проекта зависит от комплексного подхода к его реализации, поэтому важно применять методы по контролю сроков строительства, а для большей визуализации и более быстрого реагирования на возникающие проблемы использовать календарное планирование. Непредсказуемые внешние факторы всегда могут внести коррективы в план. Поэтому ключевым моментом является гибкость и способность адаптироваться к изменениям.

Современные строительные компании должны осознавать необходимость внедрения эффективных методов контроля сроков строительства. Это позволит им увеличить конкурентоспособность, минимизировать риски и обеспечить своевременное и качественное

выполнение проектов. В этом заключается залог успеха в современной строительной отрасли.

Важно также отметить, что не существует универсального метода контроля сроков, оптимальный выбор зависит от специфики проекта, его масштабов и особенностей строительной компании. Однако внедрение любого метода позволит существенно улучшить управление проектом и повысить вероятность его успешной реализации.

Данная работа была выполнена в рамках гранта СПбГАСУ, шифр гранта – 34С24.

### Литература

1. Бовтеев С. В. Современные методы планирования и контроля инвестиционно-строительных проектов // Управление проектами: идеи, ценности, решения: Материалы I Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15–17 мая 2019 года. СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. С. 188–194.

2. Бовтеев С. В., Третьякова З. В. Оценка возможности и эффективности цифровой трансформации гибких методов управления строительными проектами // Инновации и инвестиции. 2024. № 9. С. 173–177.

3. Гайдо А. Н., Погода А. Г. Современные методы проведения строительного контроля // Инженерный вестник Дона. 2024. № 2(110). С. 491–505.

4. Болотин С. А., Аль-Жанаби М. А., Бохан Х. А. Прогнозирование окончания строительства на основе моделирования нелинейной зависимости от задержек отдельных работ // Вестник гражданских инженеров. 2022 № 2(91). С. 83–90.

5. Bolotin S. A., Bokhan Kh. A., Dadar A. K. H., Biche-Ool Kh. V. Optimized construction work scheduling in the context of integrated urban development // Real estate: economics, management. 2022. № 1. P. 49–57.

6. Bolotin S. A. Dadar A. K. H., Malsagov A. R. Creating probabilistic construction schedules in Microsoft Project // Real estate: economics, management. 2023. № 2. P. 45–49.

7. Попова О. А. Анализ методов контроля сроков строительства объектов жилой недвижимости на основе современных цифровых технологий // Сборник статей магистрантов и аспирантов строительного факультета: в 2-х т. / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. СПб. : СПбГАСУ, 2024. Т. 2. С. 64.



**УДК 65.658**

*Злата Владимировна Третьякова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: zlata.tretyakova.01@list.ru*

*Zlata Vladimirovna Tretyakova,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: zlata.tretyakova.01@list.ru*

## **ГИБКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

### **FLEXIBLE METHODS FOR CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT IN CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION**

В статье рассматривается применение гибких методов управления проектами и современных программных продуктов для организации и планирования строительных проектов. Обосновывается необходимость разделения процесса планирования на уровни, стратегический и оперативный, для более эффективного осуществления контроля, анализа и мониторинга строительных работ. Предлагается использование MS Project на уровне стратегического планирования как наиболее распространенного инструмента календарно-сетового планирования. Проводится сравнительный анализ программных продуктов для управления задачами на этапе оперативного планирования и выбор наиболее функциональных решений для строительной сферы. Делаются выводы об эффективности применения гибких методов Agile совместно с цифровыми инструментами для автоматизации планирования в рамках строительной деятельности.

*Ключевые слова:* гибкие методы, планирование, строительство, программные продукты, Agile, Scrum, Kanban, MS Project.

The article discusses the use of flexible project management methods and modern software products for organizing and planning construction projects. The necessity of dividing the planning process into levels, strategic and operational, for more effective control, analysis and monitoring of construction work is substantiated. The author proposes to use MS Project at the level of strategic planning as the most common tool for calendar and network planning. A comparative analysis of software products is carried out to manage tasks at the operational planning stage and the selection of the most functional solutions for the construction industry. Conclusions are drawn about the effectiveness of using flexible Agile methods in conjunction with digital tools to automate planning within construction activities.

*Keywords:* flexible methods, planning, construction, software products, Agile, Scrum, Kanban, MS Project.

В последнее время наблюдается растущий интерес к цифровым технологиям и программным продуктам для организации, планирования, контроля, отслеживания и управления строительными проектами. С каждым годом современные программные продукты совершенствуются, становятся все более доступными и функциональными, что позволяет оптимизировать работу в рамках строительных процессов [1].

В тоже время, в последнее десятилетие, появилась тенденция перехода от традиционных к гибким методам управления проектами в строительной отрасли. Изначально строительная сфера исторически придерживалась традиционного подхода, основанного на каскадной модели, где ключевыми факторами успешности проекта считались строгие временные рамки, бюджет и точность планирования на всех этапах. Однако с усложнением современных строительных процессов и растущей потребностью в гибкости и адаптивности, появилась необходимость в изменении подходов к управлению и планированию [2].

В ходе изучения методологической составляющей данного вопроса, были сделаны выводы о том, что так же, как и уровни управления, требуется делить и уровни планирования. Деление процесса планирования на уровни необходимо для того, чтобы обеспечить эффективное управление проектом, распределить ответственность между участниками команды и упростить контроль за выполнением задач. Это особенно важно в крупных и сложных проектах, таких как строительные, где множество процессов и ресурсов должны быть взаимосвязаны.

Так, процесс планирования можно подразделить на два уровня, стратегический и оперативный. На первом из них определяются глобальные цели, сроки, ключевые этапы и ресурсы проекта, данный уровень обычно контролируется руководителем проекта или высшим руководством.

На втором проектные задачи детализируются, формируются этапы, разбиваются на более мелкие задачи, которые могут быть делегированы различным командам или подрядчикам, на этом уровне исполнители занимаются выполнением конкретных задач и ежедневно

отслеживают прогресс, этот уровень является самым динамичным, где происходят изменения в зависимости от текущих обстоятельств [3].

Добиться эффективной реализации уровней планирования позволяют современные программные продукты, которые представляют собой централизованные платформы, позволяющие всем участникам проекта взаимодействовать между собой, управлять задачами, измерять и оценивать прогресс выполнения, контролировать сроки, управлять бюджетом, распределять ресурсы, предоставлять заинтересованным сторонам отчеты о состоянии проекта в режиме реального времени, выявлять проблемы и принимать обоснованные управленческие решения по их устранению, быстро реагировать на изменения и минимизировать риски [4].

Для реализации стратегического уровня планирования в строительной сфере широко используется MS Project, благодаря его возможностям детализированного планирования и контроля ресурсов.

MS Project позволяет планировать весь проект на длительный срок, создавая детализированные диаграммы Ганта. Это особенно важно в строительстве, где временные рамки, контрольные точки и зависимости между задачами должны быть четко определены. Кроме того, программа предоставляет возможность эффективно управлять ресурсами как трудовыми, так и материальными. В строительстве важно координировать поставки материалов и распределение ресурсов между различными задачами. MS Project позволяет контролировать этот процесс, связывая задачи с конкретными ресурсами и графиками их поставок. Руководитель проекта может управлять только ключевыми этапами или контрольными точками, обеспечивая контроль за их своевременным выполнением. Это уменьшает необходимость контролировать каждый шаг команды и создает определенную гибкость. В строительстве часто встречаются зависимости между различными этапами, которые нужно учесть в процессе работы. MS Project помогает управлять этими связями, путем выставления ограничений (например, одна задача не может начаться, пока не завершена другая) [5].

На этапе оперативного планирования требуется использование других инструментов, своего рода «задачников» с простой и наглядной системой управления задачами, которая помогает поддерживать

ежедневную работу на уровне исполнителей и позволяет использовать гибкие методы в процессе работы [6]. В настоящее время существует широкий спектр инструментов, представленных на рынке зарубежного и отечественного программного обеспечения, которые поддерживают свою работу в рамках гибких методологий. Одними из наиболее популярных зарубежных программных продуктов являются:

**1. Jira**, представляет собой одну из популярных платформ для управления проектами, особенно в IT-сфере. Разработанная американско-австралийской компанией-разработчиком программного обеспечения Atlassian Corporation, она позволяет легко внедрять методологию Scrum и Kanban. Инструмент поддерживает планирование спринтов, управление бэклогом, созданием пользовательских задач, отслеживание времени и отчётов по прогрессу проекта.

**2. Trello**, также, как и Jira является одной из наиболее распространенных платформ по управлению проектами, которая представляет собой простой и интуитивно понятный инструмент, работающий по принципу Kanban-досок. Каждая доска представляет собой отдельный проект, а задачи распределяются по колонкам, что позволяет визуально отслеживать прогресс выполнения задач по проекту.

**3. Asana** представляет собой универсальную систему управления проектами, которая позволяет организовать работу с гибкими методологиями, такими как Kanban и Scrum, используя визуальные инструменты для управления задачами и проектами, а также дает возможность создавать подзадачи и зависимости между ними. Поддерживает несколько видов представления, таких как списки, календарь и доски.

**4. Monday.com** – это гибкая платформа, подходящая для Agile-проектов и использования различных методологий. Она предоставляет интуитивный интерфейс для визуализации задач и отслеживания прогресса. Включает множество шаблонов для организации работы, визуальные доски и таблицы для управления задачами и возможности автоматизации рабочих процессов.

**5. VersionOne** – инструмент, специально разработанный для работы с методологиями Agile. Он поддерживает Scrum, Kanban, XP и SAFe, и предлагает функционал для планирования, отслеживания и выполнения задач. Дает возможность управлять программами

и портфелями проектов, использует инструменты для анализа метрик и визуализации прогресса, позволяет выводить отчеты по ходу выполнения проекта.

**6. ClickUp** является платформой, которая адаптируется под разные методологии управления проектами, включая Scrum и Kanban. Она поддерживает Scrum-доски, диаграммы Ганта, календари и другие инструменты для управления задачами. Платформа позволяет визуализировать ход выполнения задач и предоставлять отчеты по производительности.

Рассмотренные программные продукты позволяют эффективно внедрять гибкие методологии управления проектами, обеспечивая высокую степень прозрачности и гибкости в процессе разработки и реализации проектов. Выбор инструмента зависит от типа реализуемого проекта и размеров компании. В табл. 1 представлена сравнительная характеристика каждого из описанных зарубежных продуктов для реализации Agile в рамках оперативного уровня планирования.

Исходя из данных таблицы, можно сделать выводы о том, что такие программные продукты как Jira и VersionOne лучшие всего использовать для крупных компаний и команд, работающих по масштабируемым Agile методологиям. Такие программы, как Trello, Asana, ClickUp и Monday.com наиболее удобны для малых и средних компаний, предоставляют простой интерфейс для гибкого управления проектами. Проведя исследование об использовании зарубежных программных продуктов, мы получили данные, из которых следует, что наиболее популярными инструментами, которые используются для управления задачами, являются Trello (32 %) и Jira (29 %), что делает их ведущими решениями для управления проектами по Agile (рис. 1).

Таблица 1

## Сравнительная характеристика зарубежных программных продуктов

Продукт	Особенности	Интеграции	Подходит для компаний
Jira	Гибкость настройки рабочих процессов, мощная аналитика	Confluence, Bitbucket, GitHub, Slack, API	Малые, средние, крупные
Trello	Простой интерфейс, визуальные доски	Google Drive, Slack, GitHub, API	Малые, средние
Asana	Фокус на управление задачами, коллаборация в реальном времени	Google Drive, Slack, Microsoft Teams, API	Малые, средние, крупные
Monday.com	Удобная визуализация проектов, гибкие рабочие процессы	Slack, Google Drive, Trello, API	Малые, средние, крупные
ClickUp	Универсальный инструмент с множеством интеграций и отчетов	Slack, Google Drive, GitHub, API	Малые, средние, крупные
VersionOne	Специализирован для масштабируемого Agile (SAFe, LeSS)	Jira, GitHub, Slack, API	Средние, крупные



Рис. 1. Диаграмма использования зарубежных платформ для реализации Agile

На российском рынке программного обеспечения также существуют платформы позволяющие осуществлять планирование с использованием гибких методологий для управления проектами.

**1. Yandex.Tracker** – облачный сервис для управления проектами от компании «Яндекс». Он предоставляет широкие возможности для ведения Agile-проектов, поддерживает Scrum и Kanban-доски. Позволяет организовать работу над задачами, спринтами, отслеживать прогресс и эффективность. Поддерживает кастомные рабочие процессы, визуальные доски для отслеживания задач, создает отчеты по выполнению задач и скорости спринтов.

**2. Bitrix24** является одной из самых популярных российских платформ для управления бизнесом и проектами. Она поддерживает гибкие методологии, такие как Scrum и Kanban, и предлагает удобные инструменты для управления командной работой. Дает возможность создания и управления проектами с использованием Kanban-досок, реализует спринты по Scrum. Поддерживают интеграцию с CRM, маркетинговыми инструментами и другими сервисами Bitrix

**3. Planfix** является универсальной системой для управления задачами и проектами, которая позволяет гибко настраивать рабочие процессы в соответствии с принципами Agile. Система подходит для использования в разных сферах бизнеса. Система дает возможность

настроить бизнес-процессы под индивидуальные нужды организации, поддерживает Scrum-спринты и Kanban-доски, создает диаграммы и отчеты.

**4. Week** является платформой для ведения проектов и управления командой, которая позволяет отслеживать и контролировать ежедневные задачи, планировать процессы и повышать уровень профессиональной эффективности. Управление задачами на платформе осуществляется путем их отображения в виде списка, доски, календаря, диаграммы Ганта, функционал платформы также дает возможность группировать и сортировать задачи по приоритетности, вести учёт рабочего времени, отслеживать процесс выполнения, формировать базу знаний, вести аналитику и составлять отчеты.

**5. YouGile** – это инструмент для управления проектами, который налаживает совместную работу команды проекта, а также выстраивает взаимодействие с заказчиками, поставщиками и подрядчиками. Данная платформа подходит не только для маленьких предприятий, но и для больших строительных и производственных компаний с большой численностью сотрудников. Работа в YouGile строится на методе управления Kanban и подразумевает вывод задач проекта в виде Kanban-доски с разделением их на карточки. Также, платформа использует универсальное средство в виде диаграммы Ганта, функционал которой способен планировать работы в рамках задач проекта, составленных на Kanban-доске по дням, неделям и месяцам.

**6. Worksection** – это инструмент для управления проектами, популярный в России и странах СНГ. Он позволяет организовывать работу по Agile-методологиям, использовать Kanban-доски для визуализации задач и спринтов. Подходит как для малых, так и для крупных команд. У данной платформы простая настройка рабочих процессов, удобный интерфейс для управления задачами, есть возможность отслеживать сроки и анализировать производительность.

Эти программные продукты помогают внедрять и поддерживать Agile, создавая эффективные рабочие процессы в проектах. Выбор зависит от специфики компании, бюджета и потребностей команды.



Таблица 2

Сравнительная характеристика российских программных продуктов

Продукт	Особенности	Интеграции	Подходит для компаний
Yandex.Tracker	Интеграция с другими сервисами Яндекса, кастомные рабочие процессы	Яндекс.Почта, Яндекс.Диск	Малые и средние
Planfix	Полная настройка бизнес-процессов, кастомные отчеты	Электронная почта, календари, API	Малые, средние, крупные
Worksection	Простая настройка, отслеживание времени и производительности	Google, Slack	Малые, средние
Мегаплан	Интеграция с CRM, управление задачами, контроль сроков	CRM-системы, API	Малые и средние
Bitrix24	Многофункциональная платформа, интеграция с CRM и маркетингом	CRM, маркетинговые инструменты, API, MS Project, Jira	Все размеры компаний
Week	Простая настройка, отслеживание времени и производительности	Jira, API	Средние и крупные
YouGile	Интеграция для отслеживания задач и времени	Trello, Jira и MS Project.	Средние и крупные

По итогам табл. 2 можно сделать вывод, что наиболее удобными программными продуктами для малых и средних компаний с простым интерфейсом и интеграциями являются Yandex.Tracker, Planfix, Worksection, Week и YouGile. Bitrix24 подходит для средних и крупных компаний с интеграцией CRM и более широкими возможностями для команд.

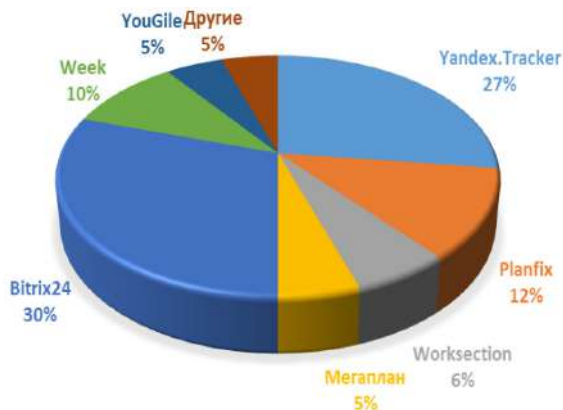


Рис. 2. Диаграмма использования российских платформ для реализации Agile

Среди российских программных продуктов для управления и планирования задач, наиболее распространенными среди пользователей, являются Bitrix24 (30 %) и Yandex.Tracker (27 %), поскольку они представляют собой многофункциональные платформы, поддерживающие интеграцию с другими инструментами и системами, а также адаптированы под Agile-методологии (рис. 2).

Проведя исследование в области программных продуктов для управления проектами, можно сказать, что существует множество современных сервисов как зарубежном, так и на отечественном рынке программного обеспечения, которые позволяют автоматизировать, ускорить процесс управления и распределения задач по проекту на оперативном уровне планирования.

Глобальные задачи, определенные в MS Project, могут быть разбиты на более мелкие задачи и этапы выполнения. Это особенно удобно для делегирования задач между членами команды. Данные инструменты

позволяют отслеживать прогресс в реальном времени с помощью досок и карточек. Строительная команда может видеть, на каком этапе находится выполнение каждой подзадачи, что помогает быстро адаптироваться к изменениям или возникающим проблемам. Также «задачники» обеспечивают высокий уровень коммуникации и сотрудничества между исполнителями, так как они могут легко добавлять комментарии, файлы и отметки к задачам проекта, что улучшает командную коммуникацию. Это важно для оперативного решения вопросов на местах, что типично для строительных проектов. Так же, данные продукты не требуют глубокого обучения и позволяют быстро адаптироваться под нужды команды. Это делает их идеальными для управления повседневными задачами, не перегружая сотрудников лишней информацией [7].

Использование программных продуктов в виде «задачников» и MS Project для управления строительными проектами позволяет объединить гибкость и серьезные возможности планирования. Эти инструменты дополняют друг друга, обеспечивая различные уровни контроля и детализации задач, а также позволяют эффективно управлять проектом на нескольких уровнях: стратегическом в MS Project, где руководитель проекта разрабатывает общий план, устанавливает ключевые даты и контрольные точки, управляет ресурсами и определяет глобальные зависимости, и оперативном уровне, где команда использует различные инструменты для ежедневного управления мелкими задачами, отслеживая прогресс по отдельным этапам. В конечном итоге, результаты выполнения задач вносятся обратно в MS Project для синхронизации и обновления фактических данных в основной график. Так, MS Project обеспечивает стратегическое планирование и контроль, а «задачники» – оперативное управление задачами, позволяя команде гибко реагировать на изменения и обеспечивать выполнение проекта в срок.

Таким образом, основная идея в управлении задачами заключается в делегировании и разумном разделении уровней планирования. В процесс управления проектами необходимо использовать разные подходы и инструменты к постановке и контролю задач на разных уровнях. Для реализации стратегического планирования наилучшим решением будет использование программного продукта MS Project, где будут отражаться глобальные задачи и контрольные точки по проекту,

а использование различных «задачников» таких как Trello или Bitrix поможет детализировать глобальные задачи на более мелкие подзадачи, в которых отслеживается процесс их выполнение. Так, сначала задача детализируется, а затем отчет о ее выполнении возвращается в основной график, что позволит сохранять гибкость в процессе реализации всего проекта в целом. И поскольку строительная сфера предъявляет дополнительные требования к планированию задач по проекту, где необходимо координировать множество потоков, как материальных, так и трудовых, где любые изменения в плане должны быть согласованы с графиками ресурсов, материалов и затрат, способность к гибкости и быстрой адаптации к меняющимся требованиям и изменениям является залогом успешной реализации строительных проектов.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 49С24 при финансовой поддержке гранта СПбГАСУ.

### Литература

1. Бовтеев С. В., Третьякова З. В. Оценка возможности и эффективности цифровой трансформации гибких методов управления строительными проектами // Инновации и инвестиции: научно-аналитический журнал. 2024. № 9. С. 173–177.
2. Третьякова З. В. Анализ и сравнение традиционных и гибких методов управления проектами // Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве. Материалы II Национальной (всероссийской) научно-практической конференции. СПб., 2024. С. 298–302.
3. Попова О. А. Совершенствование оценки инвестиционной привлекательности строительного проекта на базе календарного планирования // Научный аспект. 2024. № 6. Экономика и менеджмент. С. 129.
4. Федорченко В. А., Василенко Ж. А. Инструментарий гибкой методологии управления проектами в строительной отрасли // Теоретическая и прикладная экономика. 2022. № 1. С. 1–10
5. Бовтеев С. В. Современные методы планирования и контроля инвестиционно-строительных проектов // Управление проектами: идеи, ценности, решения: материалы I Международной научно-практической конференции. СПб., 2019. С. 188–194.
6. Имамов М. М. Гибкие методологии проектного менеджмента: условия и перспективы применения в новых реалиях // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 125–128.
7. Бовтеев С. В., Попова О. А. Оценка методов контроля сроков строительства объектов жилой недвижимости на основе календарного планирования // Инновации и инвестиции: научно-аналитический журнал. 2024. № 10. С. 582–587.

УДК 699.8

*Полина Дмитриевна Власова,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: vlasovapoly@yandex.ru*

*Polina Dmitrievna Vlasova,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: vlasovapoly@yandex.ru*

## **ВЛИЯНИЕ АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА СВОЙСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА**

### **THE EFFECT OF AN ANTICORROSIVE POLYMER COATING ON THE PROPERTIES OF HYDRAULIC CONCRETE**

Проанализированы причины разрушения гидротехнического бетона. Рассмотрены полимерные покрытия как наиболее эффективный способ защиты гидротехнических бетонных конструкций. Приведены примеры исследований, в которых изучались свойства бетона с полимерным покрытием. Изучено влияние защитного пленочного полимерного покрытия на характеристики бетона, в том числе прочность, водопоглощение и морозостойкость. Пленка на основе эпоксидного олигомера ЭД-20 с триэтилентетрамином снижает водопоглощение, увеличивает морозостойкость и защищает бетон от коррозии. Показано, что модификация покрытия наноразмерным 2D-графеном позволяет в 2 раза уменьшить водопоглощение по сравнению с немодифицированным эпоксидным составом. Эпоксидное покрытие положительно влияет на эксплуатационные характеристики гидротехнического бетона.

*Ключевые слова:* цементный гидротехнический бетон, состав, плотность, полимерное эпоксидное покрытие, водопоглощение, морозостойкость, прочность при сжатии.

The reasons for the destruction of hydraulic concrete are explored. Polymer coatings are considered as the most effective way to protect such concrete structures. The examples of studies of the properties of polymer-coated concrete. The effect of a protective polymer film coating on the characteristics of concrete, including strength, water absorption and frost resistance, has been studied. A film based on the epoxy oligomer ED-20 with triethylenetetramine reduces water absorption, increases frost resistance and protects against corrosion. It is shown that modification of the coating with nanoscale 2D graphene allows to reduce water absorption by 2 times compared with the

unmodified epoxy composition. The epoxy coating has a positive effect on the operational characteristics of hydraulic concrete.

*Keywords:* cement hydraulic concrete, composition, density, polymer epoxy coating, water absorption, frost resistance, compression strength.

### **Введение**

Гидротехнические бетоны – особый вид тяжелых бетонов, которые применяются при возведении объектов, взаимодействующих с водной средой. Их структура отличается повышенной плотностью, что обеспечивает высокую водостойкость и водонепроницаемость. Однако у этих бетонов есть недостатки: длительное по сравнению с обычными бетонами время затвердевания, ограниченная гибкость и невысокая устойчивость к механическим воздействиям динамического характера [1–3].

Для повышения надёжности и долговечности гидротехнических конструкций необходимо разработать решения для улучшения этих характеристик и повышения устойчивости при эксплуатации водной среде.

Применение полимерных покрытий может помочь улучшить качество гидротехнических сооружений из цементного бетона и защитить его поверхность от коррозионного разрушения [4, 5].

### **Процессы, происходящие в гидротехническом бетоне**

Причальные конструкции из бетона регулярно испытывают на себе воздействие природных и физических факторов окружающей водной среды и агрессивных химических соединений. Это приводит к разным нежелательным процессам:

1. изменение уровня влажности и последующее высыхание вызывают деформации и появление трещин из-за усадки и набухания бетона;
2. замерзание и оттаивание влажного бетона провоцируют трещинообразование вследствие увеличения объёма воды при отрицательной температуре;
3. поскольку внешние и внутренние слои массивных конструкций из бетона по-разному реагируют на температурные колебания внешней среды появляются внутренние напряжения в материале и, как следствие, деформации и трещины.

В бетоне происходят различные коррозионные процессы из-за агрессивной для бетона водной среды и биологических агентов разрушения. Согласно классификации, предложенной В.М. Москвиным, различают три вида коррозии бетона [6]:

**I. Коррозия выщелачивания** – происходит от воздействия слабоминерализованной воды, вымывает вяжущее гидроксид кальция. Таким образом изменяется химический состав бетона и уменьшается его прочность.

**II. Коррозия от воздействия растворов кислот и солей** – растворяет компоненты цемента, выводит их из бетона, или вызывает обменные химические реакции в цементном вяжущем, что также приводит к потере прочности бетона.

**III. Коррозия от воздействия кристаллизующихся растворов солей (чаще сульфатных)** – протекает с образованием объемных кристаллов в порах и капиллярах бетона, что приводит к разрушению бетона и потере его прочности.

Кроме коррозии I, II и III видов, на поверхности гидротехнических бетонах также наблюдается биологическая коррозия. Это связано с тем, что в водной среде бетон подвергается обрастанию различными биологическими организмами, такими, как моллюски, микроскопические водные грибы, бактерии, водоросли и др.

Для повышения долговечности гидротехнических конструкций необходимо уменьшить взаимодействие агрессивной среды с бетоном, т.е. создать барьер для снижения непосредственного уровня контакта и взаимодействия. Один из возможных эффективных приёмов – использование защитных полимерных покрытий на поверхности бетонных конструкций.

### **Свойства защитных полимерных покрытий**

Полимерные покрытия являются эффективным средством для защиты гидротехнических сооружений из бетона по следующим причинам:

1. Высокая стойкость полимеров к коррозии: они эффективно предотвращают разрушение цементных материалов под воздействием воды и агрессивных химических веществ.

2. Долговечность: полимерные покрытия надолго сохраняют свои защитные свойства в воде, что продлевает срок службы гидротехнических сооружений.

3. Устойчивость к механическим повреждениям: полимерные покрытия выдерживают значительные нагрузки и не теряют своих свойств при знакопеременном физическом воздействии.

4. Простота нанесения и ремонта: полимерные покрытия легко наносятся на различные поверхности и при необходимости могут быть быстро восстановлены.

5. Отличная адгезия: полимеры с функциональными группами (в т.ч. термореактивные) хорошо сцепляются с бетоном, металлом и другими материалами, обеспечивая надежную защиту.

6. Гибкость: полимерные покрытия способны выдерживать деформации конструкций без разрушения, что особенно важно для гидротехнических сооружений, подверженных воздействию воды и переменных погодных условий.

7. Широкий ассортимент: большое разнообразие синтетических полимеров позволяет использовать их в различных формах, например, в виде пленок, защитных экранов, мембран, пластин, напыляемых или обмазочных лакокрасочных покрытий и др.

Использование полимерных покрытий помогает эффективно защищать гидротехнические сооружения от износа и повреждений, обеспечивая их надежную и долговечную эксплуатацию.

Согласно СНиП 2.03.11-85, пункт 5.6.9: «Защитные покрытия для антикоррозионной защиты железобетонных конструкций должны обладать необходимыми показателями качества: это адгезия к бетону, водонепроницаемость, морозостойкость, химическая стойкость, трещиностойкость и некоторые другие» [7].

Всё вышеперечисленное присутствует в полимерных защитных материалах, что делает полимерные покрытия оптимальным решением проблемы коррозии гидротехнических бетонов. За счёт преимуществ полимерного покрытия также можно улучшить и некоторые характеристики бетона.



### **Улучшение характеристик бетона**

Согласно проведенному анализу литературных источников, можно выделить следующие характеристики бетона, которые возможно улучшить благодаря полимерному покрытию.

**1. Водопоглощение и адгезия льда.** При исследовании эпоксидного полимерного покрытия на основе олигомера ЭП-5162, предложенного и разработанного авторами для защиты гидротехнических сооружений от коррозии и обледенения, было установлено, что покрытие содержит гидрофобные пленки на основе полиолефинов, кремнийорганических и фторорганических полимеров. Было показано, что для ЭП-5162 и других покрытий при увеличении гидрофобности покрытия снижаются водопоглощение и адгезия льда на десятки и сотни процентов, что увеличивает сроки службы конструкций и повышает их защиту от коррозии [8].

**2. Призменная прочность и модуль упругости.** Разработаны покрытия на основе эпоксидно-фурановых связующих с минеральными наполнителями и пластифицированными каучуками, отверждаемые аминовыми продуктами при комнатной температуре. Исследования показали, что водостойкие полимерные покрытия улучшают прочность бетона и железобетона. Призменная прочность образцов с покрытиями (эпоксидно-гудроновые, эпоксидно-фурановые, латексные, пленочные) повышена на 40–90 % по сравнению с контрольными образцами. Во всех образцах наблюдалось повышение модуля упругости бетона на 10–20 % [9].

**3. Стойкость к истиранию и агрессивным средам.** Разработана технология послойного нанесения полимерной композиции на основе синтетических смол в форму укладки бетонной смеси с последующим виброуплотнением и термообработкой. Водонепроницаемость полимерного слоя составила более 30 атм. Образцы выдерживались 3 месяца в 20 % растворе кислоты без снижения прочности. Установлена высокая стойкость эпоксидного покрытия с кварцевым песком к истиранию – 0,003 г/см<sup>2</sup>. Обнаружено, что сцепление полимерного слоя значительно надежнее при формировании бетона, чем на уже отвердевшем бетоне [10].

В рамках научно-исследовательской работы «Исследование характеристик тяжелого гидротехнического бетона с антиобрастающим полимерным покрытием» нами было предложено и разработано модифицированное наноуглеродной добавкой эпоксидное полимерное покрытие гидротехнического бетона.

Исследования показали положительное влияние полимерного пленочного покрытия на основе эпоксидного олигомера ЭД-20 с отвердителем триэтилентетрамином и структурным наноуглеродным модификатором 2D-графена на характеристики цементного бетона, а именно, водопоглощение, морозостойкость, прочность. Для снижения водопоглощения и повышения морозостойкости и было предложено полимерное покрытие с углеродным наномодификатором, полученным методом карбонизации (высокотемпературного самораспространяющегося синтеза) из целлюлозно-лигнинового отхода. Добавка была предоставлена ФГБУ «НИИСК» имени академика С. В. Лебедева, г. Санкт-Петербург. Полимерную основу покрытия составляют эпоксидная смола ЭД-20, отвердитель ТЭТА (триэтилентетрамин) и добавка 3 % масс. 2D-графена. Графен в малых количествах (до 3 %) снижает вязкость эпоксидной смолы и улучшает барьерные свойства полимера. Опытным путём установлено, что максимальное увеличение прочности полимерного покрытия достигается при содержании в композиции 3,2 % масс. 2D-графена (см. табл.).

**Характеристики образцов гидротехнического бетона:  
без полимерного покрытия и с покрытиями защитными составами  
на основе немодифицированного эпоксидного олигомера  
и модифицированного 2D-графеном**

№ образцов бетона	Водопоглощение, $W$ , %	Объемная деформация, $\Theta \cdot 10^{-3}$	Морозостойкость, $F$ , циклы	Предел прочности при сжатии, $R_{сж}$ , МПа
1К	4,3	0,29	200	31,5
2К	2,5	0,70	400	41,2

Окончание таблицы

№ образцов бетона	Водо-поглощение, $W$ , %	Объемная деформация, $\Theta \cdot 10^{-3}$	Морозостойкость, $F$ , циклы	Предел прочности при сжатии, $R_{сж}$ , МПа
1ЭП	0,1	0,35	300	34,2
2ЭП	0,4	0,03	1000	44,0
1ЭПМ	0,04	0,38	300	36,5
2ЭПМ	0,21	0,06	800	45,5

*Примечание:* образцы № 1К и 2К – контрольные, без полимерного покрытия; образцы № 1ЭП и 2ЭП – с полимерным немодифицированным покрытием; образцы 1ЭПМ и 2ЭПМ – с модифицированным 2D-графеном покрытием.

Из представленных в таблице данных можно заметить, что полимерное покрытие значительно снижает водопоглощение и повышает морозостойкость образцов цементного бетона. Прочность (предел прочности при сжатии образцов-кубиков) увеличивается.

Полимерное покрытие на бетоне формирует гладкую лаковую пленку, что уменьшает вероятность закрепления микроорганизмов на гидрофобной поверхности. Кроме того, эпоксидные смолы содержат в своей структуре бензольные и фенольные группы, которые обладают биоцидными свойствами. Это также снижает риск обрастания бетона биологическими организмами. Дальнейшие исследования будут направлены на модификацию полимерного покрытия с целью улучшения его характеристик и свойств бетона.

### Заключение

1. Эпоксидные олигомеры – эффективны для формирования защитных полимерных покрытий гидротехнических бетонов, что подтверждается и рядом других исследований. Углеродный наномодификатор в виде 2D-графена способствует улучшению качества защитного покрытия в виде более плотной по структуре полимерной плёнки.

2. Применение защитных полимерных антикоррозионных покрытий позволит продлить сроки надежной эксплуатации гидротехнических сооружений за счёт того, что с их помощью удаётся снизить водопоглощение, повысить морозостойкость, прочность и, возможно, другие характеристики (например, коррозионное сопротивление) бетона.

3. Применение гидротехнического бетона с полимерными покрытиями и соблюдение технических требований эксплуатации способствуют созданию надежных и устойчивых гидротехнических сооружений на протяжении длительного времени.

### Литература

1. ГОСТ 26633–2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые: национальный стандарт Российской Федерации; дата введения 2016-09-01. М. : Стандартинформ, 2015. 13 с.

2. ГОСТ 4795–53. Бетон гидротехнический. Общие требования (с Изменениями); дата введения 1954-04-01 / Госстрой СССР. М. : Стандартгиз, 1957. 6 с.

3. ГОСТ 4800–49. Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетона: Всесоюзный Комитет Стандартов при Совете Министров СССР; дата введения 1949-07-01 / Министерство электростанций СССР. М. : Стандартгиз, 1953. 17 с.

4. Карпов В. А., Ковальчук Ю. Л., Полтаруха О. П., Ильин И. Н. Комплексный подход к защите от морского обрастания и коррозии. М., 2007. 156 с.

5. Абачараев М. М., Абачараев И. М. Перспективные разработки по борьбе с морским обрастанием // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. 2011. № 3. С. 7–9.

6. Матвеева Л. Ю. Коррозия и защита строительных материалов. Ч. 1. Коррозия и защита металлических, каменных и бетонных материалов и конструкций / СПбГАСУ. СПб., 2017. 99 с.

7. СП 28.13330.2017. «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии». URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/95e/sp-28.pdf> (дата обращения: 06.11.2024).

8. Алейников С. М., Панюшкин А. В., Сергачева Н. А., Сухов Ю. Т., Моисеев В. И. Влияние гидрофобности полимерных материалов и покрытий на влагопоглощение и адгезию к ним льда // IV всесоюзное научно-техническое совещание «Применение полимерных материалов в гидротехническом строительстве», 14–17 мая 1979 г.: Тезисы докл. Л. : ВНИИГ, 1979. С. 167–169.

9. Красовская Т. А., Емельянов Ю. В., Кузнецова З. Н., Куценко Б. И. Водостойкие покрытия из модифицированных эпоксидных композиций и их влияние на свойства бетона // IV всесоюзное научно-техническое совещание «Применение

полимерных материалов в гидротехническом строительстве», 14–17 мая 1979 г.: Тезисы докл. Л. : ВНИИГ, 1979. С. 173–175.

10. *Кривой Э. А., Шардаков В. К.* Полимерные защитные покрытия железобетонных изделий для мелиоративного строительства// Третье Всесоюзное научно-техническое совещание по применению полимерных материалов в гидротехническом строительстве, окт. 1976 г., г. Тбилиси: Тезисы докл. Л. : ВНИИГ, 1976. С. 10–11.

**УДК 691.545**

*Анастасия Максимовна Ким,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: amkim.r@mail.ru*

*Anastasiya Maksimovna Kim,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: amkim.r@mail.ru*

## **АКТИВНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА – ПОПУТНЫЙ ПРОДУКТ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СЕРПЕНТИНОВ**

### **ACTIVE MINERAL ADDITIVE – BY-PRODUCT OF SERPENTINE PROCESSING**

В статье рассматривается возможность использования попутного продукта переработки серпентинов – аморфного диоксида кремния, обладающего пуццолановой активностью. Этот материал является попутным продуктом в процессе производства сульфата магния, который широко используется в различных отраслях промышленности. В исследовании применяется классический метод анализа добавки, основанный на поглощении извести из насыщенного известкового раствора. Описана технология производства сульфата магния. Рассматривается возможность применения диоксида кремния в технологии производства изделий из архитектурного бетона.

Статья представляет интерес для специалистов в области производства строительных материалов. Результаты исследования могут способствовать расширению областей применения аморфного диоксида кремния, улучшению эксплуатационных свойств изготавливаемых материалов.

*Ключевые слова:* активная минеральная добавка, диоксид кремния, серпентин, пуццолана, пуццолановая активность.

The article considers the possibility of using a by-product of serpentine processing, amorphous silicon dioxide with pozzolanic activity. This material is a by-product in the production of magnesium sulphate, which is widely used in various industries. The classical method of additive analysis based on the absorption of lime from saturated lime solution is applied in the study. The technology of magnesium sulphate production is described. The possibility of application of silicon dioxide in the technology of production of architectural concrete products is considered.

The article is of interest for specialists in the field of building materials production. The results of the research can contribute to the expansion of the application areas of amorphous silicon dioxide, improvement of operational properties of manufactured materials.

*Keywords:* active mineral additive, silica, serpentine, pozzolana, pozzolana activity.

## **Введение**

Исследуемая минеральная добавка – аморфный диоксид кремния (рабочее название «Белая сажа») – является попутным продуктом при переработке серпентинитов [1]. Общий вид горной породы представлен на рис. 1. На территории Российской Федерации существуют предприятия, занимающиеся переработкой данной горной породы с целью получения основного продукта – сульфата магния. Он применяется в: огнеупорной, металлургической, стекольной, химической, электрической, строительной и других отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве и при производстве синтетических моющих средств, что обуславливает постоянную потребность в данном сырье [2].

Цель настоящей работы – расширение области применения аморфного диоксида кремния.

## **Технология сернокислотного вскрытия серпентинитового сырья**

В основе технологии переработки серпентинита лежит сернокислотный способ вскрытия сырья. Целесообразность вскрытия серпентинитового сырья заключается в том, что сразу же в процессе вскрытия образуется целевой продукт – сульфат магния [3]. Растворимость сульфата магния в воде высока, составляет больше 40 %, что позволяет получать высококонцентрированные растворы с большим содержанием магния. Это уменьшает затраты на энергию для упарки магниевых растворов.

Основные этапы технологии переработки серпентинита приведены в таблице.

### **Технология переработки серпентинита сернокислотным способом**

№ этапа	Название этапа	Примечание
Этап № 1	Сернокислотное вскрытие	Измельчение серпентинита от крупности 25 мм до 0,1 мм и получение водной пульпы серпентинита для вскрытия

№ Этапа	Название этапа	Примечание
Этап № 2	Щелочная обработка	Переработка серпентинита с получением семиводного сульфата магния (готовая продукция) и осадков
Этап № 3	Получение аморфного диоксида кремния	Переработка отмытых осадков с получением аморфного диоксида кремния



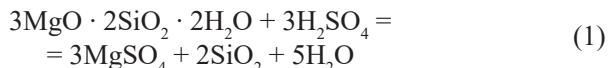
Рис. 1. Внешний вид горной породы серпентинита

В основу комплексной технологии переработки серпентинита заложена осадительно-фильтрационная схема с применением нескольких реагентов для сернокислой переработки. В результате обработки серпентинитового сырья с применением раствора серной кислоты



высокой концентрации происходит отделение растворимой части (фильтрата) и нерастворенного остатка после вскрытия.

Химизм взаимодействия серной кислоты высокой концентрации с основным компонентом серпентинитового сырья можно описать уравнением реакции [4]:

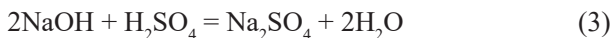


В отделившемся растворе присутствует необходимый целевой продукт – сульфат магния, а нерастворенная часть подвергается щелочной обработке, в дальнейшем, где и образуется аморфный диоксид кремния, благодаря высокому содержанию оксида магния (порядка 43 %) и диоксида кремния (порядка 44 %). В процессе щелочной обработки остатка после вскрытия протекает химическая реакция с образованием силиката натрия – жидкое стекло:



После щелочной обработки в раствор переходит только кремниевая составляющая, откуда позже будет осаждаться аморфный  $\text{SiO}_2$  [5].

В ходе щелочной обработки образуется растворимый силикат натрия (жидкое стекло) и не растворившийся осадок. Полученный в результате щелочной обработки раствор силиката натрия ступенчато нейтрализуется раствором серной кислоты, ниже представлены реакции нейтрализации раствора силиката натрия:



Из жидкого стекла с применением серной кислоты осаждается аморфный кремнезем путем постепенного понижения уровня pH с 10,9 до 3,4. Полученный кремниевый осадок отмывается от сульфата натрия водой.

## Методика поглощения добавкой извести из известкового раствора

Аморфный диоксид кремния обладает пуццолановой активностью. На данный момент нами проводятся исследования того, на сколько активна данная минеральная добавка.

В исследовании пуццолановой активности  $\text{SiO}_2$  мы опираемся на известную методику поглощения добавкой извести из известкового раствора [6]. Проведение измерений количества извести, поглощенного добавкой, главным образом делится на 3 этапа:

1. Приготовление насыщенного известкового раствора и 0,05N раствора соляной кислоты для последующих титрований. Готовый насыщенный известковый раствор титруется для определения концентрации  $\text{CaO}$  на 1 л.

2. Навеска исследуемой добавки в количестве 2 г помещается в градуированный цилиндр и заливается 100 мл известкового раствора, см. рис. 2. Приготовленный раствор оставляют настаиваться на 2 суток.

3. После двух суток отбирают 50 мл получившегося раствора. Титрования повторяют раз в два дня на протяжении месяца (в цилиндр после отбора 50 мл раствора доливается соответствующий объем из бутылки с насыщенным известковым раствором). На рис. 3 приведена иллюстрация процесса титрования, показан цветовой переход индикатора метилового оранжевого, позволяющий установить точку эквивалентности для расчёта фактической концентрации известкового раствора.



Рис. 2. Процесс поглощения извести исследуемой добавкой



Рис. 3. Иллюстрация  
к процессу титрования

Первые результаты количественной оценки показали высокую пуццолановую активность исследуемого аморфного диоксида кремния в сравнении с имеющимися аналогами [7]. Было установлено, что добавкой связано 70 мг негашеной извести из известкового раствора за первые двое суток. Также зафиксировано, что активность «белой сажи» практически не снижается в течении 30 суток и более.

### **Заключение**

Аморфный диоксид кремния является попутным продуктом при производстве сульфата магния. Данная технология не является крупнотоннажной, это определяет малые объемы получаемого материала. В связи с этим имеет смысл рассматривать аморфный диоксид кремния в качестве пуццолановой добавки для производства архитектурных бетонов, так как данный материал показал высокую пуццолановую активность.

Цель использования добавки – снижение высолообразований на поверхности декоративных бетонных изделий, поскольку данная минеральная добавка способна вступать в реакцию с известью в готовых изделиях.

В дальнейшем можно будет перейти к проектированию составов бетонов после получения количественных характеристик исследуемой добавки.

### Литература

1. *Петров А. И., Кузнецов А. В.* Основы технологии получения сульфата магния из серпентинитов // *Химия и технология*. 2018. № 12(5). С. 34–42.
2. *Алексеева И. И.* Переработка серпентинитов в химической промышленности: проблемы и решения // *Химическая промышленность России*. 2016. № 28(4). С. 115–122.
3. *Смирнов И. Л.* Влияние сернокислотного вскрытия на эффективность переработки серпентинитовых руд // *Горное дело*. 2019. № 6. С. 88–93.
4. *Петров А. И., Кузнецов А. В.* Основы технологии получения сульфата магния из серпентинитов // *Химия и технология*. 2018. № 12(5). С. 34–42.
5. *Воронкова Е. П., Павлова Т. М.* Аморфный кремнезем и его применение в промышленности // *Технические науки*. 2018. № 13(7). С. 45–50.
6. *Бутт Ю. М., Тимашев В. В.* Практикум по химической технологии вяжущих материалов: учеб. пособие. М. : Высшая школа. 1973. С. 268–272.
7. *Танг Ван Лам, Нгуен Зоан Тунг Лам.* Техника и технология силикатов / РХТУ им. Д. И. Менделеева; под общ. ред. Ю. Р. Кривобородова. 28-е изд. М. : Изд-во РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2021. С. 7–12.

**УДК 65.015**

*Арина Михайловна Родионова,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: arinarodionova2353@yandex.ru*

*Arina Mikhailovna Rodionova,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: arinarodionova2353@yandex.ru*

**РАЗРАБОТКА МОТИВАЦИОННО-ПРЕМИАЛЬНОЙ  
СИСТЕМЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНТЕГРИРОВАННОЙ  
СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА**

**DEVELOPMENT OF A MOTIVATION AND BONUS SYSTEM  
AS AN ELEMENT OF THE INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM**

В статье проанализирована разработанная мотивационно-премиальная система, представляющая собой ключевой элемент эффективного управления организацией. Система, являясь неотъемлемой частью интегрированной системы менеджмента (ИСМ), ориентирована на стимулирование сотрудников к достижению стратегических целей и значительному повышению производительности труда. Рассмотрены основные аспекты, принципы и механизмы функционирования мотивационно-премиальной системы в контексте современных вызовов управления. Особое внимание уделено взаимосвязи мотивации персонала и достижения целей организации. Анализ включает в себя оценку эффективности предложенной системы и ее потенциального влияния на улучшение ключевых показателей деятельности.

*Ключевые слова:* менеджмент качества, управление качеством, балльная система премирования, KPI, мотивационно-премиальная система, охрана труда, ИСМ.

The article analyzes the developed motivation and bonus system, which is a key element of effective management of the organization. The system, being an integral part of the Integrated Management System (IMS), is focused on stimulating employees to achieve strategic goals and significantly increase labor productivity. The main aspects, principles and mechanisms of the motivation and bonus system functioning in the context of modern management challenges are considered. Special attention is paid to the relationship between staff motivation and achieving the goals of the organization. The analysis includes an assessment of the effectiveness of the proposed system and its potential impact on improving key performance indicators.

*Keywords:* quality management, quality control, bonus point system, KPI, motivation and bonus system, labor safety, IMS.

Разработка мотивационно-премиальной системы как элемент интегрированной системы менеджмента (ИСМ) является одним из ключевых аспектов современного управления.

Тема исследований является актуальной и востребованной так как в условиях быстро меняющейся экономической обстановки и увеличивающейся конкуренции, компаниям становится все сложнее добиться успеха без эффективной системы управления. ИСМ позволяет объединить различные аспекты управления – качество, безопасность, экологию, риск и другие – в единую систему, что способствует оптимизации бизнес-процессов и повышению конкурентоспособности организации. Такая система обеспечивает компании возможность управлять своей деятельностью более эффективно, минимизировать риски и улучшать качество продукции или услуг [1]. Это особенно важно для компаний, работающих в отраслях, где требования к качеству, безопасности или экологической устойчивости высоки [2].

В настоящее время используются различные системы управления качеством и реализуются основные принципы системного подхода к управлению системой качества. Для ISO 9000 можно выделить 8 принципов:

- ориентация на потребителя;
- роль руководства в реализации всех принципов управления качеством является определяющей;
- вовлечение работников в деятельность по управлению качеством;
- процессный подход в совокупности с системным подходом к управлению рассматривается в сочетании взаимосвязанных процессов;
- системный подход;
- постоянное улучшение;
- принятие решений, основанных на фактах;
- взаимно выгодные отношения с поставщиками [3].

Для разработки ИСМ в компании необходимо использовать новые нетрадиционные методы управления. Мотивация в компании – это то, что помогает увеличивать эффективность работы. Для компании и также важно, чтобы сотрудники были замотивированы на работу, например, для:

- увеличения ключевых показателей бизнеса;
- выявления потенциальных лидеров;
- сплочения команды;
- оптимизирования ключевых бизнес-процессов [4].

Общепринятую пирамиду Абрахама Маслоу, которая отражает потребности человека, можно преобразовать из привычного вида к той, что поможет настроить мотивационную систему в компании, как на определенные отделы и должности, так и на каждого конкретного сотрудника [5]. Таким образом мы получаем новый вид пирамиды, представленный в табл. 1. Данная таблица применима к любой организации и компании.

Таблица 1

**Виды потребностей на предприятии**

№	Наименование потребностей		
6	Лидерство, развитие	Потребность в самореализации	Делать полезные и значимые проекты для компании
5	Окружать себя комфортными вещами, быть красивым и ухоженным, духовное развитие	Эстетические потребности	Организация и улучшение рабочих процессов для комфортной работы в коллективе
4	Исследовать что-то новое, открывать для себя новые сферы	Потребности познавательные	Работа как с понятными, так и с интересными задачами. Посещение форумов и углубление знаний с своей сфере
3	Быть любимым, иметь поддержку и друзей	Потребность в уважении	Чувство ценности в компании
2	Чувствовать себя защищенным, стабильным и уверенным	Потребность в безопасности	Ощущение стабильности и комфорта в компании как в материальном, так и в нематериальном плане

№	Наименование потребностей		
1	Еда, вода, сон	Физиологические потребности	Высокий и стабильный заработок

Таким образом можно сделать вывод, что внедрение ISO 9001:2015 является необходимым и полезным решением для конкурентоспособных компаний, которые хотят развиваться.

В качестве примера рассмотрим строительную компанию, которая разрабатывает, проектирует, производит и поставляет материалы для вентилируемых фасадов для строительства жилых комплексов, административных зданий, офисов компаний, спортивных объектов и станций метрополитена.

Мы рассматриваем организацию, в которой необходимо разработать систему премирования. Для этого мы внедряем две системы: бальная система материального стимулирования и KPI (ключевые показатели эффективности) [6]. На рис. 1 приведены критерии с баллами для материального стимулирования работников. Стоимость одного балла рассчитывается каждый раз в начале отчетного года из дополнительного бюджета, рассчитанный на премиальное стимулирование работников. В качестве примера примем 1 балл за 200 руб. 00 коп. Максимальное количество баллов, которое можно набрать равняется 80 шт. Таким образом, при выполнении приведенных ниже критериев, каждый сотрудник, ежеквартально может получать до 16 000 руб. 00 коп. Месячная выплата составит 5333 руб. 33 коп.

Данное нововведение эффективно улучшает:

- навыки работников;
- профессиональную квалификацию;
- показатели качества работы;
- количество сотрудников и организаций-партнеров;
- узнаваемость организации.

При введении бальной системы необходимо разработать такую автоматизированную таблицу, с помощью которой можно наиболее



быстро и эффективно вести расчеты и отслеживать выполнение всех показателей.

Таблица должна иметь стандартную форма для организаций: номер отчета, периоды отчетности, учреждение и структурное подразделение, последние два.

В таблицу вносятся все сотрудники подразделения и их учетные номера для идентификации и должность. Данные из бланка критериев и соответственные значения заработанных баллов для каждого сотрудника. Общие баллы суммируются и умножаются на стоимость одного балла.

Приложение №1  
к Положению о материальном  
стимулировании работников

Оперативно-учетное подразделение

за период с «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. по «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

№ п/п	Показатели	Критерии	Баллы	Общее количество баллов	Форма отчетности
1.	Привлечение сторонних организаций-партнеров, привлечение новых контрагентов	Содержание контингента в отчетном периоде Приток контингента в отчетном периоде	5 5	0	Доклад или соглашение
2.	Участие в конференциях, семинарах, тренингах, в отчетном периоде	Более 3 Менее 3	20 5	0	Ссылка на страничку, скриншоты странички
3.	Организация и проведение корпоративного профессионального мастерства творческих, творческих, творческих групп, семинаров, тренингов, кружков, клубов в отчетном периоде	За участие в отчетном периоде За участие в отчетном периоде	5 5	0	Сертификаты, отчет специалистов
4.	Обеспечение информационной открытости работы организации (публикация страниц в социальных сетях, публикации в печатных изданиях, методических сборниках, размещение информации в других организациях и учреждениях) в отчетном периоде	За публикацию в методических сборниках За размещение информации в других организациях и учреждениях За размещение информации в методических сборниках За участие в интернет-проектах и конкурсах (на каждый)	5 3 5 2	5 0	Копии изданий, ссылки на страничку, скриншоты странички
5.	Написание научных статей, повышение квалификации, участие в конкурсах, семинарах, тренингах	За участие в отчетном периоде	5	0	Копии изданий, ссылки на страничку
6.	Разработка и внедрение программ по улучшению работы организации, внедрение новых технологий, внедрение новых технологий для развития проектов	Реализованные в организации	20	0	Отчет
7.	Соблюдение установленных сроков сдачи отчетности				
7.1.	Предоставление проектов в установленные сроки	Предоставлено в срок Не предоставлено в срок	10 5	0	Отчеты, отвечающие за предоставление
7.2.	Предоставление отчетности	Предоставлено в срок Не предоставлено в срок	5 5	0	Отчеты, отвечающие за предоставление
8.	Соблюдение трудовой дисциплины и наличие неоплачиваемых отпусков	Нет замечаний Есть замечания	2 2	0	Отчеты, отвечающие за предоставление
8.1.	Своевременное выполнение поручений директора, курирующего заместителя	Нет замечаний Есть замечания	2 2	0	Отчет курирующего заместителя
8.2.	Выполнение проектов без замечаний	Нет замечаний Есть замечания	2 2	0	Отчеты, отвечающие за предоставление

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ год (подпись) \_\_\_\_\_ (Фамилия И.О. сотрудника)

СОГЛАСОВАНО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ год  
(подпись) \_\_\_\_\_ (Фамилия И.О. руководителя)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ год

М.П.

Рис. 1. Критерии для стимулирования работников

Пояснение выбранных показателей к рис. 1:

- «Привлечение сторонних организаций-партнеров» – данный показатель предназначен для привлечения новых партнеров, за счет чего помочь увеличить продажи и расширить присутствие на рынке. Партнёры, в свою очередь, получают дополнительный доход, рекомендуя или продвигая продукты или услуги компании. Взаимовыгодное сотрудничество позволяет обеим сторонам достичь своих целей и создать долгосрочные партнёрские отношения.

- «Привлечение новых сотрудников» – позволяет укомплектовать штат и создавать новые филиалы, брать и выполнять больше задач, возможность создавать новые структуры.

- «Организация и проведение конкурсов профессионального мастерства, семинаров, тренингов, круглых столов в отчетном периоде. Повышение квалификации, наличие кандидатской, дипломы» – это позволит повысить вовлеченности сотрудников в работу, создать свой внутренний резерв сотрудников на руководящие должности, получать креативные решения, улучшить бизнес-показатели: рост объема продаж и производительности труда, рентабельности, удовлетворенности клиентов, повысить личную эффективность работника.

- «Разработка и внедрение программ по улучшению работы организации, введение новых и улучшение имеющихся технологий для ведения проектов» – повышает эффективность работы, результативность организации и позволяет приобрести лидерство на рынке.

- «Исправление замечаний по проекту в кратчайшие сроки» – данный показатель очень сильно влияет на скорость сдачи проекта [6].

Чтобы упростить процесс работы была создана автоматизированная таблица в программе Excel (рис. 2).

Отчет N _____										
система критериев для сотрудников										
за период с 1 по _____ а _____ г. по _____ а _____ г. № _____										
Учреждение _____										
Структурное подразделение _____										
Показатели										
Фамилия, имя, отчество	Учетный номер	Должность (профессия)	Привлечение сторонних организаций	Привлечение новых сотрудников	Организация и проведение курсов профессионального мастерства, семинаров, тренингов, круглых столов	Повышение квалификации, наличие диплома	Разработка и внедрение программ по улучшению работы организации, ведение новых и улучшение имеющихся технологий для ведения процессов	Исправление замечаний по простуту в кратчайшие сроки	Сумма баллов за весь отчетный период	Итоговая сумма баллов за 1 месяц
1 Иванов Иван Иванович	000	Главный инженер	10	10	15	15	20	10	80	5333,33
2 Петров Петр Петрович	111	Инженер	5	5	5	5	0	10	30	2000
3										
4										
5										
Отметивший исполнитель _____ (подпись)										Стоимость 1 (одного) балла: 200 (двести) рублей

Рис. 2. Автоматизированная таблица в системе Excel для расчёта выплат материального стимулирования сотрудников

Помимо бальной системы критериев в данной работе так же разрабатывается метод КРІ. Он показывает, насколько компания, подразделение или сотрудник были эффективны в конкретный промежуток времени. Можно сказать, что это соотношение запланированной деятельности и выполненной работы [7].

Дополнительная мотивация сотрудников нацелена на повышение качества выпускаемой документации по таким факторам:

Фактор 1. Сложность проекта:

- количество узлов;
- высота здания;
- количество облицовок;
- комбинация подсистемы;
- учет геодезии;
- учет требования нормативной документации.

Фактор 2. Соблюдение сроков проектов:

- выдерживание сроков проектирования;
- количество допускаемых ошибок при разработке проекта (внесение правок в проект).

Оценка КРІ:

1) Соблюдение сроков внутри задач (не считая коммерческое предложение)

- в каждой задаче есть отдельные deadline;
- каждое опережение deadline увеличивает КРІ;
- каждый срыв сроков по deadline (по вине команды проекта) уменьшает КРІ;
- каждый выигранный инженером день по срокам выполнения задач (РД, Мокап, полноценные ОНР и прочностные расчёты методом конечных элементов) увеличивает квартальный КРІ на сумму равную окладу за 1 рабочий день (максимальный показатель по позиции – не более 1 оклада за месяц).

2) Процент от увеличенной валовой прибыли внутри поддерживаемого проекта (обсуждается индивидуально).

Должностной оклад штатного сотрудника по трудовому договору, с взятой в пример организации, составляет 80000 руб. 00 коп. в месяц на полной ставке. Расчет КРІ зависит от веса показателя, максимально

допускается всего 100 %. Так как работодатель организации установил, что ежемесячная премия по % КРІ не должна превышать оклад. Это правило зафиксировано в положении о премировании и также дублируется в трудовом договоре каждого сотрудника. Следовательно, выплата за 100 % КРІ равняется 240 000 руб. 00 коп.

Для того, чтобы рассчитать процент выплаты за каждую задачу, необходимо 100 % разделить на количество задач, которые были поставлены в течении квартала таким образом мы получим вес показателя в процентах и сумму бонуса КРІ. После чего проводится анализ по работе сотрудника, рассматривается какой был изначальный срок выполнения задачи и за сколько дней сотрудник успел ее выполнить. В зависимости от разности чисел применяются коэффициенты (табл. 2) и с помощью математического расчета вычисляется сумма выплаты КРІ.

Для облегчения процесса расчётов, необходимо автоматизировать процесс и разработать такую таблицу, которая может автоматически производить сложные расчеты для каждого сотрудника.

Для создания автоматизированной таблицы расчёта за основу был взят стандартный метод. На рис. 3 указана таблица, созданная в программе Excel, в которой наглядно показан весь расчет.

В самом верху таблицы располагается стандартная отчетная шапка листа, где необходимо указать организацию, ФИО и должность сотрудника, а также отчетный период, в котором ведутся расчеты.

Далее прописывается количество оклада и максимальное количество КРІ.

В основной таблице в первом столбике записываются все выполненные задачи и опережение выполнения сроков. Далее сразу же выписывается краткое описание по выполнению. В самом низу при необходимости можно добавить спецзадачу. Вес показателя высчитывается из расчёта:

$$\frac{100 \%}{\text{количество выполненных задач}}; \quad (1)$$

Сумма бонуса считается по формуле:

$$\frac{\text{Оклад за квартал}}{\text{количество выполненных задач}}; \quad (2)$$

Данные в таблице заполняются автоматически за счет созданных формул. Далее в столбцах «План» и «Факт» вносятся данные о том, за сколько дней необходимо было выполнить проект и за сколько он фактически выполнен. Процент выполнения – это деление столбца «План» на «Факт».

Чтобы производить расчет итоговой суммы КРІ за выполнение задачи, необходимо прописать коэффициенты, которые указаны в табл. 2. Для расчета нужно создать условия, которые будут соответствовать заданным показателям.

Таблица 2

### Коэффициенты для расчета КРІ

Результат выполнения плана	Коэффициент КРІ
Выполнение $\geq 100$ %	0
Выполнение $< 119,99$ %	0,2
Выполнение $< 129,99$ %	0,4
Выполнение $< 139,99$ %	0,6
Выполнение $< 149,99$ %	0,8
Выполнение $\geq 150$ %	1

Запись условия использована с помощью функции ЕСЛИ. В конечном итоге вид формулы выглядит следующим образом:

Если процент выполнения  $\leq 100$  %, то дополнительная выплата = 0;

Если процент выполнения  $< 119,99$  %, то сумма бонуса умножается на 0,2;

Если процент выполнения  $< 129,99$  %, то сумма бонуса умножается на 0,4;

Если процент выполнения  $< 139,99\%$ , то сумма бонуса умножается на 0,6;

Если процент выполнения  $< 149,99\%$ , то сумма бонуса умножается на 0,8;

Если процент выполнения  $\geq 150\%$ , то сумма бонуса умножается на 1.

Аналогично данные коэффициенты применяются и в обратную сторону, когда задача выполнена с задержкой, в формуле они будут указываться со знаком минус. В случае если в таблице присутствует спецзадача, то расчет выполняется иначе, а именно: % выполнения считается только если задача выполнена на 100 %, и оплата за нее будет равная размеру сумме бонуса KPI (например, см. рис. 3). Итог суммируется и к выплате прописывается оклад за квартал + премиальная часть.

Так как данная таблица рассчитана на одного сотрудника, то в приложении Excel заранее создаются листы на каждого сотрудника и добавляются/убираются при необходимости.



Наименование организации		Месный КР		Утверждено:		(Фамилия, имя, отчество)	
ФНО сотрудника:		Иванов Иван Иванович		Дата:		20 г.	
Расчетный период:		20 г.		Должность:			
Мотивация		Сумма, руб.		Доля, %			
Оклад		80 000 (восемьдесят тысяч)		50%			
Премия КР		80 000 (восемьдесят тысяч)		50%			
ИТОГО:		160 000 (сто шестьдесят тысяч)		100%			
Счетный показатель	Описание выполненной задачи	Вес показателя, %	Сумма бонуса КР, руб.	План	Факт	Процент выполнения	Сумма КР к выплате, руб.
Опрежение deadline (Задача 1)		20,00%	48 000	17	16	106,25%	9 600
Опрежение deadline (Задача 2)		20,00%	48 000	14	11	127,27%	19 200
Опрежение deadline (Задача 3)		20,00%	48 000	8	10	80,00%	-9 600
Опрежение deadline (Задача 4)		20,00%	48 000	7	6	119,30%	9 600
Опрежение deadline (Задача 5)		20,00%	48 000	19	14	135,71%	28 800
Специальная (либо выполненная, либо нет)		20,00%	48 000	0	0	0,00%	0
Кол-во выполненных задач:	Итого:	100%	240 000				57 600р.
Ознакомлен (сотрудник):		Сумму к выплате утверждаю:		Дата:		(подпись) (расшифровка)	
Дата:		20 г.		Дата:		20 г.	
Итого к: 252 800р.							

Рис. 3. Автоматизированная таблица в системе Excel для расчёта выплат КР

### **Разработка сводной таблицы**

Для наиболее эффективной автоматизации процесса расчета мотивационно-премиальной системы необходимо, кроме введения таблиц для расчета бальной системы и системы КРІ, разработать сводную таблицу, в которой будет отображены все выплаты для каждого сотрудника.

На рис. 4 изображена таблица расчета заработной платы. Шапочка листа заполняется согласно требованию, далее в таблице вносятся данные сотрудников и с помощью ссылок данные о выплатах критериев и КРІ дублируются с других листов Excel и в конце все выплаты суммируются с окладом.



Таким образом кроме введения мотивационной системы была разработана таблица для автоматизированного расчета выплат мотивационно-премиальной системы.

Важно помнить о том, что кроме высокой производительности, необходимо учитывать человеческий фактор и ресурсы человеческого организма, при введении мотивационной системы, сотрудники начинают затрачивать больше усилий, поэтому для корректной работы мотивационной системы без вреда сотрудникам компании необходимо внедрить ISO 45003:2021 [8].

При внедрении стимулирования работников может возникнуть проблема того, что сотрудники начнут истощать свои максимальные возможности.

Внедрение ISO 45003:2021 «Охрана здоровья и безопасность труда – Менеджмент риска защиты здоровья и безопасности труда – Руководство по внедрению» поможет организации оптимизировать процессы управления рисками, улучшить условия работы для сотрудников и предотвратить возможные несчастные случаи.

Кроме того, этот стандарт способствует повышению эффективности бизнеса, улучшению репутации компании и снижению общих затрат на решение проблем, связанных с безопасностью и здоровьем на рабочем месте.

Таким образом, результаты проведенных работ свидетельствуют, что разработка мотивационно-премиальной системы, как элемента ИСМ в организации способствует повышению эффективности бизнес-процессов, улучшению взаимодействия между различными подразделениями компании, а также обеспечивает стабильность и надежность в управлении рисками. Такая система является необходимым инструментом для современного успешного бизнеса, обеспечивая высокое качество продукции/услуг, повышение конкурентоспособности и удовлетворение потребностей клиентов.

### **Литература**

1. Бессонова Г. Б., Сопоев А. Ф., Шуваев М. А. Психологическая мотивация как инновационный инструмент повышения производительности труда на предприятиях торговли (на примере компании ЗАО «Тендер») // Экономика и обще-

ство в условиях турбулентности внешней среды: Материалы всероссийской научно-практической конференции; ответственный редактор О. Б. Мизякина. 2015. С. 42–46.

2. Соловьева М. В., Смирнова И. Л. Некоторые подходы к оценке устойчивого развития предприятия // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2020. № 2(35). С. 109–118.

3. ГОСТ ISO 9000. Системы менеджмента качества: Технический Комитет 176. М. : ВНИИС, 2015. 52 с.

4. ГОСТ ISO 9001:2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М. : ВНИИС, 2015. 32 с.

5. Белоус А. Б. Теория и методология управляемости строительной организации»: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. СПб., 2008. 96 с.

6. Приходько А. Н., Иванов И. М. Выявление мотивационных жизненных ориентиров сотрудников в организациях // Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве: Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции. СПб., 2023. С. 146–150.

7. Мансурова Ф. Ф. Система KPI как метод оценки системы мотивации, ориентированной на результат на промышленном предприятии // Синергия Наук. 2023. № 81. С. 627–637.

8. ГОСТ ISO 45003:2021. Менеджмент охраны здоровья и безопасности труда. Психическое здоровье и безопасность на работе. Руководящие указания по управлению психосоциальными рисками. М. : ВНИИС, 2021. 46 с.

УДК 691; 699.8

Екатерина Евгеньевна Тарасова,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

E-mail: tarasovaekaterina032@gmail.com

Ekaterina Evgenievna Tarasova,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: tarasovaekaterina032@gmail.com

## ЗАЩИТНЫЕ ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ТЯЖЁЛОГО ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

### FASTENINGS EPOXY COMPOSITES FOR HEAVY HYDRAULIC CONCRETE

Приведены характеристики, которыми должны обладать покрытия для гидротехнических сооружений: гидрофобность, экологичность, морозостойкость, ударопрочность, низкая смачиваемость. Разработано покрытие для гидротехнических бетонов, на основе эпоксидного олигомера ЭД-20 с триэтиленetetраминном. Приведены результаты исследований покрытия на морозостойкость, прочность и водопоглощение. Установлено положительное влияние защитного полимерного покрытия на основе модифицированного 2D-графеном эпоксидного олигомера ЭД-20 и триэтиленetetрамина на свойства тяжелого гидротехнического бетона: значительно снижено водопоглощение, увеличилась прочность при сжатии. Для значительного снижения водопоглощения модифицированные 2D-графеном эпоксидные композиты более эффективны, чем немодифицированные. Представлены плюсы использования вторичной защиты в виде полимерного покрытия.

*Ключевые слова:* антиобрастающее покрытие бетона, состав, полимеры, сополимеры, наномодификатор, структура, свойства.

The characteristics, that coatings for hydraulic structures should have are given: hydrophobicity, environmental friendliness, frost resistance, impact resistance, low wettability. Coatings for hydraulic engineering concretes based on the epoxy oligomer ED-20 with triethylenetetramine have been developed. The results of coating studies on frost resistance, strength and water absorption are presented. The protective polymer coating based on the ED-20 epoxy oligomer modified with 2D graphene and triethylene tetramine revealed a positive effect on the properties of heavy hydraulic concrete: water absorption is significantly reduced and compressive strength is increased. The graphene-modified 2D epoxy composites are more effective than unmodified ones for significant reduction of water absorption. The advantages of using secondary protection in the form of a polymer coating are presented

*Keywords:* antifouling coating of concrete, composition, polymers, copolymers, nanomodifier, structure, properties.

## **Введение**

Проблема коррозии и разрушения гидротехнических конструкций всегда являлась и остаётся очень острой, т.к. увеличивает риски аварий и снижает сроки эксплуатации ответственных дорогостоящих конструкций и сооружений. Широкое использование защитных антикоррозионных, в том числе противообрастающих покрытий для защиты гидротехнических сооружений (причалов, шлюзов, дамб, конструкций мостов, водоводов и резервуаров очистных сооружений и другое) ограничивается высокой ценой их производства. Тем не менее, прогресс химической технологии в сфере синтеза полимеров и возможности регулирования свойств конечных продуктов модификацией уже имеющихся на рынке полимерных материалов позволяют получать и предлагать защитные покрытия нового поколения для гидротехнического строительства, экономически выгодные и эффективные.

Хорошие гидрофобные характеристики большинства полимерных покрытий, их биологическая инертность, т. е. содержание в составе веществ, слабо взаимодействующих или не взаимодействующих вовсе с биологическими агентами, позволяют надеяться на снижение вероятности обрастания поверхности гидротехнических сооружений в различных климатических районах РФ и без какого-либо ущерба водной среде.

Успешно развивающиеся в последнее десятилетие методы наномодификации в строительном материаловедении позволяют качественно улучшать структуру и, соответственно, свойства материалов, в том числе, гидроизолирующих и защитных полимерных композитов.

Возможность применения метода структурной модификации полимеров малыми добавками связана с введением в состав базовых полимеров малых количеств веществ, содержащих активные функциональные группы. Модификация, как правило, осуществляется с использованием веществ, обладающих повышенной реакционной способностью: олигомерными полиэфирами, фенолоформальдегидными и эпоксидными смолами, полиакрилатными и полиуретановыми веществами и др.

К защитным антикоррозионным покрытиям гидротехнических конструкций предъявляются следующие требования:

1) устойчивость к солнечному излучению, в том числе, к ультрафиолетовому;

2) инертность (отсутствие токсичности) по отношению к биологическим агентам водной среды;

3) гидрофобность, т. е. высокое значение краевого угла смачивания материала покрытия;

4) водоотталкивающие свойства (низкая смачиваемость) поверхностей, способствующая улучшению параметров гидродинамического сопротивления элементов конструкций, особенно при высоких динамических нагрузках водной среды;

5) высокая химическая стойкость в морской и пресной воде и к различным факторам (кислороду воздуха, коррозионно-активным газам, компонентам выбросов промышленных предприятий) и, возможно, некоторые дополнительные требования в зависимости от конкретно сооружения.

Прогресс в области синтеза полимерных материалов, создание новых смесевых композитов и их модификация позволяет реализовывать эти требования.

### **Материалы и методы испытаний**

В рамках НИР «Проектирование состава антиобрастающего полимерного плёночного покрытия и оценка влияния на гидротехнический бетон» нами было разработано и предложено покрытие гидротехнического бетона на основе модифицированного наноуглеродной добавкой доступного эпоксидного олигомера.

Для создания защитного покрытия в работе мы использовали эпоксидиановую смолу марки ЭД-20; в качестве с отвердителя использовали вещество класса аминов – триэтилентетрамин (ТЭТА). В качестве модификатора использовали наноструктурный 2D-графен, который был получен от его создателей, ученых ФГБУ «НИИСК» имени академика С. В. Лебедева.

2D-графен был синтезирован методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (так называемый СВС-процесс). Для получения 2D-графена был использован многотоннажный отход целлюлозно-бумажной промышленности, состоящий из



целлюлозы и лигнина. Отход накапливается в отвалах Архангельского целлюлозно-бумажного комбината и занимает полезные площади [1].

Полимерный композит получали методом последовательного совмещения компонентов системы: эпоксидная смола, порошок 2D-графена, отвердитель ТЭТА. Система требует тщательного перемешивания. Срок жизни смеси 30–45 минут, зависит от температуры.

Отверждение композита на бетонных образцах осуществляли в течение 7 суток при комнатной температуре ( $\sim 20 \pm 2$  °C).

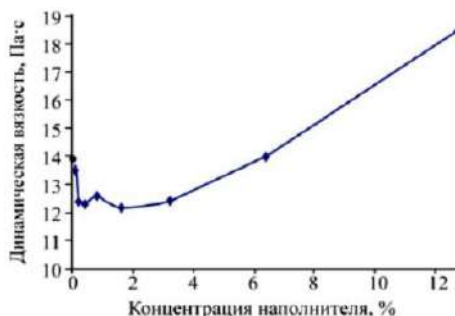
Морозостойкость бетонных образцов-кубиков определяли ускоренным dilatометрическим методом, основанным на измерении разности объемных деформаций бетонного и стандартного образцов по ГОСТ 10060.3–95.

Влияние наномодификатора на вязкость эпоксидной смолы ЭД-20 было исследовано dilatометрическим методом.

Прочность при ударе отвержденного полимерного покрытия толщиной 1,0–1,2 мм на стальной пластине в зависимости от содержания 2D-графена оценивали по ГОСТ Р 53007-2008 «Материалы лакокрасочные. Метод испытания на быструю деформацию (прочность при ударе)».

### Результаты исследования и их обсуждение

На рисунке представлена зависимость динамической вязкости эпоксидного олигомера ЭД-20 от содержания 2D-графена.



Влияние концентрации 2D-графена на динамическую вязкость эпоксидного олигомера ЭД-20

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что модификация эпоксидного олигомера ЭД-20 наноуглеродным 2D-графеном в количестве до 4,5 % масс. приводит к снижению динамической вязкости. Можно предположить, что 2D-графен при содержании до 2 % масс. в эпоксидной смоле выполняет роль пластификатора, возможно, за счёт снижения трения течения пластинчатыми частицами наноуглерода, и, таким образом улучшает подвижность (текучесть) смолы.

Повышение концентрации 2D-графена свыше 4,5 % масс. приводит к увеличению вязкости эпоксидной смолы. Это снижает её способность к совмещению при создании композиций.

Полимерное отвержденное покрытие было испытано на ударную прочность. Установлено, что повышение ударной прочности полимерного покрытия наблюдается при содержании в эпоксидном олигомере 2D-графена в количестве 2,4–3,2 % масс. (табл. 1).

Таблица 1

**Ударная прочность пленочных покрытий эпоксидных композитов на основе ЭД-20+ТЭТА в зависимости от содержания 2D-нанографена**

Количество 2D-графена, %	0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0
Испытание пройдено (+), не пройдено (–) при высоте (см) падения груза	+10 –20	+10 –20	+10 –20	+10 –20	+10 –20	+10 –20	+10 +20 –30	+10 +20 + 30 –40	+10 –20

Из данных таблицы следует, что оптимальным количеством для обеспечения ударной прочности покрытия является содержание 2D-графена 3,2 % масс. Эффект упрочнения, скорее всего, связан с изменением модуля упругости модифицированного 2D-графеном композита. Также, возможно, что в оптимально наполненном нанографеном составе создаются условия формирования особой структуры с более

эффективной диссипацией (распределением) энергии удара в объеме полимерной матрицы [2, 3].

Таким образом, оптимальный по вязкости и по ударной прочности состав полимерной композиции на основе олигомера ЭД-20+ТЭТА содержит 3 % масс. 2D-графена. Этот состав был нанесен в виде пленочного покрытия на образцы кубики 7×7×7 см гидротехнического бетона 2-х разных составов, отличающихся по плотности: В-25 и В-35. Характеристики образцов бетона с покрытием представлены в табл. 2.

Таблица 2

### Характеристики образцов тяжёлого гидротехнического бетона

№ образцов	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Морозостойкость, циклы	Прочность при сжатии, МПа
1.0	2440	2,46	400	38,9
1.1	2400	0,07	1000	44,0
1.2	2370	0,04	800	39,5
2.0	2250	4,27	200	23,7
2.1	2220	0,42	300	24,2
2.2	2250	0,21	300	31,5

*Примечание:* образцы без покрытия (1.0 и 2.0); то же с полимерными покрытиями: без наномодификатора (1.1 и 2.1), с 2D-графеном 3 % масс. (1.2 и 2.2).

Анализируя данные, представленные в табл. 2, можно отметить, что эпоксидное полимерное покрытие в обоих случаях образцов бетона с разной плотностью значительно снизило водопоглощение. Водопоглощение образцов с 2D-графеном уменьшилось в 2 раза, по сравнению с образцами без наномодификатора.

Прочность при сжатии образцов более плотного бетона В-35 с наномодифицированным покрытием оказалась меньше, чем у образца с покрытием без наномодификатора: 39,5 МПа по сравнению с 44 МПа.

Есть предположение, что в данном случае могло повлиять качество нанесения покрытия. У образцов менее плотного бетона с полимерными покрытиями прочность при сжатии выше у образца с наномодификатором: 31,5 МПа по сравнению с 24,2 МПа.

### **Выводы**

Анализ результатов проведенных исследований позволяет сделать следующий вывод: эпоксидное пленочное покрытие гидротехнического бетона положительно влияет на его свойства, а именно, существенно снижает водопоглощение, повышает прочность при сжатии более пористого бетона. Ещё более значительное снижение водопоглощения выявлено у образцов бетона с наномодификатором 2D-графеном.

Модифицированные полимерные композиты продемонстрировали высокую эффективность в гидротехническом бетоне с меньшей плотностью. Однако для более плотного тяжелого бетона модификация эпоксидного олигомера 2D-графеном с целью повышения прочности на сжатие оказалась менее очевидной. Возможно, на это повлияло качество нанесения покрытия, что, вероятно, требует дополнительной проверки.

### **Заключение**

Для продления сроков эксплуатации гидротехнических сооружений необходимо предпринимать защитные меры по предотвращению коррозионного разрушения и укреплению поверхности цементных бетонов, контактирующих с водой и биологическими организмами водных сред [4, 5]. Необходимы мероприятия по обеспечению наиболее плотной структуры бетона, снижению водопоглощения, повышению морозостойкости, повышению ударной прочности, увеличению гидрофобности поверхности бетонов гидротехнических конструкций. Вторичная защита в виде полимерного покрытия не только снизит в дальнейшем затраты на ремонт, но и обеспечит повышенную долговечность сооружений. Защита бетона полимерными покрытиями с использованием наномодификатора 2D-графена приводит к улучшению его свойств, в том числе, снижению водопоглощения и повышению морозостойкости.

### Литература

1. *Voznyakovsky A. P., Neverovskaya A. Yu., Otvalko Ja. A., Gorelova E. V., Zabelina A. N.* Facile synthesis of 2d carbone structures as a filler for polymer composites // *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*. 2018. Vol. 9. № 1. P. 125–128.
2. *Иржак Т. Ф., Иржак В. И.* Эпоксидные нанокомпозиты // *Высокомолекулярные соединения*. Сер. А. 2017. Т. 59. № 6. С. 485–522.
3. *Li W., Dichiara A., Bai J.* Carbon nanotube-graphene nanoplatelet hybrids as high-performance multifunctional reinforcements in epoxy composites // *Composites Science and Technology*. 2013. Vol. 74. P. 221–227.
4. *Матвеева Л. Ю.* Коррозия и защита строительных материалов. Ч. 1. Коррозия и защита металлических, каменных и бетонных материалов и конструкций / СПбГАСУ. СПб., 2017. 99 с.
5. *Карпов В. А., Ковальчук Ю. Л., Полтаруха О. П., Ильин И. Н.* Комплексный подход к защите от морского обрастания и коррозии. М., 2007. 156 с.

**УДК 624.05**

*Сергей Дмитриевич Шевчук,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: Shevchuk1999@gmail.com*

*Sergey Dmitrievich Shevchuk,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: Shevchuk1999@gmail.com*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ЗАЗОРОВ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

### **OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF MEASURING THE GAPS OF FLANGE CONNECTIONS**

Фланцевые соединения играют ключевую роль в различных отраслях промышленности, включая нефте- и газодобычу, химическую и пищевую промышленность, энергетическую отрасль и другие. Неплоскостность фланцевых соединений представляет собой одно из ключевых качественных требований к металлоконструкциям, так как любые отклонения от плоскостности могут привести к проблемам с герметичностью и долговечностью соединений. Согласно ГОСТ, отклонения от плоскостности могут привести к перекосам при затяжке, неравномерной нагрузке на крепеж, преждевременному разрушению прокладок и утечкам рабочей среды. В данной статье рассмотрим основные причины неплоскостности, методы её выявления и устранения, а также требования к ним. Представлены эффективные методики устранения неплоскостности, включая механическую правку, термическую обработку и технологические приемы монтажной подгонки. Рассмотрены нормативные требования ГОСТ и других стандартов, регламентирующих допустимые отклонения.

*Ключевые слова:* металлоконструкции, фланцевые соединения, плотность соединения, зазоры во фланцевом соединении, контроль геометрии, герметичность.

Flanged joints play a key role in various industries, including oil and gas production, chemical and food industries, power engineering and others. Non-flatness of flanged joints is one of the key quality requirements for metal structures, since any deviations from flatness can lead to problems with tightness and durability of connections. According to GOST, deviations from flatness can lead to distortions during tightening, uneven load on fasteners, premature destruction of gaskets and leaks of the working medium. This article considers the main causes of non-flatness, methods for its detection and elimination, as well as requirements for them. Effective methods for eliminating non-flatness are presented, including mechanical straightening, heat treatment and

technological methods of assembly adjustment. Regulatory requirements of GOST and other standards governing permissible deviations are considered.

*Keywords:* metal structures, flange connections, connection leaks, gaps in flange connections, geometry control, tightness.

Фланцевые соединения (рис. 1) состоят из двух фланцев, уплотнительного кольца и крепежных элементов (болты и гайки). Существуют различные типы фланцев, каждый тип которых предназначен для определенных условий эксплуатации и имеет свои преимущества и недостатки.

- приварные фланцы;
- фланцы с резьбой;
- свободные фланцы;
- фланцы с плоским торцом.

Материалы, используемые для изготовления фланцев, варьируются в зависимости от условий эксплуатации. Основными материалами являются:

- Углеродистые стали широко применяются благодаря своей доступности и достаточной прочности для большинства применений.
- Нержавеющие стали используются в агрессивных средах, где требуется высокая коррозионная стойкость.
- Легированные стали применяются при высоких температурах и давлениях благодаря улучшенным механическим свойствам.
- Цветные металлы (например, медь, никель) используются в специальных применениях, требующих уникальных свойств материалов, таких как высокая проводимость или коррозионная стойкость.

Углеродистые и низколегированные стали широко применяются из-за своей доступности и экономичности, в то время как нержавеющие и высоколегированные стали используются там, где необходима высокая коррозионная стойкость и прочность при экстремальных температурах.

Фланцевые соединения регламентируются различными международными и национальными стандартами, которые определяют размеры, допустимые отклонения, материалы и методы испытаний. Наиболее распространенные стандарты включают:

- ASME B16.5 – стандарты для фланцев и соединительных элементов трубопроводов.
- DIN EN 1092 – европейский стандарт для фланцев из различных материалов.
- ГОСТ 23118–2012 (и его предыдущие редакции) регулирует фланцы стальные для соединений трубопроводов, аппаратов и оборудования.



Рис. 1. Типовой фланцевый узел типа «колонна-ригель»

Рассмотрим основные аспекты этого стандарта, включая его структуру, типы фланцев, технические требования и области применения.

ГОСТ 23118 охватывает следующие аспекты:

Область применения: стандарт распространяется на стальные фланцы, используемые в трубопроводных системах, а также в соединениях аппаратов и оборудования, работающих при давлении до 20 МПа и температуре до 600 °С.

Типы фланцев: стандарт включает различные типы фланцев, предназначенных для различных условий эксплуатации.



**Материалы:** Основными материалами для изготовления фланцев по ГОСТ 23118 являются углеродистые и легированные стали. Конкретные марки сталей и их химический состав регламентируются стандартом. Также учитываются требования к механическим свойствам, такие как предел текучести, предел прочности и удлинение.

**Конструкция и размеры:** стандарт определяет конструктивные размеры фланцев, включая диаметр, толщину, диаметр болтовых отверстий и их расположение. Также устанавливаются допустимые отклонения и допуски.

**Технические требования:** включают требования к поверхности фланцев, их механическим свойствам, испытаниям на герметичность и методы контроля качества.

В частности, рассматриваются требования к обработке поверхности (чистота обработки, отсутствие дефектов), а также методы неразрушающего контроля, такие как ультразвуковая и радиографическая дефектоскопия.

Основным положением, которое хотелось бы рассмотреть в работе, является неплоскостность фланцевых соединений, регламентируемая таблицей Б1 п. 4.2.3

Неплоскостность фланцевых соединений представляет собой одно из ключевых качественных требований к металлоконструкциям, так как любые отклонения от плоскостности могут привести к проблемам с герметичностью и долговечностью соединений. В данной статье рассмотрим основные причины неплоскостности, методы её выявления и устранения, а также требования к ним.

Причины неплоскостности фланцев:

- производственные дефекты;
- монтажные ошибки;
- эксплуатационные факторы;
- материальные дефекты.

Методы выявления неплоскостности:

- Визуальный осмотр:

Использование шаблонов и лекал для первичной оценки плоскостности фланцев.

- Механические методы:

Измерение щупом – использование щупа для проверки зазоров между сопрягаемыми поверхностями фланцев, контроль при помощи поверочной линейки – установка поверочной линейки на поверхность фланца и измерение зазоров с помощью щупов.

- Оптические методы:

Интерферометрия – метод используется для точного измерения микронных отклонений от плоскостности, лазерное сканирование-применение лазерных сканеров для создания трёхмерной модели фланцев и определения их плоскостности.

Методы устранения неплоскостности:

- Механическая обработка:

- Шлифование: использование шлифовальных станков для достижения необходимой плоскостности фланцев.
- Фрезерование: применение фрезерных станков для обработки поверхности фланца.

- Исправление монтажа:

- Правильное затягивание болтов: затягивание болтов по схеме крестообразного или звездообразного порядка, что обеспечивает равномерное распределение напряжений.
- Использование подкладок и выравнивающих элементов: применение специальных прокладок для компенсации отклонений от плоскостности.

- Термическая обработка:

- Нагрев и охлаждение.

- Контроль и корректировка в процессе эксплуатации:

- Регулярный мониторинг.
- Использование компенсаторов.

Нередко случаются ситуации, когда при монтажных работах контролер ОТК отказывается подписывать документацию, из-за того, что зазор фланцевого соединения составляет более 0,3 мм, иначе говоря, фланец имеет «грибовидную» форму.

Целью исследования было узнать, влияет ли неплотность рабочих поверхностей на несущую способность узла, и, возможно, в будущем регламент приема конструкций по ГОСТ 23118 будет пересмотрен.

Были проанализированы отчеты по численным расчётам в ПО IDEA StatiCa характерных типов узлов с соответствующими физическими и геометрическими характеристиками на различные сочетания нагрузок и исполнительная документация с перечнем отклонений от требований СП 70.13330.2012 при производстве и приемке работ. Были сконструированы схемы болтовых фланцевых соединений с пометками о требуемой величине зазора в типовых соединениях (рис. 2).

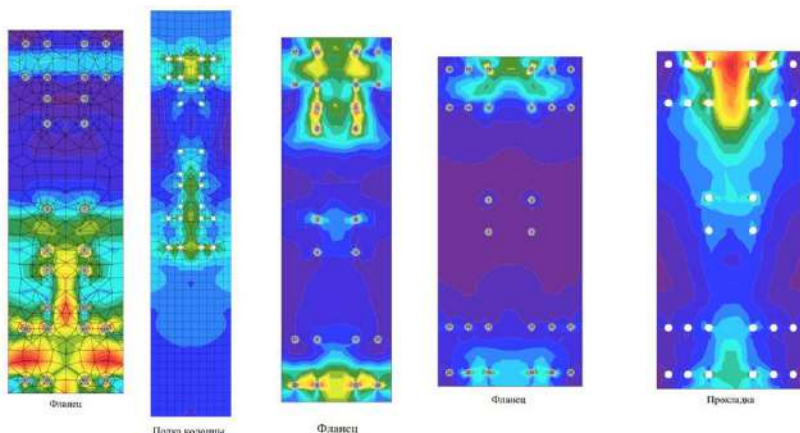


Рис. 2. Схема напряжений в типовых конструкциях фланцевых соединений

Согласно расчетам, наибольшие напряжения возникают у стенки и полки балки, несущая способность узла обеспечивается. Так, анализируя расчеты узлов, можно прийти к выводу, что зазор 0,3мм обязательно должен соблюдаться в районе балки, это в свою очередь гарантируется конструкцией узла (правильной затяжкой высокопрочных болтов), а вот по краям фланца данное требование излишне и в некоторых зонах может быть увеличено вплоть до 4 мм (рис. 3).

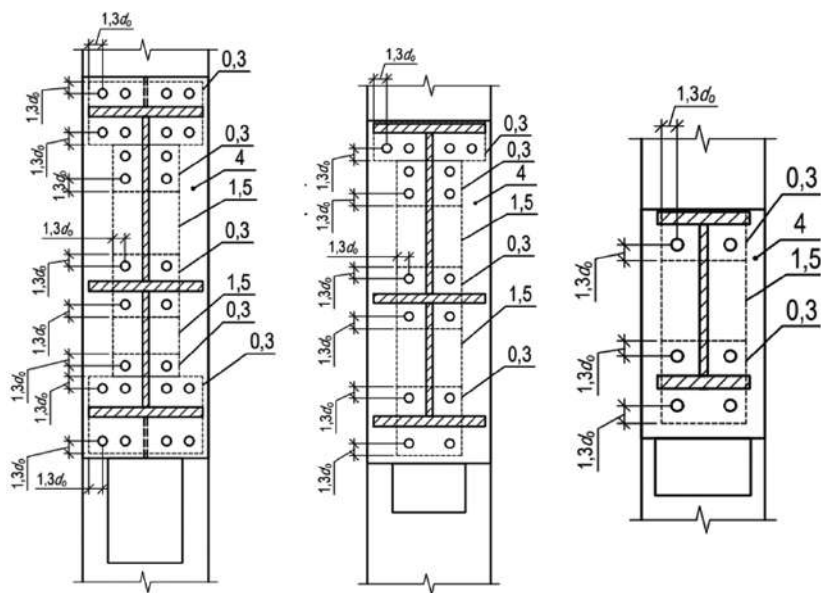


Рис. 3. Определение размеров зазора согласно расчетам

Рассматриваемая проблема представляет значительную актуальность в современных условиях широкого применения фланцевых соединений в промышленном строительстве. Практика монтажа регулярно демонстрирует случаи, когда соблюдение действующих требований ГОСТ по плоскостности 0,3 мм оказывается технически недостижимым вследствие:

- накопленных допусков размеров конструктивных элементов;
  - погрешностей изготовления и приемки;
  - геометрических несоответствий сопрягаемых поверхностей.
- Жесткое следование действующим нормативам приводит к:
- браковке несоответствующих узлов с необходимостью доработки;
  - росту логистических и финансовых затрат (транспортировка, переделка);
  - нерациональному использованию трудовых ресурсов;

- простоям на монтажных площадках.
- Предлагаемый пересмотр допусков по ГОСТ 23118 позволит:
- увязать нормативные требования с реальными производственными и монтажными условиями;
- снизить экономические потери при сохранении работоспособности соединений;
- учесть экспериментальные данные, подтверждающие сохранение герметичности при умеренном увеличении допуска (до 0,5 мм) при правильном подборе прокладочных материалов и контроле усилия затяжки.

Данная позиция подтверждается результатами испытаний фланцевых соединений с различной степенью плоскостности

#### **Литература**

1. Болтовые фланцевые рамные соединения балок с колоннами стальных каркасов зданий и сооружений / НИПИ Промстальконструкция. М., 2023г. 24 с.
2. ГОСТ 23118–2019. Конструкции стальные строительные. М., 2019. С. 25–29.
3. Пособие по проектированию стальных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. М., 1985. С. 46.
4. Митин С. В. Монтажные соединения на болтах с контролируемым натяжением [Электронный ресурс]. URL: <https://ceiis.mos.ru/presscenter/nauchno-publitsisticheskie-stati/detail/11430981.html> (дата обращения: 03.10.2025).

**УДК 504**

*Виктория Юрьевна Васильева,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: vasileva.victoria.87@gmail.com*

*Viktoria Yurevna Vasilyeva,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: vasileva.victoria.87@gmail.com*

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE CONSTRUCTION OF CIVIL ENGINEERING FACILITIES**

В статье рассмотрены источники негативного воздействия современного строительства гражданских объектов и их влияние на состояние атмосферного воздуха, гидросферы, литосферы и акустической среды. Проанализированы основные факторы загрязнения экосистемы на различных этапах строительства и выявлены источники воздействия строительной отрасли на состояние окружающей среды. На основе оценки воздействия на окружающую среду представлены способы устранения проблем и решения по минимизации экологического ущерба. Особое внимание уделено мероприятиям по утилизации отходов и оптимальным методам по снижению негативного акустического воздействия на строительной площадке.

*Ключевые слова:* экологические проблемы, строительство, воздействие на окружающую среду, атмосфера, гидросфера, литосфера, акустическая среда.

The article examines the sources of the negative impact of modern construction of civil facilities on the state of atmospheric air, the hydrosphere, the lithosphere and the acoustic environment. The main factors of ecosystem pollution at various stages of construction are analyzed and the sources of impact of the construction industry on the state of the environment are identified. Based on the assessment of the environmental impact, methods for eliminating problems and solutions to minimize environmental damage are presented. Special attention is paid to waste management measures and optimal methods for reducing the negative acoustic impact on construction sites.

*Keywords:* environmental problems construction environmental impact atmosphere hydrosphere lithosphere acoustic environment.

С ежегодным увеличением населения больших и малых городов значимость экологической безопасности растет с каждым днем, так как наиболее серьезное негативное воздействие на окружающую среду оказывает строительство, начиная с добычи строительных материалов и заканчивая эксплуатацией построенных объектов. Поэтому вопрос об обеспечении экологической безопасности остается одной из важных проблем в строительной сфере.

В первую очередь, данная отрасль негативно влияет на *атмосферу*, загрязняя воздух. Основными источниками являются: производство строительных материалов и конструкций; строительно-монтажные работы; разработка месторождений нерудных строительных материалов [1].

При производстве строительных материалов происходит множество технологических процессов, из-за которых происходит выброс загрязняющих веществ в атмосферу; к таким процессам относятся: разгрузка, перемещение, хранение и сжигание остатков, а также работы цехов по сварке, покраске, обработке и прочее. Более того, строительные машины и механизмы тоже оказывают негативное воздействие на состояние атмосферного воздуха. Во-первых, перевозка в открытых вагонах и автомашинах сыпучих строительных материалов приводит к их распылению. Во-вторых, сами машины и техника на дизельном топливе оказывает влияние из-за выброса выхлопных газов.

Если разобрать состав выбросов на примере строительства в 3 этапа: подготовительные работы, возведение надземной части, благоустройство территории [2], то самыми частыми загрязняющими веществами за все этапы являются: азота диоксид (диоксид азота; пероксид азота) – 54,3 %; азот (II) оксид (азот монооксид) – 4,3 %; углерод (Пигмент черный) – 11,6 %; сера диоксид – 2,6 %; углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ) – 7,3 %; керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный) – 6 %. Из других встречающихся загрязняющихся веществ можно отметить: железо (II, III) оксиды, марганец и его соединения, фтористые газообразные соединения, фториды плохо растворимые – их выброс обусловлен тем, что на основном этапе строительства, возведении здания, происходят строительно-монтажные работы, о которых излагалось выше.

Ситуацию усугубляет факт, что при строительстве на территории городов с нахождением в нем высотных домов, продуваемость отсутствует, поэтому на уровне первых этажей скапливаются вредные выбросы, что приводит не только к ухудшению состояния экосистемы, но и к различным заболеваниям человека.

Рассматривая ухудшение *гидросферы* от строительной отрасли, учитывается влияние на поверхностные и подземные воды. Основной проблемой является загрязнение двух составляющих гидросферы. Источником загрязнения служат неочищенные сточные воды предприятий. Загрязненные поверхностные воды становятся непригодным обитанием микроорганизмов и приводит к их гибели из-за покрытия поверхности воды пленкой нефтепродуктов, которая не пропускает свет в нижние слои водоема. В дальнейшем водоем зарастает водорослями. Загрязнение грунтовых вод приводит не только к ухудшению их качества, но и качества самих водных экосистем.

Стоит отметить немаловажное воздействие такого фактора на гидросферу, как истощение водных ресурсов. Чрезмерное водопотребление поверхностных и грунтовых вод приводит к уменьшению запасов, так как вода является одним из используемых материалов в строительстве в качестве растворителя, поглотителя, теплоносителя и прочее. Подземные воды не смогут восполнить свои запасы, так как происходит осушение карьеров и тоннелей, что приводит к снижению уровня воды в поверхностных водах и проседанию водоносного горизонта. Более того, в некоторых районах, где темпы откачки особенно высоки, почва под жилыми домами проседает на десятки сантиметров в год.

*Литосфера* также подвержена воздействию строительной отрасли. В соответствии с нормативно-правовыми документами растительный слой, снятый в период земляных работ, должен быть сохранен для дальнейшей рекультивации [3, 4]. Игнорирование правил обращения с природным слоем приводит к его уничтожению, т. к. он может смешаться с песком или глиной, а потому использование его для благоустройства территории станет невозможным.

Другой причиной ухудшения состояния литосферы представляет собой загрязнение почвы нефтепродуктами и соединениями тяжелых



металлов, источником которых являются выбросы строительного оборудования и машин, а также используемые стройматериалы при их транспортировке, хранении и несанкционированного захоронения. Это приводит к нарушению процесса самоочищения, снижению биопродуктивности земли, а накопленные в почве токсичные вещества прерывают развитие микроорганизмов и ведут к их уничтожению.

Без внимания не остается также процесс покрытия почвы цементными плитами при возведении фундамента здания и асфальтом при строительстве дорог – это называется запечатывание почвы, который приводит к нарушению влажностного режима застроенной территории жилыми домами и развитию подтопления [5].

Стоит рассмотреть воздействие современного строительства на акустическую среду – шумовое и вибрационное воздействие свыше установленных нормативов.

Источником обоих факторов является технологическое оборудование и инструменты, используемые во время строительства, начиная с земляных работ и заканчивая благоустройством территории. В таблице приведены примерные уровни шума, исходящие от строительного процесса [1, 6].

#### Характеристика шумового уровня на строительной площадке

Бульдозер	90–110 дБА
Самоходны скрепер на колесном тракторе	100–120 дБА
Компрессоры	100–120 дБА
Сваебойное оборудование	до 110 дБА
Проезд грузового автомобиля	115 дБА
Перфоратор/дрель	90–95 дБА
Циркулярная пила	90 дБА
Отбойный молоток	на расстоянии 1 м – 120 дБА

Предельный уровень шума для человека равен 80 дБА. Исходя из примерных данных таблицы, можно наглядно увидеть превышение этого уровня, что может влиять на организм человека, а при длительном нахождении человека в условиях повышенного шума возможно его заболевание.

Вибрационное воздействие вызвано не только строительным оборудованием, но и процессами, такими как взрывные работы. Превышение показателей вибрации оказывает не только негативное воздействие на здоровье человека, но и снижает устойчивость зданий и сооружений.

В результате оценки проблем, отрицательно влияющих на окружающую среду, можно сделать вывод о необходимости введения мероприятий для экологической защиты и снижения негативного воздействия на нее.

Основной причиной, выявленной из оценки состояния экологической обстановки при строительстве гражданских объектов, является выброс загрязняющих веществ. В первую очередь, стоит отметить важность мониторинга загрязнения аспектов окружающей среды, чтобы вовремя принимать меры по предотвращению загрязнения.

Один из оптимальных способов решения выбросов загрязняющих веществ при строительстве – это создание малоотходных (безотходных) технологий, такие как: использование строительных машин и механизмов на электроприводе, что повысит не только производительность, но и устранил проблему утечки масла и снизит потребность в техническом обслуживании.

Соблюдение санитарно-защитных зон также поможет улучшить экологическую защиту.

Санкционированные свалки для временного размещения отходов должны быть организованы в пределах не менее 2-х километров от жилой застройки. В дальнейшем санкционированные свалки подлежат рекультивации и перемещению отходов на полигоны захоронения, если они не подлежат вторичному использованию.

Рециклинг отходов также является путем решения проблемы с загрязнением окружающей среды. Каждый вид отхода, созданный путем строительной деятельности, должен проходить через сортировку,

обработку и переработку, измельчение с использованием специальной строительной техники. Технология рециклинга строительных отходов позволит уменьшить скопление строительного мусора на свалках, путем их вторичного использования [7].

Методы по уменьшению воздействия шума и вибрации на акустическую среду включают в себя: использование эффективных СИЗ на строительной площадке для снижения воздействия шума на органы слуха, а также для снижения возникновения профессиональных заболеваний от воздействия вибрации на организм человека; устройство противовибрационных экранов, как приемник колебаний для снижения вибрационного воздействия на окружение за территорией строительной площадки; использование бесшумных строительных механизмов с шумоподавлятелем из полиуретана, которые не превышают допустимый уровень шума при работе с ними [1].

Существует множество иных методов для борьбы с экологическими проблемами, которые разрабатываются и по сей день.

Постоянный научный прогресс и внедрение эффективных технологий для улучшения экологической обстановки снизит негативное воздействие на окружающую среду.

### Литература

1. *Воробьева Е. В.* Экологическая безопасность строительства: учебно-методическое пособие. Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. 44 с.
2. *Нечаева Л. А.* Оценка выбросов загрязняющих веществ на период строительства объектов непроизводственного назначения [Электронный ресурс] // Справочник эколога: эл. Журнал. 2013. № 7. URL: [https://www.profiz.ru/eco/7\\_2013/eco\\_expertiza/](https://www.profiz.ru/eco/7_2013/eco_expertiza/) (дата обращения: 12.10.2024).
3. ГОСТ 17.5.3.06–85. Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/12671/> (дата обращения: 12.10.2024).
4. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054208> (дата обращения: 12.10.2024).
5. *Воронцова Р. Ф.* Оценка воздействия строительства на экологическую устойчивость природных систем // Природообустройство. 2010. № 3. С. 112–116.
6. *Глушенков А. В., Прищип А. А.* Шум на строительной площадке // Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XXIII Республи-

канской студенческой научно-технической конференции, 21–22 апреля 2022 года. Минск: БНТУ, 2022. С. 253–255. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/116813> (дата обращения: 12.10.2024).

7. Хмелевской Н. А. Эффективность переработки строительных отходов методом рециклинга // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. № 3. С. 108–116.

**УДК 331.45**

*Никита Русланович Пилипчук,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: pil.producer@yandex.ru*

*Nikita Ruslanovich Pilipchuk,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: pil.producer@yandex.ru*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДСМЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ**

### **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PRE-SHIFT KNOWLEDGE CONTROL OF OCCUPATIONAL SAFETY REQUIREMENTS ON A CONSTRUCTION SITE**

Работа посвящена комплексной оценке инновационного метода управления профессиональными рисками, направленного на кардинальное улучшение безопасных условий труда в строительной отрасли. Основное внимание уделяется разработке и внедрению программно-методического модуля предсменного экспресс-тестирования, который позволяет не только оперативно выявлять пробелы в знаниях требований охраны труда, но и формировать персонализированные траектории непрерывного обучения работников. Особое значение придается адаптации методики к современным вызовам, включая особенности восприятия информации различными возрастными группами, преодоление языковых барьеров в многонациональных коллективах и учет психофизиологических факторов усвоения знаний. Предлагаемый подход позволяет существенно снизить вероятность возникновения несчастных случаев за счет систематического контроля уровня компетенций и своевременной корректировки обучающих программ. Результаты исследования демонстрируют эффективность методики на примере конкретного строительного объекта, где было достигнуто значительное сокращение количества нарушений по ключевым направлениям в области охраны труда.

*Ключевые слова:* безопасные условия труда, уменьшение риска, программно-методический модуль, повышение компетенции, языковой барьер, непрерывное обучение.

The study presents a comprehensive evaluation of an innovative method for occupational risk management aimed at significantly improving workplace safety in the construction industry. The research focuses on the development and implementation of a software-based pre-shift rapid testing module designed not only to promptly

identify gaps in occupational health and safety knowledge but also to create personalized continuous learning pathways for workers. Special emphasis is placed on adapting the methodology to contemporary challenges, including information perception characteristics across different age groups, overcoming language barriers in multinational teams, and accounting for psychophysiological factors in knowledge acquisition. The proposed approach substantially reduces the probability of hazardous situations through systematic monitoring of competency levels and timely adjustments to training programs. Research results demonstrate the method's effectiveness at specific construction sites, where significant reductions in safety violations were achieved across key industrial safety areas. The developed module represents an effective tool for creating a sustainable safety culture by combining regular knowledge assessment with targeted training interventions, while accounting for the human factor in workplace safety management.

*Keywords:* occupational safety conditions, risk reduction, software-methodological module, competence enhancement, language barrier, continuous learning.

Согласно данным Роструда (Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2021 году), в России в 2021 году было зафиксировано 5382 несчастных случая со смертельным исходом. Около 18 % из них связаны с тяжелыми последствиями в строительной отрасли. Основными причинами являются падения с высоты, движущиеся механизмы, дорожно-транспортные происшествия на строительной площадке, электрический ток, пожары и возгорания, нахождение работников в опасной зоне отлета груза от здания, а также падение и обрушение предметов с высоты и грунта [1]. В большинстве случаев данные несчастные случаи связаны с незнанием работниками требований охраны труда, в связи с языковым барьером, формального обучения по охране труда для соблюдения ТК РФ, не обучением по охране труда (рис. 1). Исследование причин несчастных случаев свидетельствует о том, что многие инциденты происходят из-за незнания или игнорирования правил охраны труда.

Предсменный контроль знаний в области охраны труда – это процесс, направленный на повышение квалификации работников и их обучение правилам безопасности при выполнении рабочих обязанностей, соответствующих их должности (рис. 2). Вопросы для обучения должны разрабатываться с учетом норм безопасности, инструкций по эксплуатации, технологической документации, требований

законодательства и других применимых нормативных актов. Они должны отражать особенности различных профессий и методы выполнения технологических процессов в строительстве. По теории Эдгара Дейла, работник с большой вероятностью запоминает 28 % информации, полученной через зрительное восприятие (например, при просмотре рисунков или видео). Если этот процесс сопровождается демонстрацией последствий инцидента (рис. 3), эффективность метода значительно возрастает. Данный комплекс установлен на двух шахтах ПАО «Южный Кузбасс» [2, 3].

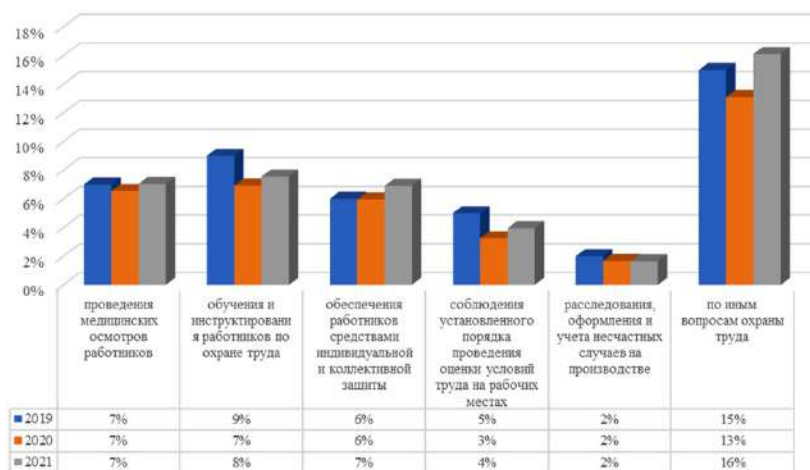


Рис. 1. Статистика нарушений законодательства об охране труда за 2019–2021 годы (Роструд)

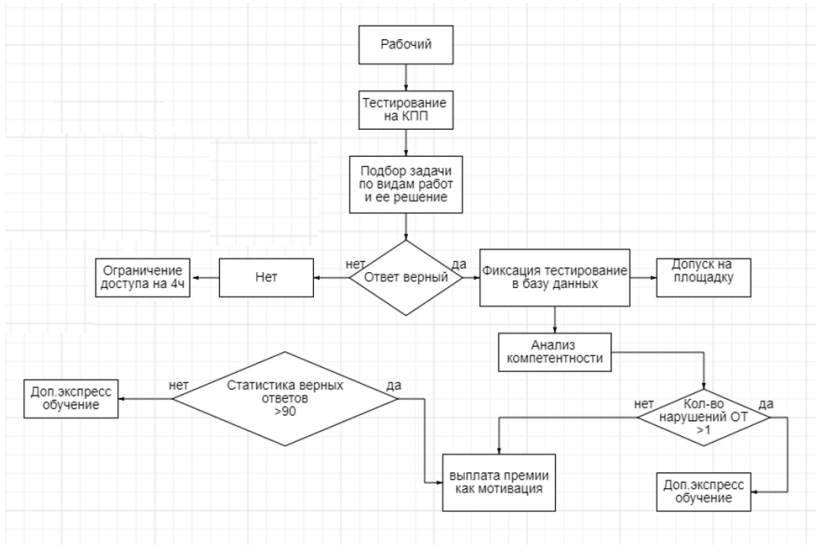


Рис. 2. Алгоритм пресменного тестирования

Последствия опасности	Иллюстрация	Поражения человека	Способы защиты
<p>Падения с высоты</p> <p>Аз баландий афтидан</p> <p>Balandlikdan tushish</p>		<p>Переломы, ушибы, вывихи, смерть, инвалидность</p> <p>Шикастан, кўфтан, дислокатсия, марг, маъюбй</p> <p>Yoriqlar, ko'karishlar, dislokatsiyalar, o'lim, nogironlik</p>	<p>Использование страховочных поясов</p> <p>Истифодан камарбанди бехатарй</p> <p>Xavfsizlik kamarlaridan foydalanish</p>

Рис. 3. Иллюстрация неверного ответа

В течение трёх месяцев было проведено экспериментальное исследование, направленное на оценку эффективности предсменного



экспресс-тестирования на строительном объекте. В выборку вошли две рабочие бригады: первая в размере 20 человек занималась возведением монолитного железобетонного каркаса, вторая в размере 10 человек – выполнением каменной кладки. Тестирование осуществлялось на контрольно-пропускном пункте перед выходом сотрудников из бытового городка с использованием портативного компьютера. Для анализа эффективности метода были определены три ключевых критерия оценки, рассмотренные далее.

Первый критерий оценивания эффективности называется «Количество нарушений за период». То есть количество нарушений (табл. 1), выявленные за работниками при производстве работ и их устранение, например, отсутствие каски, отсутствие страховочной пятиточечной привязи, сварочной маски. По результатам данного критерия получилось создать график, где видно увеличение процента устранения нарушений (рис. 4). По данному графику видно, что снизилось количество нарушений за второй период на 33 %, за последний период на 45 %.

*Таблица 1*

**Количество нарушений за период**

	Всего	Устранено	Не устранено
Июль	46	26	20
Август	31	25	6
Сентябрь	17	15	2

В качестве второго критерия оценки был выбран показатель «виды нарушений за период», который отражает динамику нарушений по следующим категориям: культура производства, организация работ, охрана труда, промышленная безопасность, пожарная безопасность, работа на высоте, электробезопасность (табл. 2). Данный критерий позволяет классифицировать нарушения по группам и определить приоритетные направления для корректировки содержания предсменного экспресс-тестирования. На основании анализа статисти-

ческих данных за трёхмесячный период была выявлена положительная динамика снижения количества нарушений: работа на высоте – на 63,5 %, организация работ – на 53 %, промышленная безопасность – на 80 %, пожарная безопасность – на 66,7 %, электробезопасность – на 100 % (рис. 5). Полученные результаты свидетельствуют о значительном повышении уровня безопасности при выполнении соответствующих видов работ.

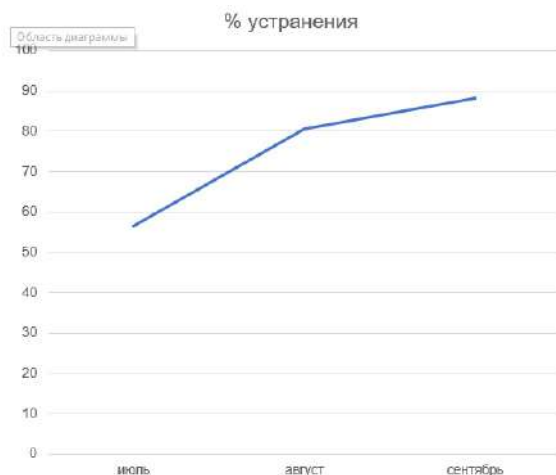


Рис. 4. График увеличение процента устранения нарушений

Таблица 2

Виды нарушений за период

	Культура производ- ства	Организа- ция работ, охрана труда	Промышлен- ная безо- пасность	Пожарная безопас- ность	Работы на вы- соте	Электро- безопас- ность
Июль	0	19	5	3	16	3
Август	0	16	2	2	10	1
Сентябрь	0	9	1	1	6	0

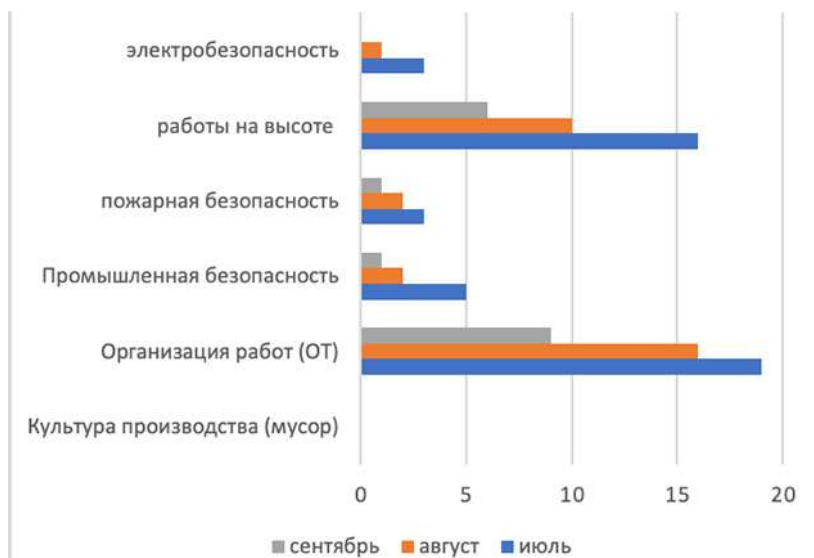


Рис. 5. График снижения количества нарушений по видам за период

Последний критерий «нарушение по категориям риска». Он означает количество высоких, средних и низких классов опасности нарушений за период (табл. 3), по-другому можно назвать риск-ориентированный подход. Также был составлен график (рис. 6), по которому видно, что снизились значения высокого и среднего риска соответственно: высокий снизился на 65 %, средний риск на 50 %.

Таблица 3

### Нарушение по категориям риска

Риск/месяц	высокий	средний	низкий	всего
Июль	40	6	0	46
Август	26	5	0	31
Сентябрь	14	3	0	17



Рис. 6. График нарушений по категориям риска

В итоге, исходя из трех графиков, можно сделать вывод о том, что статистика компетентных (менее травмоопасных) работников повысилась с 39 % до 68 %.

В заключении данной статьи можно сделать вывод, что, исходя из табличных данных и диаграмм по снижению количества нарушений, видов нарушений и рисков, можно сказать, что в среднем количество нарушений уменьшилось на 39 %, повысилась компетентность рабочих с 39 % на 68 % за три месяца. Следовательно, сократился индивидуальный профессиональный риск для рабочих, что сможет сократить количество несчастных случаев.

### Литература

1. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2021 году. URL: [https://eisot.rosmintrud.ru/attachment/339\\_attachments\\_article\\_47\\_monitoring-2021.pdf](https://eisot.rosmintrud.ru/attachment/339_attachments_article_47_monitoring-2021.pdf) (дата обращения: 29.09.2024).
2. Седельников Г. Е. Разработка компьютерного видеоинформационного комплекса непрерывного развития компетентности работников угольных предприятий в сфере охраны труда: дис. ... канд. техн. наук.: 05.26.01. Кемерово, 2020. 146 с.
3. Выдержка о реализации предсменного контроля знаний требований охраны труда. URL: <https://www.ktpogmpr.ru/sections/prensa-ob-okhrane-truda/v-kuz-bassrazrezugle-zapustili-programmu-ezhednevnoy-proverki-znaniy-trebovaniy-ot-i-pb/> (дата обращения: 29.09.2024).

**УДК 502.36**

*Полина Эриковна Ростер,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: rosterpolina@gmail.com*

*Polina Erikovna Roster,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: rosterpolina@gmail.com*

## **ПЕРЕРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ**

### **RECYCLING OF BUILDING MATERIALS ON THE CONSTRUCTION SITE**

В данной работе подробно рассматривается важнейший процесс переработки строительных отходов непосредственно на строительной площадке, который играет ключевую стратегическую роль в устойчивом развитии современной строительной отрасли России. В условиях стремительно растущего объема строительных работ по всей стране и пропорционального увеличения количества образуемых отходов, эффективная система переработки становится не просто желательной, а крайне необходимой мерой для сохранения экологического баланса и будущего окружающей среды. Работа детально описывает комплексную организацию специальной станции для переработки отходов, которая включает в себя выбор современного оборудования, технологий переработки различных видов материалов, а также инновационные методы сортировки строительных отходов. Помимо технических аспектов организации перерабатывающей станции, в работе анализируется существенная экономическая выгода локальной утилизации, которая проявляется в экономии на транспортировке и захоронении отходов, а также в возможности повторного использования переработанных материалов, что в долгосрочной перспективе способствует значительному снижению себестоимости строительных проектов при одновременном уменьшении экологического ущерба.

*Ключевые слова:* строительные отходы, рециклинг, перерабатывающая станция, экология, экономическая эффективность.

This study provides a comprehensive examination of the critical process of construction waste recycling directly at construction sites, which plays a pivotal strategic role in the sustainable development of Russia's modern construction industry. Given the rapidly increasing volume of construction works nationwide and the proportional growth in waste generation, an efficient recycling system has become not merely desirable but absolutely essential for maintaining ecological balance and environmental

sustainability. The research details the integrated organization of a specialized waste processing facility, encompassing the selection of modern equipment, various material processing technologies, and innovative construction waste sorting methods. Beyond the technical aspects of establishing a recycling station, the study analyzes the significant economic benefits of localized waste processing. These benefits manifest in reduced transportation and landfill costs, along with the potential for reusing recycled materials - factors that collectively contribute to substantial long-term reductions in construction project costs while simultaneously minimizing environmental damage.

*Keywords:* construction waste, recycling, waste processing station, ecology, economic efficiency.

Проблема увеличения строительных отходов и низкого уровня рециклинга стала актуальной для России. Уровень экологии в стране меняется медленно. По данным рейтинга экологической эффективности (Environmental Performance Index), Россия отстает от стран Первого и частично Второго мира (рис. 1). Причины этого положения разнообразны, включая размеры страны и различия в менталитете.

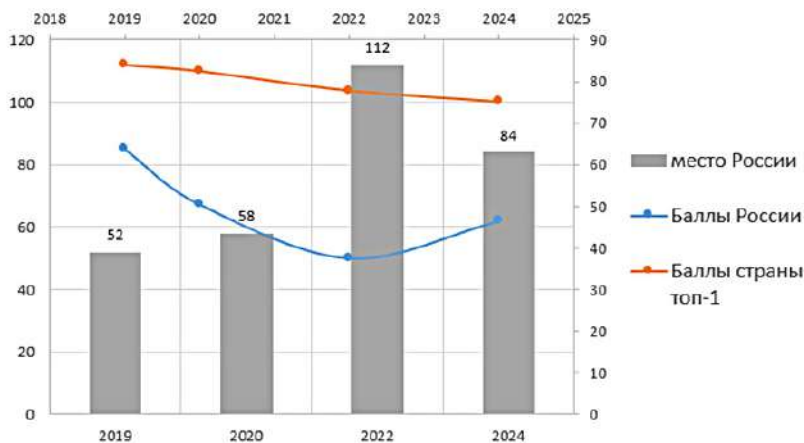


Рис. 1. Результаты EPI

Для решения экологических проблем Правительство РФ утвердило новый план национального проекта «Экология» на 2025–2030 годы и указ Президента № 309 от 7 мая 2024 года [1] Основные пункты, касающиеся строительных отходов:

1. Увеличение доли утилизации строительных отходов до 40 % к 2030 году.

2. Создание инфраструктуры для обращения с отходами и внедрение информационных сервисов.

3. Сокращение объемов строительных отходов, направляемых на захоронение.

4. Усовершенствование законодательства для эффективного использования вторичных ресурсов.

5. Создание системы мониторинга обращения вторсырья.

6. Развитие рынка вторичных ресурсов.

7. Оптимизация норм для внедрения инновационных технологий и материалов из отходов в строительстве.

В данной научно-исследовательской работе рассматривается возможность повышения процента рециклинга строительных отходов, посредством первичной переработки на строительной площадке.

Актуальность темы переработки строительных отходов на строительной площадке обусловлена большим объемом сноса и строительства зданий в России.

Основной целью данной работы является разработка «Станции по первичной переработке строительных отходов».

Задачи:

1. Изучить основные виды строительных отходов и способы их переработки.

2. Создать общий план по переработке строительных отходов.

3. Разработать план «Станции первичной переработке строительных отходов на строительных площадках».

4. Определить экономическую выгодность.

С каждым годом уровень жилого строительства в России расширяется. По данным Росстата за 2023 год [2], в действие общей площади жилых помещений было введено 110,4 млн м<sup>2</sup> (табл. 1). Такие высокие показатели закономерно приводят к росту объема строительных отходов (табл. 2).

Таблица 1

**Динамика ввода в действие жилых домов**

Год	Введено жилых домов, тыс.	Общая площадь, млн м <sup>2</sup>	Темп роста, % к пред. году
2010	201,6	58,4	97,6
2015	286,1	85,3	101,4
2016	259,5	80,2	94,0
2017	253,8	79,2	98,7
2018	242,4	75,7	95,5
2019	285,8	82,0	106,2
2020	308,0	82,2	100,2
2021	383,4	92,6	112,7
2022	413,0	102,7	111,0
2023	445,8	110,4	107,5
2024*	223,9	43,8	101,3



Таблица 2

**Образование отходов производства и потребления  
по видам экономической деятельности по Российской Федерации [3]**

<b>Обновлено 02.06.2016</b>												
<b>Образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации (миллионов тонн)</b>												
<b>Вид экономической деятельности/год</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	71,2	73,5	70,8	68,7	65,3	68,0	58,0	28,4	24,1	28,3	26,4	
<b>Строительство</b>	<b>17,0</b>	<b>17,8</b>	<b>62,8</b>	<b>15,1</b>	<b>24,7</b>	<b>11,1</b>	<b>14,1</b>	<b>14,6</b>	<b>16,7</b>	<b>17,6</b>	<b>17,1</b>	
Транспорт и связь	4,3	4,0	7,5	5,7	5,3	4,9	3,7	3,1	4,5	3,9	2,9	
Прочие коммунальные и социальные услуги	2,9	3,1	4,3	4,7	5,4	2,3	69,6	3,2	6,0	7,6	5,0	

В свою очередь, статистика по объему строительных отходов неутешительная. Если в 2015 году объем отходов строительства составлял 17,1 млн т (табл. 2), то в 2023 году (табл. 3) значения варьируются от 63–71 млн т по мнению РЭО [4, 5] (опорные данные из Росстата) (табл. 3) до 100 млн т по оценке независимых экспертов.

Согласно п. 3.2. ГОСТ Р 57678–2017, строительные отходы: Отходы, образующиеся в процессе сноса, разборки, реконструкции, ремонта (в том числе капитального) или строительства зданий, сооружений, промышленных объектов, дорог, инженерных и других коммуникаций [6].

Исходя из информации, предоставленной Росстатом [5], основные виды мусора это: кирпич, железобетон/бетон, древесина (рис. 2).

Таблица 3

Объем строительных отходов за 2023 год

Код ФКО	Вид отходов	Класс опасности	Наличие на начало года	Образовано за год
8 90 000 00 00 0	ПРОЧИЕ ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА	4	0	0
8 90 000 00 00 0	ПРОЧИЕ ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА	5	0	52
8 90 000 01 72 4	Отходы (мусор) от строительных и ремонтных работ	4	688 148	1 010 054
8 90 000 01 72 4	Отходы (мусор) от строительных и ремонтных работ	5	0	127
8 90 000 02 49 4	Остатки песчано-гравийной смеси при строительных работах	4	2 446	13 789
8 90 000 03 21 4	Отходы щебня, загрязнённого нефтепродуктами	4	1	4 074
8 90 031 11 72 5	Мусор от строительных работ, содержащий материалы	5	65 069	478 726
8 90 031 21 72 4	Отходы строительных материалов на основе полипропилена	4	0	67
8 91 110 01 52 3	Инструменты лакокрасочные (кисти, валики)	3	14	91
8 91 110 02 52 4	Инструменты лакокрасочные (кисти, валики)	4	37	514
8 91 111 11 52 4	Пневмораспылители отработанные	4	0	4

8 91 120 01 52 4	Шпатели отработанные, загрязнённые штукатурными материалами	4	0	4
8 92 011 01 60 4	Обтирочный материал, загрязнённый лакокрасочными материалами	4	1	43
8 92 110 01 60 3	Обтирочный материал, загрязнённый лакокрасочными материалами	3	46	292
8 92 110 02 60 4	Обтирочный материал, загрязнённый лакокрасочными материалами	4	31	1 689
8 93 211 11 42 3	Пыль шлифовки загрунтованных поверхностей	3	0	1
ИТОГО				1509527

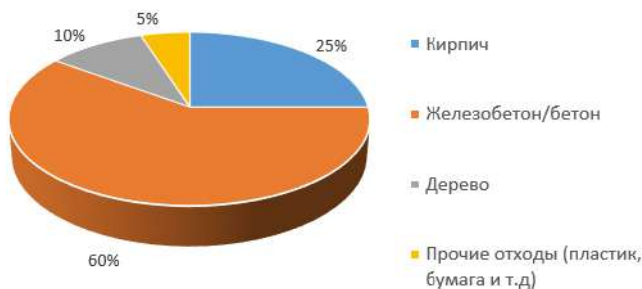


Рис. 2. Основные виды отходов.

Данные о способах переработки основных видов строительных отходов:

1) Кирпич.

Этапы переработки:

1. Сбор и сортировка.
2. Дробление и ломка.
3. Просеивание и сепарация. Измельченный кирпич просеивается и разделяется на различные фракции в зависимости от размера с помощью вибрационных грохотов или воздушных классификаторов.
4. Очистка и промывка. Для этого используются пескоструйная обработка или химическая (разбавленный водой порошок, содержащий соляную кислоту, органическую кислоту, НПВ, функциональные добавки)
5. Калибровка и сортировка по сортам.

2) Железобетон/бетон:

1. Сбор и сортировка.
2. Дробление и ломка. Измельчение с использованием различных типов оборудования, такого как: мобильные дробильные установки, стационарные дробилки, ударные дробилки, щековые дробилки.
3. Отделение арматуры. Измельченный бетон отделяется от арматуры с использованием различных методов, таких как: магнитная сепарация, вихретоковая сепарация, ручная сортировка.

4. Дробление и обработка бетона.
  5. Обработка арматуры.
- 3) Металл:
1. Сбор и сортировка.
  2. Измельчение. Отсортированные металлические отходы измельчаются с использованием оборудования такого как: измельчители, ножницы, дробилки.
  3. Разделение черных и цветных металлов.
  4. Плавление и рафинирование.
  5. Литье и формование.
- 4) Дерево:
1. Сбор и сортировка.
  2. Очистка и измельчение. Для измельчения используются: дробилки, шредеры, мельницы, ковшовые дробилки, мобильные дробилки.
  3. Разделение на фракции.
  4. Утилизация отходов. Отходы, которые не могут быть переработаны, утилизируются в соответствии с экологическими нормами и стандартами.
- 5) Бумага, картон:
1. Сортировка. Вручную или с использованием автоматизированного оборудования, сортируется по группам и маркам.
  2. Измельчение.
  3. Первичный роспуск на волокна.
  4. Вторичный роспуск на волокна.
  5. Тонкая очистка. Для неё применяют два вида оборудования:
    - а) Сортировочные машины.
    - б) Термодисперсионные устройства. В них пульпа освобождается от всех нерастворимых в воде веществ: масел, жиров, смол, продуктов нефтепереработки.
  6. Дополнительная обработка. На этом этапе пульпа обесцвечивается и отбеливается путём нагрева и добавления различных химических реагентов. При необходимости в массу добавляют длинные первичные целлюлозные волокна.

6) Пластик:

1. Сбор и сортировка.

2. Очистка.

3. Измельчение.

4. Основные способы переработки:

а) Механический рециклинг.

б) Химический метод. Позволяет разбивать пластиковые отходы на составляющие компоненты, которые затем смешиваются и обрабатываются для создания новых материалов.

в) Термический метод. Материал подвергается температурной обработке, в результате чего вырабатывается энергия.

7) Стекло:

1. Сбор и сортировка.

2. Очистка.

3. Дробление.

4. Смешивание и плавление. Куски стекла смешиваются с другими материалами, такими как песок, сода и известняк, для создания стекольной смеси. Смесь нагревается до высокой температуры (около 1400°C) в печи, где она плавится и образует расплавленное стекло.

5. Формование и охлаждение.

Основные сферы использования переработанных строительных отходов:

1. Строительство и ремонт.

2. Ландшафтный дизайн.

3. Производство строительных материалов.

4. Зеленое строительство.

5. Инфраструктурные проекты.

6. Энергетика.

Исходя из статистики по переработке строительных отходов и информации по способам, можно предположить, что, если установить на каждой строительной площадке, площадке по капитальному ремонту или сносу «Станцию первичной переработки строительных отходов», получится оптимизировать процесс переработки повсеместно.

Полную переработку строительных отходов на строительной площадке устроить не получится в связи с ограниченным пространством и невозможностью возвести целое производство, но можно первично переработать (измельчить, очистить и т.д.) для нужд строительной площадки, на которой установлена эта «Станция» или для дальнейшей транспортировки до производств по переработке отходов.

Примерный план рециклинга, который можно осуществить на строительной площадке:

1. Сбор и сортировка строительных отходов.
2. Очищение.
3. Измельчение.
  - 4.1. Повторное использование на строительной площадке.
  - 4.2. Транспортировка для дальнейшей переработки/использования.

Для возможности производить большую часть этих пунктов потребуется хорошо вентилируемое помещение с инструментами для выполнения основных работ.

Обязательное наличие следующих позиций:

- 1) Щековая дробилка. Подойдет для твердых материалов: бетона, железобетона, кирпича, некоторых сплавов металла, известняка.
- 2) Роторно-ножевые дробилки для древесины.
- 3) Дробилка для переработки стекла.
- 4) Шредер для металла.
- 5) Пресс для бумаги, картона.
- 6) Пресс для полимерных материалов.
- 7) Конвейеры.

План «Станции первичной переработки строительных отходов» (рис. 3):



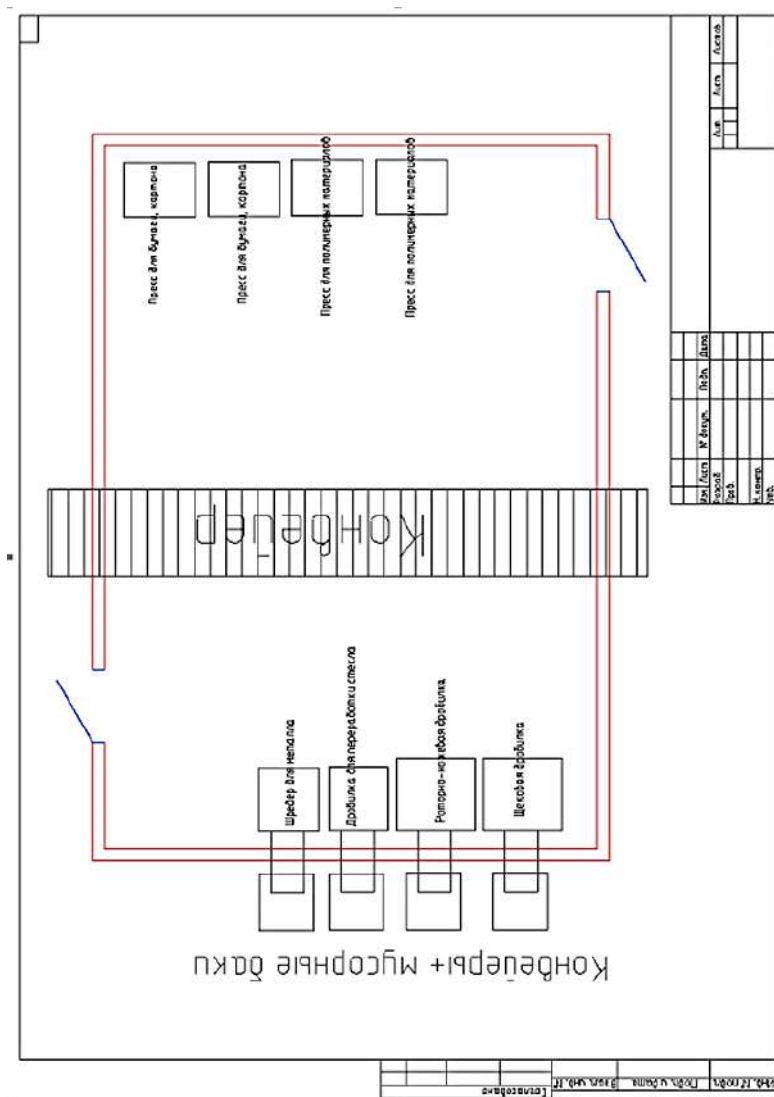


Рис. 3. Концептуальный план «Станции первичной переработки строительных отходов»

Экономическую выгоду можно посчитать сильно приблизительно, так как доступной информации не хватает для точных расчетов. Чаще всего при сносе зданий на их месте строят другие. Возьмем в пример ситуацию: сносят 5-этажное панельное здание, а на его месте возводят 9-этажное монолитное.

Состав отходов:

- лом железобетона – 5,9 тыс. тонн (69,9 %)
- бетона – 2,3 тыс. тонн (27,5 %)
- стекло – 21,4 тонны (0,25 %)
- линолеум – 7,4 тонны (0,09 %)
- рубероид – 6,5 тонны (0,08 %)
- дерево – 38,2 тонны (0,45 %)
- асфальт – 24,3 тонны (0,29 %)
- чёрные металлы – 53,4 тонны (0,63 %)
- 19,2 тонны – керамзита (0,23 %) и т. п.

1) Исходя из конструктивных требований СП 52-101-2003, норма расхода арматуры для армирования железобетонных конструкций, находится в пределах от 20 до 430 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

2) Предположим, что марка бетона М350, марка цемента М400, крупный заполнитель 20 мм щебень, мелкий заполнитель 2–2,5 мм (средний песок), тогда 1 м<sup>3</sup> такого бетона равен 2147 кг

3) 2300 тонн бетона = 2 300 000 кг

$$\frac{2\,300\,000}{2147} = 1071 \text{ м}^3$$

5900 тонн железобетона = 5 900 000 – 9,3 % (арматура 205 кг на 1 м<sup>3</sup>) = 5 351 300 кг

$$\frac{5351300}{2147} = 2492,5 \text{ м}^3$$

4) Объем бетона на 5-этажное здание:

$$1071 + 2492,5 = 3564 \text{ м}^3$$

5) Объем бетона на 9-этажное здание:

$$\frac{3564}{5} \cdot 9 + 20 \% = 7698 \text{ м}^3$$

б) С помощью калькулятора бетона рассчитаем, что на 9ти этажное здание потребуется 9 730 272 кг щебня 20 мм

Покупка щебня:

От 6 274 710 до 8 270 500 р.

+9730 · 2,5 · км ≈ 50 000 р.

Переработка + докупка:

Оборудование: дробилка UPSEN U-TC503 4 000 000 р.

Есть щебня: 7 651 908 кг

Еще нужно: 2 078 364

От 1 340 040 до 1 766 300 р.

Без учета электричества и рабочей силы

$$\frac{6\,274\,710 + 50\,000}{4\,000\,000 + 1\,340\,040} \cdot 100\% = 118,4\%$$

Купить на 18,4 % дороже

$$\frac{8\,270\,500 + 50\,000}{4\,000\,000 + 1\,766\,300} \cdot 100\% = 144,3\%$$

Купить на 44,3 % дороже

Выгода переработки составила 18,4–44,3 %. Но нужно понимать, что выгода сильно зависит от места закупки материалов и выбора оборудования. «Станцию первичной переработки строительных отходов» оборудовать в разы дороже, но даже в этом случае за снос/строительство нескольких объектов «Станция» окупится.

К тому же важно понимать, что создание «Станции» нацелено не на возможность заработать или сэкономить, а на сохранение природы России.

В данной научно-исследовательской работе была рассмотрена проблема низкого процента переработки строительных отходов и был предложен вариант решения этой проблемы, посредством создания «Станции первичной обработки строительных отходов»

Переработка строительных отходов на месте улучшит экологическое положение в России, предотвратит несанкционированные свалки, позволит увеличить процент переработанных отходов, добавит новые рабочие места.

### Литература

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> (дата обращения: 07.09.2024).
2. Федеральная служба государственной статистики. О жилищном строительстве в Российской Федерации. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil\\_stroi\\_2022.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil_stroi_2022.pdf) (дата обращения: 07.09.2024).
3. Федеральная служба государственной статистики. Образование отходов производства по видам экономической деятельности по Российской Федерации. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr\\_otxod1.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_otxod1.xls) (дата обращения: 07.09.2024).
4. РЭО: объем обработки и утилизации строительных отходов вырос в 4 раза в России. URL: <https://reo.ru/tpost/iovhsoe551-reo-obem-obrabotki-i-utilizatsii-stroite> (дата обращения: 07.09.2024).
5. Росприроднадзор. Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления по форме 2-ТП (отходы) за 2023 год, систематизированные по видам отходов ФККО [Электронный ресурс]. URL: <https://rpn.gov.ru/upload/iblock/adb/ljes6raz3n3w85ftucjgmftztjzf0fcz/sistematizirovannye-po-vidam-otkhodov-FKKO.xlsx> (дата обращения: 07.09.2024).
6. ГОСТ Р 57678–2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов [Электронный ресурс]. М.: Стандартинформ, 2017. 24 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146986> (дата обращения: 07.09.2024).

## СОДЕРЖАНИЕ

### АРХИТЕКТУРА

---

<i>Васильева В. В., Волков С. А.</i> Отражение национальной идентичности в современной архитектуре . . . . .	3
<i>Видеман А. С., Викешина С. Ю., Гуркова Е. И., Музыкантова Е. Д., Хрущева В. А.</i> Градостроительный потенциал развития территорий гаражных массивов в структуре г. Красноярска . . . . .	10
<i>Го Цзэюй</i> Архитектура мусоросжигательных электростанций в Китае . . . . .	20
<i>Колибаба А. А.</i> Опыт проектирования многофункциональных пространств в структуре общественных центров северных стран . . . . .	27
<i>Пчелинцев О. С.</i> Роль цифровизации проектирования и аддитивных технологий строительства спортивных объектов в Арктической зоне . . . . .	33
<i>Абдуллин Т. Р.</i> Международный опыт проектирования экологических парков . . . . .	38
<i>Астафьев Я. И.</i> Особенности распределения рекреационной нагрузки на примере городского водохранилища в Альметьевске . . . . .	45
<i>Борисова Н. Ю.</i> Организация рекреационных зон на рекреационных подтопляемых территориях . . . . .	53
<i>Игнатов Д. А.</i> Ревитализация объектов промышленной архитектуры под общественное пространство . . . . .	62
<i>Злотникова Е. Д.</i> Особенности проектирования объектов «Третьего места» в системе существующего города . . . . .	67
<i>Левченко С. С.</i> Триумфальные арки г. Санкт-Петербурга . . . . .	75
<i>Пахомова Д. Д.</i> Рисунок как основа творческого процесса архитектора . . . . .	83

<i>Имангулова З. Х.</i> Современные тенденции новых конструкционных строительных материалов . . . . .	90
<i>Ли В. О.</i> Инновации в традиционных отделочных и ограждающих стеновых материалах . . . . .	99
<i>Баишыков Д. А.</i> Анализ зарубежных и отечественных норм проектирования сталежелезобетонных перекрытий по профилированному настилу . . . . .	108
<i>Лапшина Е. И.</i> Работа внецентренно-сжатых сталежелезобетонных элементов с учетом податливости . . . . .	112
<i>Мингазова К. Р.</i> Моделирование, расчёт и конструирование железобетонных конструкций культурно-выставочного центра «Лотос» . . . . .	118
<i>Яцковец О. А.</i> Особенности расчета по нелинейной деформационной модели изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов по нормальным сечениям . . . . .	127
<i>Карен К. А.</i> Методика лазерного сканирования при организации реставрации объектов культурного наследия . . . . .	134
<i>Попова О. А.</i> Оценка применения методов контроля сроков жилого строительства на основе современных цифровых технологий . . . . .	143
<i>Третьякова З. В.</i> Гибкие методы управления строительными проектами в условиях цифровой трансформации . . . . .	152
<i>Власова П. Д.</i> Влияние антикоррозионного полимерного покрытия на свойства гидротехнического бетона . . . . .	164
<i>Ким А. М.</i> Активная минеральная добавка – попутный продукт при переработке серпентинов . . . . .	173
<i>Родионова А. М.</i> Разработка мотивационно-премиальной системы как элемент интегрированной системы менеджмента . . . . .	180

*Тарасова Е. Е.*

Защитные эпоксидные композиты для тяжёлого  
гидротехнического бетона . . . . .197

*Шевчук С. Д.*

Оптимизация процесса измерения зазоров фланцевых соединений . . . . .205

*Васильева В. Ю.*

Оценка экологических проблем при возведении объектов  
гражданского строительства . . . . .213

*Пилипчук Н. Р.*

Оценка эффективности предменного контроля знаний  
требований охраны труда на строительной площадке . . . . .220

*Ростер П. Э.*

Переработка строительных материалов на строительной площадке . . . . .228

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Часть 1**

Материалы LXXVII Национальной  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых

15–18 октября 2024 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 26.09.2025. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14,36. Тираж 500 экз. Заказ 93. «С» 49.

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

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.



ДЛЯ ЗАПИСЕЙ